



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101452325 B

(45) 授权公告日 2010. 11. 03

(21) 申请号 200710178478. 3

CN 1967436 A, 2007. 05. 23,

(22) 申请日 2007. 11. 30

US 2005155755 A1, 2005. 07. 21,

(73) 专利权人 中国科学院理化技术研究所

JP 2003065645 A, 2003. 03. 05,

地址 100080 北京市海淀区中关村北一条 2 号

审查员 刘佳

(72) 发明人 刘静 刘明

(74) 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理有限公司 11280

代理人 王勇

(51) Int. Cl.

G06F 1/20(2006. 01)

F25B 41/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1302544 C, 2007. 02. 28,

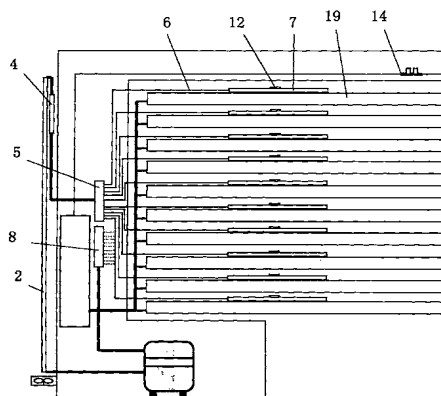
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

易于插拔发热元件的主动制冷型热管理系统

(57) 摘要

本发明提供一种易于插拔发热元件的主动制冷型热管理系统,包括用于对发热元件进行冷却的制冷系统,用于对所述制冷系统进行管理的管理模块,以及用于安放所述发热元件的冷却区;在冷却区中安装有用于安放所述发热元件的导轨,在导轨的上方安装有用于与所述发热元件进行热量交换的冷板蒸发器,所述冷板蒸发器的位置应使得当所述的发热元件通过所述的导轨安装到所述的冷却区中时,所述冷板蒸发器与所述的发热元件紧贴连接。本发明采用简便易行的插拔式将制冷系统与机柜整合在一起,避免了两系统对接可能导致的连接密封不好及管段外置造成磨损等问题;本发明将冷板蒸发器置于刀片服务器上,省去了制冷剂-水、水-空气换热的中间环节,提高了制冷效率。



1. 一种易于插拔发热元件的主动制冷型热管理系统,包括用于对发热元件进行冷却的制冷系统,用于对所述制冷系统进行管理的管理模块,以及用于安放所述发热元件的冷却区;其特征在于,

在所述的冷却区中包括至少一个分区,所述的分区安装有至少一个所述的发热元件,每个所述的分区安装有用于安放所述发热元件的导轨(11),在每个所述的分区内,所述导轨(11)的上方安装有用于与所述发热元件进行热量交换的冷板蒸发器(7),所述冷板蒸发器(7)的位置应使得当所述的发热元件通过所述的导轨(11)安装到所述的冷却区中时,所述冷板蒸发器(7)与所述的发热元件紧贴连接;

所述的制冷系统包括压缩机(1),冷凝器(2),干燥过滤器(4),多路控制分液盒(5),毛细管(6),冷板蒸发器(7),集液盒(8)以及连接导管(9);其中,所述的压缩机(1)将所压缩的制冷剂传送到所述的冷凝器(2),在所述的冷凝器(2)中实现与外界的热量交换;然后将冷凝后的制冷剂通过所述的干燥过滤器(4)传送到所述的多路控制分液盒(5)中,所述的多路控制分液盒(5)将所述的制冷剂分别传输到不同的毛细管(6)和冷板蒸发器(7),在所述的冷板蒸发器(7)中与所述的发热元件进行热量交换后的制冷剂被传输到所述的集液盒(8)中,由所述的集液盒(8)将所述的制冷剂传送回所述的压缩机(1);所述制冷剂的上述传输过程在所述的连接导管(9)中进行。

2. 根据权利要求1所述的易于插拔发热元件的主动制冷型热管理系统,其特征在于,所述的制冷系统还包括用于加快所述冷凝器(2)散热过程的冷却风扇(3),所述冷却风扇(3)安装在所述冷凝器(2)附近。

3. 根据权利要求1所述的易于插拔发热元件的主动制冷型热管理系统,其特征在于,所述的压缩机(1)采用吸收式制冷压缩机,斯特林制冷压缩机,维勒米尔制冷压缩机、吉福特-麦克马洪制冷压缩机中的一种。

4. 根据权利要求1所述的易于插拔发热元件的主动制冷型热管理系统,其特征在于,所述冷凝器(2)成肋片状,所述肋片采用连续整片,制成肋片组,或采用螺旋绕片。

5. 根据权利要求1所述的易于插拔发热元件的主动制冷型热管理系统,其特征在于,一个所述的毛细管(6)与一个所述的冷板蒸发器(7)组成一路热量交换装置,在所述的制冷系统中包括至少一路热量交换装置,不同路的热量交换装置之间采用串联或并联或串并联的连接方式。

6. 根据权利要求1所述的易于插拔发热元件的主动制冷型热管理系统,其特征在于,所述管理模块包括控制电路(14),液晶显示面板(15),以及制冷控制面板(16);其中,

所述的控制电路(14)对所述多路控制分液盒(5)的多路开闭操作进行控制;

所述液晶显示面板(15)监视所述制冷系统的运行状态及温度参数,以及所述发热元件的温度参数;

所述制冷控制面板(16)对所述制冷系统的运行状态进行调节。

7. 根据权利要求1所述的易于插拔发热元件的主动制冷型热管理系统,其特征在于,在所述冷却区的每个分区中还包括用于将所述冷板蒸发器(7)与所述的发热元件紧贴连接的锁扣(12);所述锁扣(12)为一不易变形的扁平条状钢片,其两端带有卡扣。

8. 根据权利要求1所述的易于插拔发热元件的主动制冷型热管理系统,其特征在于,还包括由绝缘隔热材料制成的门(13),所述门(13)在所述发热元件运行的情况下关闭;在

所述门 (13) 的开启侧对应于每个发热元件处开有穿线孔 (17), 以方便外围输入输出设备连接所述发热元件的前置 USB 及显示接口。

易于插拔发热元件的主动制冷型热管理系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于计算机系统的主动制冷型热管理系统,特别涉及一种易于插拔发热元件的主动制冷型热管理系统。

背景技术

[0002] 近年来由于信息技术的飞速发展,计算机的性能以指数级增长,而价格却大幅下降,使得个人计算机及网络走进了千家万户。为了提供更多的网络支持及数据容量,网络服务器的使用越来越普遍。同时,更高的运算及图形处理能力也使得办公用服务器及个人高性能计算机的数量呈逐渐上升的趋势。为了处理越来越多的网络数据及提供强大的图形处理能力,多核心、高主频、大缓存、多功能的中央处理器正逐步应用于网络服务器中,与其同步发展的还有高性能的显示芯片、大容量的内存储器芯片及多功能的南北桥数据交换芯片。高性能、大容量、多功能而封装紧密的芯片必然会产生高热量,英特尔及 AMD 目前已将其拥有高达六亿晶体管的四核 64 位处理器封装到了半张信用卡大小的芯片内,其通常运行功耗就维持在一百瓦以上,而峰值功耗更是到达了将近三百瓦,如此高的热功耗是导致电子元器件失效的重大隐患,如果没有有效的热管理手段,最终必将导致电子元器件的烧毁,使整个计算机系统彻底崩溃。这一问题在一些刀片服务器系统上尤为突出。刀片服务器是设置于狭小空间内的一种高性能计算机,一般都配备有二至四个双核或多核微处理器,如此多的大功率微型芯片放置在一起,如不能解决好其散热问题,后果不堪设想。

[0003] 目前,刀片服务器机组的散热主要采用了风冷、水冷及结合热管相变(蒸发与凝结)等散热方式,但上述散热方式在使用时都存在各自的缺陷。

[0004] 风冷式散热就是采用强迫空气对流的方法解决散热问题,最常见的风冷式散热方法就是在刀片服务器中采用风扇进行散热。风冷式散热是现有技术中最为常见的散热方式,但它也存在明显的缺陷,如夏季等空气温度较高的情况,要想提高散热能力,只有通过加快空气流动速度即全力提高风扇转速来实现,但随之而来的问题是风扇运行中会产生极高噪音,因此,目前多数的刀片服务器在运行时都伴随有令人难以忍受的噪音,通常需要防噪隔离设置。而且在气温较高的情况下,此类方法的散热效果也存在疑问。

[0005] 水冷式散热就是通过液体实现与服务器发热部件之间的热量交换,液体冷却柜(RimatriX5)就是其中的一种实现方式。液体冷却柜(RimatriX5)将冷却柜做成封闭式,通过通入冷却水与空气换热降温,然后将冷空气送往各刀片服务器中,此方案可在低风速下运行,从而减小了噪音。然而风冷最多只能提供 $10\text{W}/\text{cm}^2$ 的热流密度,因此它必然不能满足越来越高的散热需求。此外,虽然液体冷却所能提供的热流密度比空气大很多,但液体蒸发所导致的器件老化、腐蚀,泄露引起元器件短路等问题是不得不考虑的问题,一旦由于某些故障使水流中断,则失去冷却的芯片温度将迅速攀升,直至烧毁。

[0006] 相变冷却散热是指利用物质在相变过程中的吸热或放热过程实现服务器的散热。但在现有技术中,对服务器的相变冷却散热多数仍限于热管,而热管内部的相变仅仅是为热流提供了一条低热阻的通道,热量最终仍是靠空气带走,而非真正意义上的相变冷却。因

此,散热效率不高。

[0007] 随着电子封装技术向着多芯片组、三维封装及片上系统级封装的发展,对刀片服务器散热效率的要求也进一步提高。鉴于现有的风冷、水冷及结合热管相变(蒸发与凝结)等散热方式所存在的上述缺陷,需要在刀片服务器上采用其它种类的散热方法。因此在现有技术中,研究人员还提出了采用制冷机对计算机直接进行冷却,如在专利号为 ZL03137561.8,名称为《用于计算机芯片散热的微型制冷系统》的中国专利中的相关技术方案。但在该类技术中,制冷系统与刀片服务器机组是相互独立的两个单元,应用中需要将它们进行对接。这种方案最大的一个问题是,由于在将制冷系统与刀片服务器组进行对接时,需采用不锈钢波纹管或塑料管等进行柔性软连接,整套制冷系统与待冷却对象间不易达到良好的密封条件,而一旦由于安装过程不慎,导致管路破损或脱离接口,则内装的高压流体将迅速喷射出来,给机器及人员带来危险。因此,上述技术大规模用于计算机热管理还存在着使用不方便的问题,目前还不易推广到普通用户。

发明内容

[0008] 本发明的任务是克服现有的散热方式应用在刀片服务器机组中时散热效率不够高、安装使用不便等缺陷,从而提供一种经济、简单、高效、可靠的散热方式。

[0009] 为了实现上述目的,本发明提供了一种易于插拔发热元件的主动制冷型热管理系统,包括用于对发热元件进行冷却的制冷系统,用于对所述制冷系统进行管理的管理模块,以及用于安放所述发热元件的冷却区;在所述的冷却区中包括至少一个分区,所述的分区安装有至少一个所述的发热元件,每个所述的分区安装有用于安放所述发热元件的导轨,在每个所述的分区内,所述导轨的上方安装有用于与所述发热元件进行热量交换的冷板蒸发器,所述冷板蒸发器的位置应使得当所述的发热元件通过所述的导轨安装到所述的冷却区中时,所述冷板蒸发器与所述的发热元件紧贴连接;

[0010] 所述的制冷系统包括压缩机,冷凝器,干燥过滤器,多路控制分液盒,毛细管,冷板蒸发器,集液盒以及连接导管;其中,所述的压缩机将所压缩的制冷剂传送到所述的冷凝器,在所述的冷凝器中实现与外界的热量交换;然后将冷凝后的制冷剂通过所述的干燥过滤器传送到所述的多路控制分液盒中,所述的多路控制分液盒将所述的制冷剂分别传输到不同的毛细管和冷板蒸发器,在所述的冷板蒸发器中与所述的发热元件进行热量交换后的制冷剂被传输到所述的集液盒中,由所述的集液盒将所述的制冷剂传送回所述的压缩机;所述制冷剂的上述传输过程在所述的连接导管中进行。

[0011] 上述技术方案中,所述的制冷系统还包括用于加快所述冷凝器散热过程的冷却风扇,所述冷却风扇安装在所述冷凝器附近。

[0012] 上述技术方案中,所述的压缩机采用吸收式制冷压缩机,斯特林制冷压缩机,维勒米尔制冷压缩机、吉福特-麦克马洪制冷压缩机中的一种。

[0013] 上述技术方案中,所述冷凝器成肋片状,所述肋片采用连续整片,制成肋片组,或采用螺旋绕片。

[0014] 上述技术方案中,一个所述的毛细管与一个所述的冷板蒸发器组成一路热量交换装置,在所述的制冷系统中包括至少一路热量交换装置,不同路的热量交换装置之间采用串联或并联或串并混联的连接方式。

[0015] 上述技术方案中,所述管理模块包括控制电路,液晶显示面板,以及制冷控制面板;其中,

[0016] 所述的控制电路对所述多路控制分液盒的多路开闭操作进行控制;

[0017] 所述液晶显示面板监视所述制冷系统的运行状态及温度参数,以及所述发热部件的温度参数;

[0018] 所述制冷控制面板对所述制冷系统的运行状态进行调节。

[0019] 上述技术方案中,在所述冷却区的每个分区中还包括用于将所述冷板蒸发器与所述的发热元件紧贴连接的锁扣;所述锁扣为一不易变形的扁平条状钢片,其两端带有卡扣。

[0020] 上述技术方案中,还包括由绝缘隔热材料制成的门,所述门在所述发热元件运行的情况下关闭;在所述门的开启侧对应于每个发热元件处开有穿线孔,以方便外围输入输出设备连接所述发热元件的前置 USB 及显示接口。

[0021] 本发明具有以下优点:

[0022] 1、本发明采用简便易行的插拔式将制冷系统与机柜整合在一起,避免了两系统对接可能导致的连接密封不好及管段外置造成磨损等问题。

[0023] 2、本发明直接将冷板蒸发器置于刀片服务器上,省去了制冷剂-水、水-空气换热的中间环节,提高了制冷效率。另外将刀片服务器放置于冷空气的环境中,增加了热流的通路,使热量可以从多个并联的途径散发出去。

[0024] 3、本发明还可以采用串并联混接冷板蒸发器的方式,以避免应用于低发热量的系统时制冷量的浪费。整个系统集成度高、适用面广、散热能力强而能耗低、安装及操作非常简单。

[0025] 4、本发明简单易行,性价比高,相比以往的利用风冷、水冷和相变换热冷却刀片服务器有很大的优势。

附图说明

[0026] 以下,结合附图来详细说明本发明的实施例,其中:

[0027] 图 1 是本发明的一种易于插拔发热元件的主动制冷型热管理系统的前视图;

[0028] 图 2 是本发明的一种易于插拔发热元件的主动制冷型热管理系统的 A-A 剖面图;

[0029] 图 3 是在一个实施方式中的蒸汽压缩机制冷系统制冷循环原理图。

[0030] 图面说明:

[0031] 压缩机 1 冷凝器 2 冷却风扇 3

[0032] 干燥过滤器 4 多路控制分液盒 5 毛细管 6

[0033] 冷板蒸发器 7 集液盒 8 连接导管 9

[0034] 机柜 10 导轨 11 锁扣 12

[0035] 门 13 控制电路 14 液晶显示面板 15

[0036] 制冷控制面板 16 穿线控 17 刀片服务器 19

具体实施方式

[0037] 下面结合附图和具体实施方案对本发明作进一步的详细说明。

[0038] 本发明的易于插拔发热元件的主动制冷型热管理系统具有广泛的应用前景,在本

实施方式中,结合刀片服务器,对本发明的结构、功能及具体的应用进行分析。如图 1、图 2 所示,本发明的主动制冷型热管理系统包括:压缩机 1,冷凝器 2,冷却风扇 3,干燥过滤器 4,多路控制分液盒 5,毛细管 6,冷板蒸发器 7,集液盒 8,连接导管 9,机柜 10,导轨 11,锁扣 12,门 13,控制电路 14,液晶显示面板 15,以及制冷控制面板 16。

[0039] 本发明的主动制冷型热管理系统的最外端为机柜 10,在机柜 10 的前端有用绝缘隔热材料制成的门 13,门 13 在服务器运行的情况下处于关闭状态,只在拆装、调试或检修刀片服务器及系统停止运行时开启,可有效防止机柜 10 内的冷气溢出。门 13 的开启侧对应于每台刀片服务器处开有穿线孔 17,以方便外围输入输出设备连接刀片服务器的前置 USB 及显示接口对其进行操作控制。机柜 10 内的空间按照功能可分为制冷区、电源与信号管理区、冷却区。下面对上述区域中所包含的部件作进一步的说明。

[0040] 在制冷区内,包含有压缩机 1,冷凝器 2,冷却风扇 3,干燥过滤器 4,多路控制分液盒 5,毛细管 6,冷板蒸发器 7,集液盒 8 以及连接导管 9。在图 3 蒸汽压缩机制冷系统制冷循环原理图中,对制冷区内各个部件间的连接关系进行了说明。压缩机 1 中所压缩的制冷剂传送到冷凝器 2 中,经过冷凝器 2 实现与外界的热量交换,为了加快冷凝器 2 与外界的热量交换过程,在冷凝器 2 的附近还可以安装冷却风扇 3。冷凝后的制冷剂被传送到干燥过滤器 4 中,对将要进入各个蒸发器的制冷剂进行干燥过滤,避免结冰堵塞各个毛细管和对蒸发器的管壁金属造成腐蚀。经过干燥的制冷剂被传送到多路控制分液盒 5 中,多路控制分液盒 5 同时连接到多个毛细管 6 上,一个毛细管 6 与一个冷板蒸发器 7 连接形成一路热量交换装置,不同路之间并联、串联或串并混联,多路控制分液盒 5 在控制电路 14 的管理控制下,可实现多路的开闭操作,从而决定了制冷剂可以进入到哪一路的毛细管和冷板蒸发器中。制冷剂在冷板蒸发器 7 中与服务器的发热部件进行热量交换,经过热量交换后的制冷剂进入集液盒 8,然后再被传送到压缩机 1 中,开始新的循环过程。制冷区中的上述各个部件通过连接导管 9 连接。

[0041] 冷却区用于放置刀片服务器,它包括导轨 11 和锁扣 12。冷却区可划分成多个分区,每一个分区可放置一个刀片服务器,在每个分区中都包含有用于放置刀片服务器的导轨 11。在冷却区的每一个分区中还都安装有冷板蒸发器 7,所述的冷板蒸发器位于导轨 11 的上方,当刀片服务器通过导轨 11 插入到机柜后,冷板蒸发器 7 的位置应距刀片服务器的上方 5~10mm 左右。当刀片服务器通过导轨 11 引导插入机柜 10 后,冷板蒸发器 7 利用锁扣 12 与刀片服务器机箱顶盖进行压紧贴附连接,贴附面上可夹入热界面材料以减小接触热阻。通过冷板蒸发器 7 与刀片服务器之间的紧贴连接,可以很好地实现两者之间的热量交换,使得刀片服务器的散热效率很高。刀片服务器内还可设置一个或多个微型风扇,使其中空气产生扰动,以实现热沉到顶盖蒸发器间的对流换热。

[0042] 在电源与信号管理区中,包含有控制电路 14,液晶显示面板 15,以及制冷控制面板 16。控制电路 14 由编好程序的单片机控制,通过液晶显示面板 15 监视压缩机 1、冷凝器 2、各冷板蒸发器 7 的运行状态及温度参数,还可通过与各刀片服务器建立信号连接以监视刀片服务器主要发热元件的温度参数,通过制冷控制面板 16 上的操作按钮对制冷系统的运行状态进行调节。当蒸发器端的温度不能满足发热元件的散热要求时及时通过机柜内的蜂鸣器及液晶显示面板 15 给出警告提示。控制电路 14 还可由某一台刀片服务器控制,采用 USB 或其他接口将控制电路板与刀片服务器相连,通过刀片服务器连接键盘并配合相应

的软件对整个系统进行监视和控制。通过上述的控制系统,还可以控制多路控制分液器 5,从而控制特定的冷板蒸发器 7,只有当冷板蒸发器 7 有制冷剂通过时,才能对冷板蒸发器 7 所邻接的刀片服务器实现散热功能。利用控制系统的这一功能,本发明可根据实际运行的刀片服务器数量对冷板蒸发器进行单独的通断控制,以适应不同规模的数据中心及工作站的需求。

[0043] 下面对系统中所采用的各个部件进行说明。

[0044] 图 3 中所展示的压缩机 1 采用了蒸汽压缩制冷方式的压缩机,但在实际使用中,还可以采用吸收式制冷、斯特林制冷、维勒米尔 (VM) 制冷、吉福特-麦克马洪 (Gifford-Mcmahon, GM) 制冷等。对压缩机 1 的制冷功率可根据机柜中所能容纳的最大刀片服务器的数量确定。可将压缩机 1 与刀片服务器机组的电源设计为一个整体模块,若该模块发热功率较大,也可将其置于冷却区进行散热。

[0045] 冷凝器 2 可制成肋片状,盘绕在机柜 10 的背面,所述肋片采用直径为 1-20mm 的铜管铝片,也可以采用钢管钢片或者钢管铜片,肋片可采用连续整片,制成肋片组,也可以采用螺旋绕片,肋片的间距为 1-5mm。

[0046] 冷却风扇 3 可采用现有的风扇,可通过增加叶片尺寸以降低风扇转速的方式降低噪音,在一个实施方式中选用例如 120mm×120mm,100mm×120mm 等尺寸较大的风扇。

[0047] 冷板蒸发器 7 可根据刀片服务器发热量的不同采用并联或串联的连接方式,还可以采用串并混合连接,通过设计毛细管 6 的长度及节流次数控制蒸发温度在 -50-20℃ 之间。

[0048] 连接导管 9 选用直径为 1-20mm 的铜管、无缝钢管或者铝管,尽量采用密封性较好的焊接方式连接,可用管夹固定在机柜内壁面上。

[0049] 锁扣 12 为一不易变形的扁平条状钢片,其两端带有卡扣,可卡在机柜 10 侧壁面的凸起块上。如锁扣 12 所要套接的冷板蒸发器 7 面积较大,可在一块冷板蒸发器 7 上设置多个锁扣,确保冷板蒸发器与刀片服务器顶盖的紧密接触。

[0050] 门 13 及机柜 12 冷却区的其他壁面内都需填充绝热材料,如岩棉板、岩棉玻璃布缝毡、膨胀珍珠岩、膨胀塑料等。门 13 开启侧的穿线孔 17 上应安装小盖,避免冷量的流失。

[0051] 本发明装置的使用过程及注意事项如下:

[0052] ①按照上述实例说明安装好刀片服务器制冷系统后,检查有无错误或遗漏;

[0053] ②检查完毕启动制冷压缩机,通过控制电路 14 在液晶显示面板 15 上观察各个阀门、压力表、温度传感器以及其他仪表参数是否正常;

[0054] ③确认正常后启动刀片服务器,观察运行参数是否正常,如果正确无误后,系统即可进入正常运行,如果发现有部分发热部件达不到要求的冷却温度或其他问题,及时调整运行参数或对其进行修理;

[0055] ④关闭刀片服务器后,即切断制冷系统的电源;

[0056] ⑤每隔一段时间(3 个月左右)要清除冷凝器肋管上的尘埃。

[0057] ⑥修理刀片服务器机柜零部件的时候应仔细,注意不要损坏制冷系统的连接管道,防止制冷剂泄漏。

[0058] ⑦对制冷系统本身进行检修的时候,可将刀片服务器抽出,以免意外启动造成功率元件的烧毁。

[0059] 最后所应说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制。尽管参照实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,都不脱离本发明技术方案的精神和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

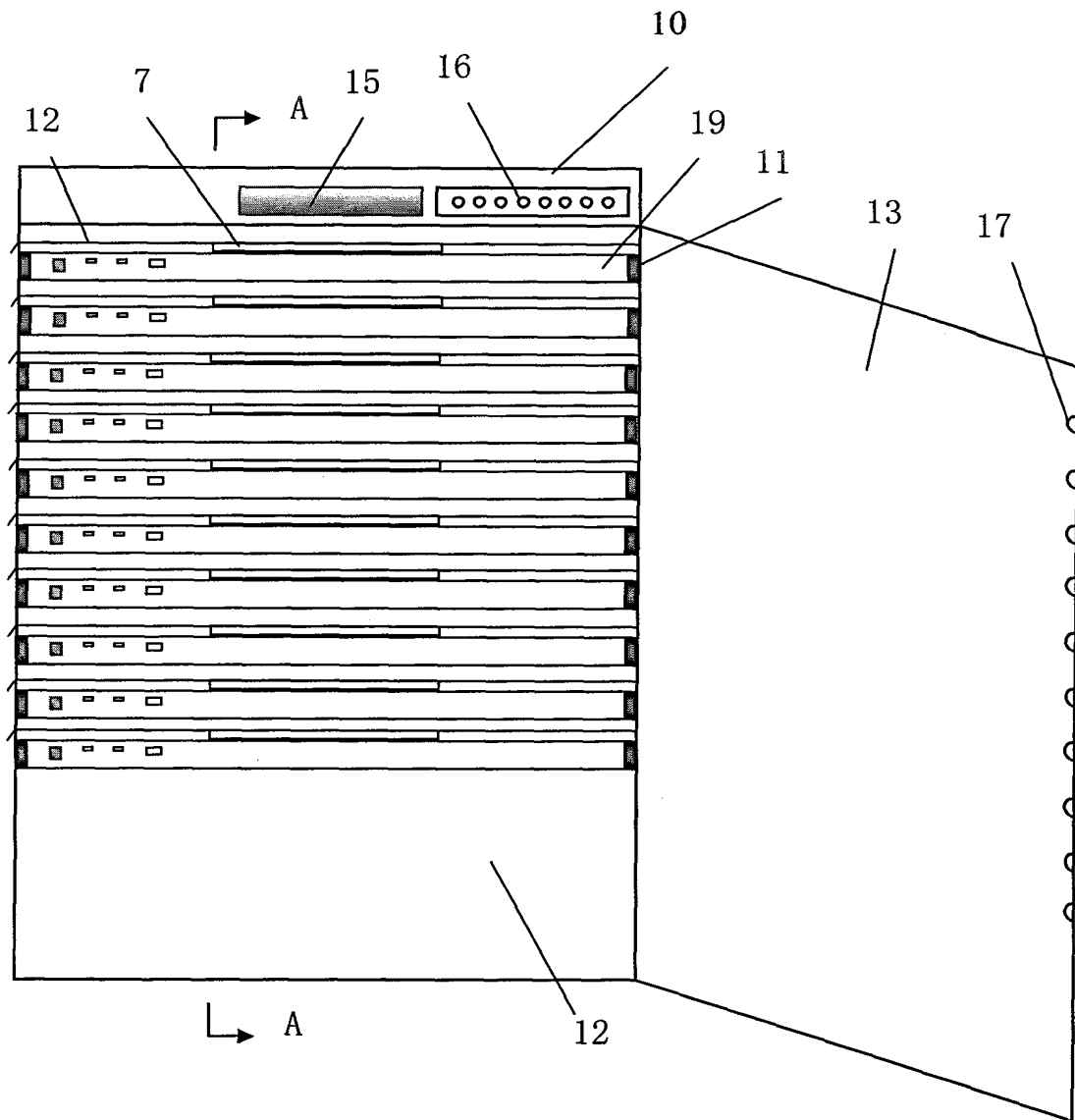


图 1

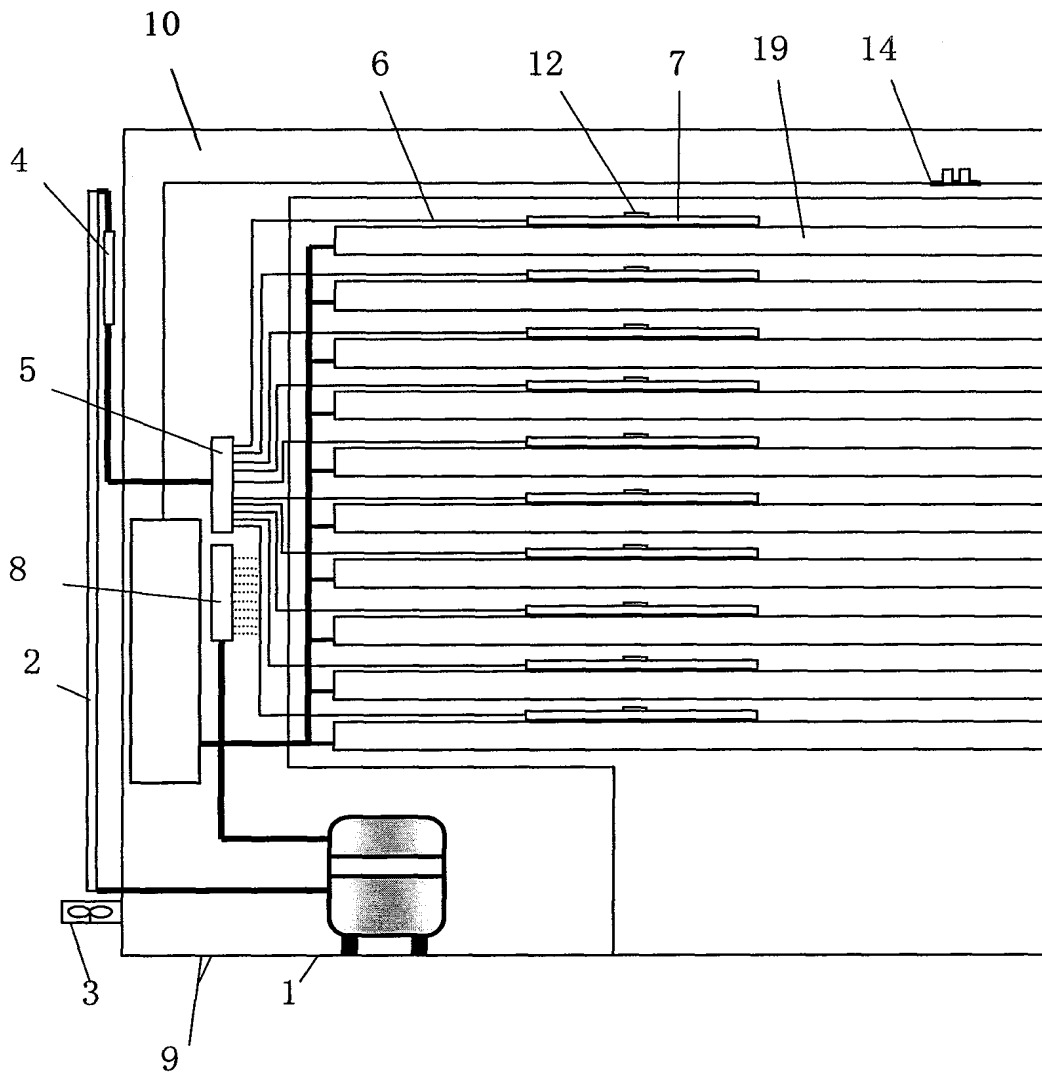


图 2

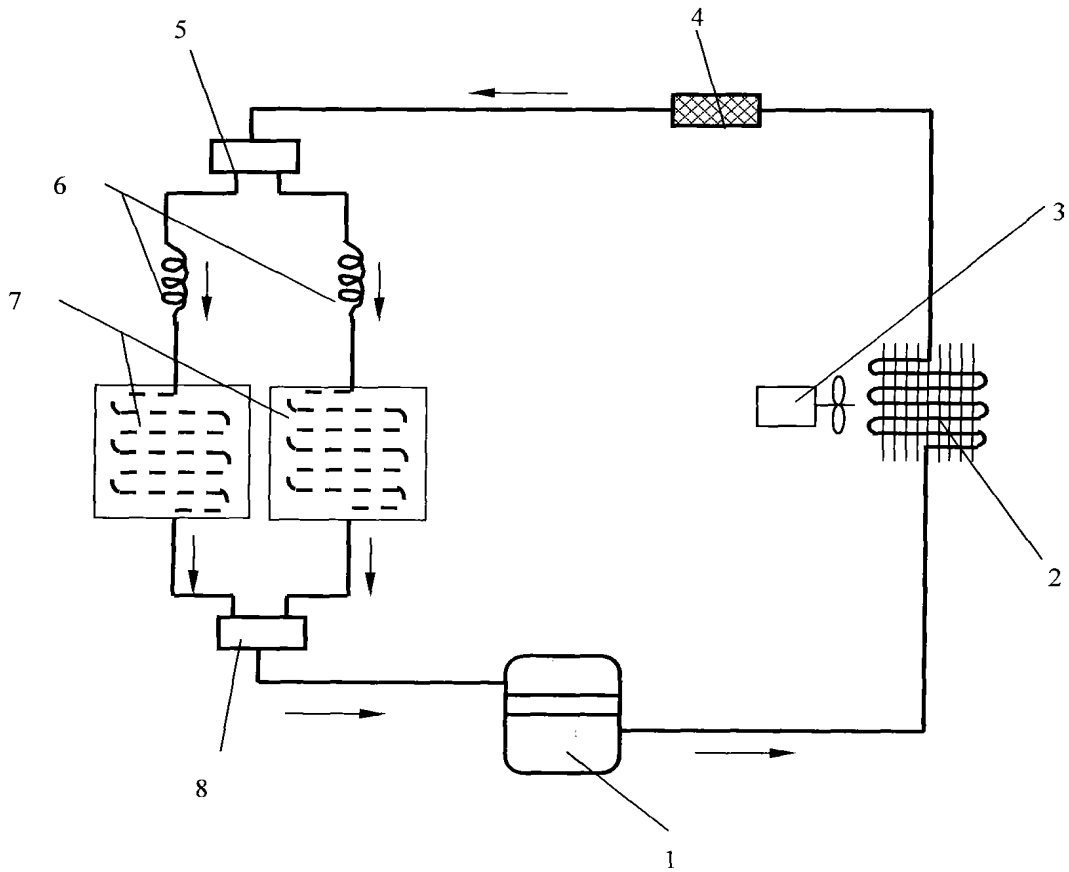


图 3