

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101861764 B

(45) 授权公告日 2012. 06. 06

(21) 申请号 200880115484. 7

(22) 申请日 2008. 06. 17

(30) 优先权数据

07021813. 6 2007. 11. 09 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 05. 10

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2008/004871 2008. 06. 17

(87) PCT申请的公布数据

W02009/059649 EN 2009. 05. 14

(73) 专利权人 克尼尔有限公司

地址 德国阿恩斯托夫

(72) 发明人 马丁·加尔曼 奥列弗·霍诺尔德

鲁珀特·赖特

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司

11018

代理人 齐葵 王诚华

(51) Int. Cl.

H05K 7/20 (2006. 01)

G06F 1/20 (2006. 01)

F24F 3/044 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 20060168975 A1, 2006. 08. 03, 全文.

US 20060260338 A1, 2006. 11. 23, 全文.

US 20030050003 A1, 2003. 03. 13, 全文.

审查员 陈凯

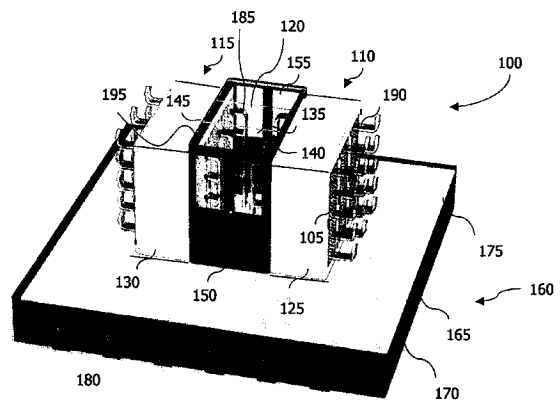
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 10 页

(54) 发明名称

机架系统和确定其气候条件的方法

(57) 摘要

一种机架系统 (100) 包括多个机架 (105), 该多个机架 (105) 被布置为在其之间形成至少一个过道 (120)。所述过道 (120) 被密封成基本上所有供应到所述过道 (120) 的冷却介质穿过所述机架 (105)。泄放开口被提供成使所述冷却介质能够从所述过道 (120) 泄放和使环境介质能够进入所述过道 (120)。传感器 (例如温度传感器) 被布置成确定通过所述泄放开口的介质流动方向。在一个实施例中, 所述传感器生成的信号用于控制供应到所述过道 (120) 的所述冷却介质的至少一个参数。



1. 一种机架系统 (100), 包括:

多个机架 (105), 该多个机架 (105) 被布置成在其之间形成至少一个过道 (120), 其中, 所述过道 (120) 被密封成基本上所有供应到所述过道 (120) 的冷却介质穿过所述机架 (105);

用于使所述冷却介质能够从所述过道 (120) 泄放和使环境介质能够进入所述过道 (120) 的泄放开口 (195A);

用于确定通过所述泄放开口 (195A) 的介质流动方向的第一传感器 (195B); 以及

控制机构, 该控制机构适于根据所述第一传感器 (195A) 生成的信号控制供应到所述过道 (120) 的所述冷却介质的至少一个参数, 所述信号表示所述介质流动方向。

2. 根据权利要求 1 所述的系统, 其中, 第一传感器 (195B) 靠近所述泄放开口 (195A)。

3. 根据权利要求 2 所述的系统, 其中, 所述第一传感器 (195B) 选自包括温度传感器、空气螺旋桨和帆操作开关的集合, 所述帆操作开关被构造为帆被放置成获取介质并沿与所述介质流动方向对应的方向转动来操作开关。

4. 根据前述权利要求任一项所述的系统, 其中, 所述泄放开口 (195A) 位于所述过道 (120) 的顶端。

5. 根据权利要求 1 所述的系统, 其中, 所述至少一个参数选自包括所述冷却介质的温度、湿度和流速的集合。

6. 根据权利要求 1 所述的系统, 进一步包括用于将所述冷却介质输送到所述过道 (120) 的至少一个输送器 (215)。

7. 根据权利要求 6 所述的系统, 其中, 所述至少一个输送器 (215) 适于根据所述第一传感器 (195B) 生成的信号控制供应到所述过道 (120) 的所述冷却介质的流速。

8. 根据权利要求 7 所述的系统, 进一步包括至少一个气候控制单元 (210), 用于控制供应到所述过道 (120) 的所述冷却介质的温度和湿度中的至少一个。

9. 根据权利要求 8 所述的系统, 其中, 所述至少一个气候控制单元 (210) 适于根据所述第一传感器 (195B) 生成的信号控制所述冷却介质的温度和湿度中的至少一个。

10. 根据权利要求 9 所述的系统, 进一步包括至少一个第二传感器 (235, 260), 其中, 所述控制机构、所述输送器 (215) 和所述气候控制单元 (210) 中的至少一个根据所述第二传感器 (235, 260) 生成的信号进一步受到控制。

11. 根据权利要求 10 所述的系统, 其中, 所述至少一个第二传感器 (235, 260) 远离所述泄放开口 (195A) 和所述第一传感器 (195B) 中的至少一个。

12. 根据权利要求 1 所述的系统, 进一步包括在顶端密封所述过道 (120) 的覆盖元件 (135)。

13. 根据权利要求 1 所述的系统, 进一步包括在一个或多个侧端密封所述过道 (120) 的一个或多个终止元件 (150, 155)。

14. 根据权利要求 1 所述的系统, 进一步包括用于将所述冷却介质供应到所述过道 (120) 的格栅 (705), 所述格栅 (705) 位于所述过道 (120) 的地板。

15. 根据权利要求 1 所述的系统, 进一步包括被构造成将所述冷却介质供应到所述过道 (120) 的管道 (165)。

16. 根据权利要求 15 所述的系统, 其中, 所述管道 (165) 被构造成将所述冷却介质供应

到多个过道 (120)。

17. 根据权利要求 15 所述的系统,其中,所述管道 (165) 位于所述多个机架 (105) 下方。

18. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,所述机架 (105) 中的每一个具有:用于将所述冷却介质供应到所述机架 (105) 的供应侧以及用于将所述冷却介质从所述机架 (105) 移除且与所述供应侧相对的移除侧,其中,所述机架 (105) 的所述供应侧被布置成面对所述过道 (120) 的内部。

19. 根据权利要求 1 所述的系统,进一步包括需要冷却的电动设备,所述电动设备位于所述机架 (105) 的安装空间中。

20. 根据权利要求 1 所述的系统,进一步包括所述过道位于其中的壳体,所述壳体适于闭合所述冷却介质的循环路径。

21. 一种用于确定机架系统 (100) 的气候条件的方法,所述机架系统 (100) 包括多个机架 (105),该多个机架 (105) 被布置成在其之间形成过道 (120),所述方法包括:

将冷却介质供应到所述过道 (120),其中,所述过道 (120) 被密封成基本上所有供应到所述过道 (120) 的所述冷却介质穿过所述机架 (105);

提供泄放开口 (195A),用于使所述冷却介质能够从所述过道 (120) 泄放和使环境介质能够进入所述过道 (120);

确定通过所述泄放开口 (195A) 的介质流动方向;以及

根据所述介质流动方向控制供应到所述过道 (120) 的所述冷却介质的至少一个参数。

22. 根据权利要求 21 所述的方法,其中,所述至少一个参数选自包括所述冷却介质的温度、湿度和流速的集合。

机架系统和确定其气候条件的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种机架系统,诸如冷却空气等冷却介质供应到该机架系统。本发明还涉及一种用于确定所述机架系统的气候条件的方法。该机架系统的气候条件例如可通过控制所述机架系统内的一个或多个气候参数来确定。

背景技术

[0002] 电动设备(包括诸如计算机等电子装置、大容量存储器和开关)经常被集中在所谓的数据中心。在数据中心的,将这种设备储存在机架中变得越来越普遍。为了允许方便地维修机架,机架经常成行地布置。出于安装、维护和移除的目的,在相邻的两行之间限定过道以允许维修人员够到设备。

[0003] 容纳在机架内的大部分设备消耗足够大的电力使周围环境变热。由于经常存在设备可工作的发热限制,因此必须采取措施将操作温度保持在临界水平以下。例如,诸如计算机等许多电子装置配备有风扇或其他内部冷却机构。这些机构产生诸如环境空气等通过所述装置的冷却介质流,以冷却内部电子元件。

[0004] 然而,特别是当电子装置紧密地堆叠在机架中时,环境空气的冷却效果经常不够充分。而且,环境空气常常使数据中心发热,该事实会额外地降低冷却效率。防止使环境空气变热的一种方法是在数据中心安装气候控制系统。该气候控制系统被构造成控制数据中心内的诸如空气温度和湿度等环境参数。

[0005] 已经观测到,在许多数据中心的,围绕和进入机架的、由气候控制系统生成的冷却和/或去湿空气的流动或多或少是任意的。这造成较差的冷却效率。换言之,气候控制系统比实际需要消耗更多电力。

[0006] 为了增大冷却效率,已经提出了各种技术用于将冷却介质流朝向机架聚集和引导。就此而言,US 6,672,955B2 教导了一种气流管理系统,其中由相邻的两行机架限定的过道在顶端被覆盖。该覆盖方法防止供应通过过道地板的冷却介质沿向上方向离开过道。根据另一示例,WO 2006/124240A2 提出挡板和门来防止环境介质侧向进入过道。因此,可防止环境介质与冷却介质(其被再次供应通过过道地板)的混合,并由此增大冷却效率。根据又一示例,US 2005/0099770A1 教导出完全封闭过道并将来自外部的冷却介质供应通过机架。根据该方法,加热冷却介质然后聚集在封闭的过道中,并能够容易地移除而不会与冷却介质混合。

发明内容

[0007] 需要确定由多个机架限定的过道内的主导气候条件。进一步,需要根据确定的气候条件有效控制冷却介质的参数。

[0008] 根据一个方面,提供一种机架系统,包括:多个机架,该多个机架被布置成在其之间形成至少一个过道,其中,所述过道被密封成基本上所有供应到所述过道的冷却介质穿过所述机架;用于使所述冷却介质能够从所述过道泄放和使环境介质能够进入所述过道的

泄放开口；以及用于确定通过所述泄放开口的介质流动方向的第一传感器。该介质流动方向可被视为表示或代表机架系统的气候条件。

[0009] 冷却介质可为气体介质。例如，关于这一点，可使用空气或氮气。然而，也可使用现有技术中已知的其他冷却介质。

[0010] 根据第一变型，机架符合可应用的行业标准。一种示例性行业标准指定 19 英寸的机架宽度和若干预定高度单位的机架高度，其中一个高度单位等于 1.75 英寸。在其他变型中，机架可具有定制化的尺寸。机架系统中的多个机架均可具有相同的高度、宽度和深度。每个机架均可具有用于将冷却介质供应到机架的供应侧和用于将冷却介质从机架移除的与供应侧相对的移除侧。在一个变型中，机架的供应侧被布置成面对过道的内部。

[0011] 第一传感器可位于适于确定通过泄放开口的介质流动方向的任何位置。例如，第一传感器可靠近泄放开口或位于其中。第一传感器可为能够确定介质流动方向的任何传感器。作为一个示例，第一传感器可选自包括温度传感器、空气螺旋桨和帆操作开关 (sail-operated switch) 的集合。温度传感器可例如基于如下原理工作：与环境介质（通常较暖）通过泄放开口流入过道时的情况相比，当冷却介质通过泄放开口流出过道时，泄放开口附近的温度将降低。空气螺旋桨通过沿与作用在空气螺旋桨上的介质的流动方向对应的方向转动表示该流动方向。至于帆操作开关，帆可被放置成获取一些介质并沿与介质流动方向对应的方向转动来操作开关。在其他情况下，第一传感器可被构造成比较泄放开口的相对两侧的介质参数。这种介质参数可包括温度和压力。相应地，第一传感器可包括两个或更多个单独的传感器部件。

[0012] 一般而言，泄放开口可相对于过道被布置在任意位置。例如，泄放开口可位于过道的顶端、底端或该顶端与底端之间的某个位置。泄放开口可与冷却介质被供应到过道的位置基本上相对。例如，如果冷却介质从过道的底部供应，则泄放开口可位于过道的顶端，反之亦可。

[0013] 所述系统可包括控制机构，该控制机构适于根据第一传感器生成的信号控制供应到过道的冷却介质的至少一个参数。由控制机构控制的冷却介质的所述至少一个参数可选自包括冷却介质的温度、湿度和流速的集合。在一些情况下，可能有利的是控制这些参数中的至少两个或所有三个。而且，这些参数中的一个或两个也可独立于第一传感器生成的信号受到控制（例如，响应第二传感器生成的信号）。由于冷却介质的温度和湿度之间存在物理关系，所以控制一个参数（例如温度）可同时会伴随控制第二参数（例如湿度）。

[0014] 下文中，将更为详细地描述用于控制冷却介质的一个或多个参数的控制机构的各种实现方式和部件。例如，至少一个输送器可被提供用于将冷却介质输送到过道中。该至少一个输送器可沿冷却介质的流动方向位于过道的上游或下游。在上游的情况下，输送器将冷却介质推入过道，而在下游的情况下，输送器将冷却介质吸出过道。

[0015] 输送器可适于根据第一传感器生成的信号控制供应到过道的冷却介质的流速。输送器可进一步适于根据一个或多个额外或可替换的传感器的信号控制所述流速。例如，输送器可包括具有可调节速度的风扇。

[0016] 所述系统可另外包括至少一个气候控制单元，用于控制供应到过道的冷却介质的温度和湿度中的至少一个。根据第一变型，输送器与气候控制单元位于同一地点（例如位于单一壳体中）。根据第二变型，输送器远离气候控制单元。

[0017] 至少一个气候控制单元可适于根据第一传感器生成的信号控制冷却介质的温度和湿度中的至少一个。另外或者可替换方案中,这种控制可基于一个或多个第二传感器生成的信号。

[0018] 如上所述,除了第一传感器以外,可提供一个或多个第二传感器。因此,控制机构、输送器和气候控制单元中的至少一个可另外或可替换地根据第二传感器生成的信号受到控制。第二传感器可远离泄放开口和第一传感器中的至少一个。在一个变型中,第二传感器远离多个机架。例如,第二传感器可位于气候控制单元和/或输送器的附近。在这种情况下,第二传感器可被构造成在介质进入气候控制单元和/或输送器之前确定介质参数。

[0019] 在一个实施方式中,所述系统包括多个第一传感器和/或多个第二传感器以及连接到所述多个第一传感器和所述多个第二传感器中的至少一个的主控制单元。该主控制单元被构造成控制输送器(例如,响应至少第一传感器的信号)和气候控制单元(例如,响应至少第二传感器的信号)中的至少一个。

[0020] 在提供多个第一传感器的情况下,若干第一传感器(和若干泄放开口)可与每个过道相关联。而且,在多个机架被布置为形成若干过道的情况下,至少一个第一传感器(和至少一个泄放开口)可与每个过道相关联。主单元的控制操作在这种配置中可响应由检测最不利的介质流动或气候条件的第一传感器提供的信号。在第一传感器被构造成温度传感器的情况下,最不利的介质流动可通过特定的第一传感器来检测,该第一传感器检测最高温度。

[0021] 所述系统可被构造成形成介质循环路径。该介质循环路径可包括一个或多个过道、至少一个气候控制单元和至少一个输送器。在这种情况下,一个或多个第二传感器可位于沿循环路径和与循环路径相邻的各个位置。例如,至少一个第二传感器可位于至少一个输送器下游并靠近该至少一个输送器的位置、靠近至少一个气候控制单元的位置或该至少一个气候控制单元与至少一个过道之间的流动路径中。

[0022] 至少一个气候控制单元和/或至少一个输送器均可包括连接到主控制单元的从属控制单元。从属控制单元可适于与主控制单元通信,并接受来自主控制单元的控制命令。在一个实现方式中,从属控制单元被构造成控制冷却介质的冷却介质温度(通过至少一个气候控制单元)和流速(通过至少一个输送器)中的至少一个。

[0023] 所述系统可进一步包括覆盖元件,用于在过道的顶端密封过道。覆盖元件可为透明的,从而来自外部照明的光可进入过道。此外,覆盖元件可包括不能使介质透过的定距元件或通过该定距元件与机架分隔开。在一个实现方式中,至少一个泄放开口被容纳在覆盖元件和定距元件中的至少一个中。

[0024] 所述系统可进一步包括一个或多个终止元件,用于在过道的一个或多个侧端密封过道。侧端中一个或多个也可被机架闭合。终止元件可包括允许维修人员进入和离开过道的门。该门可为透明的或不透明的材料,并被构造成拉门或转门。在一个变型中,门为转门,其可打开最大 180 度以构成维修人员的疏散路线的一部分。

[0025] 在又一实施方式中,所述系统包括一个或多个格栅,用于将冷却介质供应到过道。如果冷却介质从上方供应,格栅可例如位于顶端(例如,在过道的覆盖元件内),如果冷却介质从下方供应,格栅可位于过道的地板。为了增大各个格栅对冷却介质的渗透性,至少 70%和优选超过 80%(例如,90%或更大)的格栅表面积可渗透冷却介质。在一个变型中,

格栅位于过道的地板,并被构造成使维修人员能够行走在格栅上。

[0026] 所述系统也可包括被构造成将冷却介质供应到过道的管道。管道可基本上位于多个机架的上方或下方。管道可通过下平面和上平面限定,其中上平面限定放置机架的地板。下平面与上平面之间的距离可例如在 150mm 与 1200mm 之间。

[0027] 管道的下平面与上平面之间的一部分空间可被供应线路占据,所述线路包括电力线路、通信线路(例如基于网线或光纤的线路)以及用于诸如液体或气体等流体介质的供应和移除线路。在机架附近,供应线路可延伸通过上平面并延伸到机架和/或过道中。供应线路穿透上平面的位置可使用例如刷条或类似装置密封。

[0028] 管道可为介质循环路径的一部分。例如,管道可基本上伸展在至少一个气候控制单元和/或至少一个输送机(一方面)与过道(另一方面)之间。根据冷却介质是从上方还是从下方供应到过道中,管道可延伸(至少部分地)在过道上方或过道下方。而且,管道可被构造成使冷却介质同时供应到多个过道。

[0029] 每个机架可包括用于容纳有效负载的一个或多个安装空间。有效负载未占据的安装空间可被密封,以防止环境介质明显流入过道和/或防止冷却介质从过道明显泄露。应该注意的是,一般而言无需 100% 的密封,但是任何泄漏将通常会使得该系统的整个冷却效率降低。

[0030] 位于安装空间中的有效负载可包括电动设备。这种设备可包括计算机(例如服务器)、大容量存储器、处理单元、诸如开关、集线器、路由器等网络元件。有效负载(特别是电动设备)可包括私有介质输送机(例如,内部风扇),用于将冷却介质从机架的供应侧输送到移除侧。在一个结构中,机架内的所有有效负载被布置成使私有介质输送器的供应侧与机架的供应侧匹配,而私有介质输送器的移除侧与机架的移除侧匹配。

[0031] 每个有效负载可包括用于控制私有介质输送器的(例如,基于诸如传感器读数或有效负载的确定状态等有效负载参数)控制器。每个有效负载可另外包括通信机构,用于将关于其内部状态以及其私有介质输送器的性能和当前操作点的信息与其他装置交换。这种其他装置可包括主控制单元、用于将冷却介质输送到过道的至少一个输送机以及至少一个气候控制单元。

[0032] 所述系统可进一步包括过道位于其中的壳体。该壳体可适于闭合冷却介质的循环路径。该壳体可包括数据中心房间的门、天花板和墙壁。在一个实现方式中,至少一个输送器和/或至少一个气候控制单元位于壳体内或靠近壳体。当然,气候控制单元也可位于壳体外。在该情况下,可提供另外的管道,用于允许环境介质从壳体流动到气候控制单元和冷却介质(例如,冷却的环境介质的)回流。类似于气候控制单元,用于将冷却介质输送到过道中的至少一个输送机可同样位于壳体内或壳体外。

[0033] 气候控制单元可供给有环境介质(包括,在闭合循环路径的情况下,离开机架的加热冷却介质),对环境介质进行气候控制以将环境介质转变为冷却介质,然后通过管道将冷却介质(借助于至少一个输送机)朝向过道运送。通过这种方式,可建立闭合的循环路径。

[0034] 根据另一方面,提供一种用于确定机架系统的气候条件的方法,所述机架系统包括多个机架,该多个机架被布置成在其之间形成过道。该方法包括:将冷却介质供应到所述过道,其中,所述过道被密封成基本上所有供应到所述过道的冷却介质穿过所述机架;提供

泄放开口,用于使所述冷却介质能够从所述过道泄放和使环境介质能够进入所述过道;以及确定通过所述泄放开口的介质流动方向。该介质流动方向可被视为表示或代表关于机架系统的气候条件。

[0035] 所述方法可进一步包括:根据介质流动方向控制供应到过道的冷却介质的至少一个参数。所述至少一个参数可选自包括冷却介质的温度、湿度和流速的集合。

附图说明

[0036] 下文中,将参照附图论述本发明的进一步的优点和细节,其中:

[0037] 图 1 示出机架系统实施例的透视图;

[0038] 图 2 示出机架系统控制布局的实施例;

[0039] 图 3 示出第一方法实施例的示意图;

[0040] 图 4 示出第二方法实施例的示意图;

[0041] 图 5 示出包括多过道机架系统的数据中心的俯视图;

[0042] 图 6a 和 6b 示出能够用于实现机架系统的实施例的两个示例性服务器机架;

[0043] 图 7 示出包括地板格栅的过道和两个平行的机架行的照片;

[0044] 图 8 示出冷、热过道不分离的机架系统布局;

[0045] 图 9 示出冷、热过道不分离的另一机架系统布局;以及

[0046] 图 10 示出图示出负载试验结果的图表。

具体实施方式

[0047] 图 1 示出机架系统 100 的实施例的透视图。机架系统 100 被容纳在数据中心房间(未示出)中,该数据中心房间可另外包含其他机架系统。

[0048] 机架系统 100 包括多个单独的机架 105。机架 105 被“面对面”地布置成两个平行的行 110、115,从而在其间形成过道 120。在图 1 所示的实施例中,机架 105 的每个行 110、115 另外由相应的机箱 125、130 封闭。

[0049] 单独的机架 105 限定用于电动设备(未示出)的安装空间。在本实施例中,电动设备包括计算机服务器和大容量存储器,其中内部私有的介质输送器(诸如风扇)来驱使冷却介质通过其底架。电动设备被布置在机架 105 中,使得每个电动设备的介质供应侧面对过道 120,而介质移除侧面对相对方向。电动设备的介质供应侧和和介质移除侧因而限定单独的机架 105 的介质供应侧和介质移除侧。

[0050] 如图 1 所示,过道 120 被密封成基本上所有供应到过道 120 的冷却介质穿过机架 105。换言之,除了通过机架 105 以外,冷却介质被基本防止沿其他方向离开过道 120。就此而言应该注意到,不要求过道 120 的完全密封(在合理的技术努力下这在技术上也是不可能的)。换言之,冷却介质的特定泄漏在很多情况下是可容许的,只要该泄漏基本不会降低冷却效率即可。

[0051] 在图 1 所示的实施例中,提供若干密封构件,用于在未被容纳机架 105 的机架机箱 125、130 限制的过道部分中封闭过道 120。具体而言,覆盖元件 135 在过道 120 的顶端密封过道 120。覆盖元件 120 由诸如丙烯酸玻璃等透明材料制成,并允许来自数据中心照明的光进入过道 120。覆盖元件 135 包括侧向定距元件 140、145,从而由覆盖元件 120 限定的平面

与由两个机箱 125、130 的上端限定的平面分隔开。

[0052] 封闭过道 120 的密封构件另外包括两个侧向终止元件 150、155。终止元件 150、155 被构造成转门 (swing door), 用于允许维修人员进入和离开过道 120。应该注意到, 侧向终止元件 150、155 之一可由容纳一个或更多个机架 105 的机箱代替。而且, 也可使用诸如拉门等可替换的门结构。

[0053] 诸如空气等冷却介质通过过道的地板 (即, 从底部) 供给过道 120。为此, 提供高架地板系统 160。高架地板系统 160 在该高架地板系统 160 的下平面 170 与上平面 175 之间限定管道 165。如图 1 所示, 机架机箱 125、130 和限定在其间的过道 120 位于上平面 175 上。

[0054] 高架地板系统 160 的上平面 175 包括多个开口 (在图 1 中未示出), 用于将过道 120 流体连接到管道 165。供给到管道 165 的冷却介质 (如箭头 180 所示) 因而可进入过道 120。由于封闭过道 120 的密封构件, 进入过道 120 的冷却介质可仅通过机架 105 离开过道 120, 如箭头 185 所示。具体而言, 位于机架 105 的安装空间中的电动设备的私有介质输送器将进入过道 120 的冷却介质输送通过机架 105。由此输送通过机架 105 的冷却介质由电动设备散发的热加热并离开机架 105, 如箭头 190 所示。

[0055] 加热冷却介质离开机架 105 的路径可通过冷却离开机架 105 的加热冷却介质 (和选择性地除湿) 并通过将冷却 (和选择性地除湿后) 的介质再次供给到管道 165 而闭合。应该注意到, 在其他实施例中, 介质流动路径不需要闭合。在这种实施例中, 离开机架 105 的加热冷却介质可被简单地从数据中心输送到周围环境。

[0056] 很明显, 通过管道 165 供应的冷却介质的参数必须被紧密地控制, 以确保电动设备产生的热能够有效散发, 从而防止在机架 105 内出现任何不希望的热累积。另一方面, 明显的是, 应该避免冷却介质参数的过多调节 (例如, 过多的冷却) 以增大能量效率。

[0057] 为了有效控制供应到过道 120 的冷却介质的一个或多个参数, 检测装置 195 被提供在过道 120 的顶端。检测装置 195 包括位于定距元件 145 中的泄放开口, 以及靠近该泄放开口的传感器 (泄放开口和传感器的放置稍后将参照图 2 详细描述)。

[0058] 可具有固定或可调直径范围, 例如 10cm^2 与 500cm^2 之间的任何数值 (例如, 在 80cm^2 与 200cm^2 之间) 的泄放开口被提供用于使冷却介质从过道 120 泄放并使环境介质进入过道 120。换言之, 根据过道 120 的周围环境与过道 120 之间的压差, 冷却介质将通过泄放开口离开过道 120, 或者环境介质将通过泄放开口进入过道 120。提供在泄放开口附近的传感器被构造成确定通过泄放开口的介质流动方向。因此, 传感器检测的介质流动方向表示或代表过道 120 内的有关冷却介质的气候条件。因此, 根据传感器检测的介质流动方向, 冷却介质的一个或多个参数可受到控制, 以允许安装在机架 105 中的电动设备的能量有效冷却。

[0059] 下文中, 将结合图 2 的示意性控制图论述基于检测装置 195 控制冷却介质的参数的一个示例性实施例。在图 2 所示的特定实施例中, 与图 1 中相同的附图标记将用于表示相同或相似的元件。

[0060] 如图 2 所示的控制实施例基于冷却介质的闭合循环路径。该闭合循环路径包括位于数据中心房间内的至少一个降流单元 205, 该数据中心房间也容纳过道 120。在可替换实施例中, 如果降流单元 205 以图 2 所示的类似方式与房间保持流体连通, 则降流单元 205 也

可位于该房间外。

[0061] 降流单元 205 包括位于单一壳体中的两个专用部件,即一方面是气候控制单元 210,另一方面是冷却介质输送器 215。气候控制单元 210 是所谓的冷却器,其附接到冷水供应管 220 和热水移除管 225。通过管 220 供应的冷水可具有约 5 到 15℃ 的温度(例如,11 至 13℃ 之间)。通过管 225 移除的热水可具有约 12 到 22℃ 的温度(例如,16 至 19℃ 之间)。

[0062] 穿过气候控制单元 210 的环境介质与冷水热接触并由此冷却。同时,冷水被加热并通过热水移除管 225 从气候控制单元 210 移除。可选择地,环境介质在气候控制单元 210 中另外经历去湿步骤。

[0063] 输送器 215 将冷却的环境介质作为冷却介质输送到管道 165。在冷却介质供给到管道 165 的附近,提供与控制单元 240 相连的温度传感器 235。温度传感器 235 被构造检测冷却介质的当前温度。在控制单元 240 中,冷却介质的当前温度然后与温度设定值比较,位于冷水供应管 220 中的冷水供应阀 245 根据该比较结果进行控制。

[0064] 冷水供应阀 245 控制通过气候控制单元 210 的冷水流动,以使传感器 235 检测的介质温度接近或等于特定的温度设定值。如图 2 所示,进入管道 165 的冷却介质的温度将通常设定为在约 18 与 26℃ 之间的范围内的值(例如,在 20、21、22、23 或 24℃)。

[0065] 在图 2 所示的实施例中,冷却介质温度的控制独立地进行。换言之,控制单元 240 只是对温度传感器 235 生成的信号起作用。在其他实施例中,控制单元 240 可另外或可替换地考虑图 2 所示并在下文论述的一个或多个其他传感器的信号。

[0066] 如上所述,由气候控制单元 210 冷却的环境介质被输送器 215 驱使进入管道 165 中。输送器 215 被构造造成风扇,其速度可控制,从而在专用控制单元 250 的控制下调节供应到管道 165 的冷却介质的流速(介质速度)。在正常操作期间,输送器 215 可以 1 ~ 3m/s(例如,在约 1.5 ~ 2.2m/s)的速度驱动冷却介质。

[0067] 为了实现冷却介质的预期流速,所需的介质速度取决于管道 165 的高度,冷却介质从降流单元 205 沿管道 165 驱使到过道 120。上述介质速度值对应于约 400 ~ 600mm 的标称管道高度。在较小管道高度(例如 150mm)的情况下,速度可能需要增大,而在较大管道高度(例如 800mm)的情况下,速度可能需要减小。大体上,介质速度和管道 165 的高度被选取为使管道 165 内的介质压力与过道 120 外的数据中心内的介质压力相比较低,例如不超过 20pa(例如不超过 10pa)。

[0068] 如图 2 所示,驱使通过管道 165(以约 1.7m/s 的速度和与数据中心内的压力相比小于 10pa 的增大压力)的冷却介质通过上地板平面 175 中的开口 255 进入过道 120。在过道 120 内,由此可保持通常为 22 ~ 26℃ 的介质温度,这明显低于 32 ~ 38℃ 的环境温度。如图 2 中的箭头所示,进入过道 120 的冷却介质由电动设备的私有介质输送器输送到过道 120 外部,同时在吸收电动设备内的热时被加热。加热冷却介质构成环境介质,该环境介质将流回降流单元 205,由此形成闭合流动回路。

[0069] 参见图 2,检测装置 195 包括位于过道 120 顶端的泄放开口 195A 以及位于泄放开口 195A 附近的温度传感器 195B。尽管温度传感器 195B 被显示位于过道 120 内,但温度传感器 195B 可替换地可位于泄放开口 195A 内或过道 120 外,但足够靠近泄放开口 195A,以检测通过泄放开口 195A 的介质流动。尽管在图 2 所示的实施例中,传感器 195B 被构造温

度传感器,但可以理解的是,也可使用能够确定通过泄放开口 195A 的介质流动方向的其他传感器类型。

[0070] 温度传感器 195B 电连接到与输送机 215 相关联的控制单元 250。换言之,表示通过泄放开口 195A 的介质流动方向的传感器信号用于控制冷却介质的速度(以及流速),以使适当量的冷却介质供给到过道 120。在另一模式中,输送机 215 可另外根据另一(可选的)温度传感器 260 的信号受到控制,该温度传感器 260 位于过道 120 外并优选靠近降流单元 205 的进口。

[0071] 在下文中,将参照图 3 的流程图 300 更为详细地描述位于降流单元 205 中的输送机 215 的控制。

[0072] 参见图 3 的流程图 300,关于输送机 215 的控制操作起始于将冷却介质供应到过道 120(步骤 302)。冷却介质将由此从底部填充过道 120,直到其到达覆盖元件 135(以及温度传感器 195B)。由于过道 120 在侧向和其顶部均被密封(见图 1),因此基本上通过开口 255 进入过道 120 的所有冷却介质将穿过机架 105 并能够由此用于使安装在机架 105 中的电动设备内的热有效散发。

[0073] 如果机架 105 内的设备需要散发更多的热(由此需要更多冷却),则该设备的私有介质输送机将更多的冷却介质从过道 120 驱使通过机架 105。因此,过道 120 内的压力相对于周围环境将稍微降低。由于过道 120 内的该压力降低,热环境介质将通过泄放开口 195A 被吸入至过道 120 中(步骤 304)。由此形成的通过泄放开口 195A 的介质流动方向以温度增大的形式被传感器 195B 检测(步骤 306)。具体而言,吸入到泄放开口 120 并穿过温度传感器 195B 的环境介质具有的温度比过道 120 内的压力降低之前在温度传感器 195B 附近主导的冷却介质的环境高。

[0074] 温度传感器 195B 位置处的温度升高将由控制单元 250 检测(例如,通过与由控制单元 240 获取的当前温度设定值所推导出的预定温度设定值比较),并可被解释成需要更多的冷却介质 120。因此,控制单元 250 控制输送机 215,以使介质速度(以及流速)增大。因此,每时间单位内更多的冷却介质被驱使通过管道 165。由于过道 120 内的压力降低(其导致环境介质通过泄放开口 195A 进入过道 120),所以更多冷却介质流入过道 120。

[0075] 与由私有介质输送机驱使通过机架 105 而离开过道 120 的冷却介质相比,一旦每单位时间内略多的冷却介质被引入过道 120,则过道 120 内的冷却介质水平将再次逐渐升高到温度传感器 195B 的位置。同时,过道 120 与周围环境之间的压差将减小,直到没有更多的环境介质通过泄放开口 195A 吸入到过道 120 中。换言之,温度传感器 195B 将最终再次位于冷却介质的周围环境中,且由此形成的温度下降由控制单元 250 检测。具体而言,控制单元 250 会确定足够的冷却介质供给到过道 120 并开始逐渐减小通过管道 165 的冷却介质的速度(以及流速),直到再次到达与温度传感器 195B 相关联的特定温度设定值。

[0076] 上述的该温度设定值可比进入过道 120 的冷却介质的平均温度高几摄氏度(例如,1 到 8°C)。例如,温度设定值可基于受控制单元 240 调节的冷却介质温度(由温度传感器 235 测定)而动态地限定。设定值的优势在于由控制单元 250 实现的控制情境不限于从特定标称流速开始增大流速,而且能够从初始流速降低开始。因此,如果位于机架中的电动设备具有较少的功率来消耗(且如果它们的私有介质输送机由此从过道 120 驱使较少的冷却介质通过机架 105),则温度传感器 195B 检测到的温度可相对于温度设定值降低。该温度

降低可被控制单元 250 解释成过多的冷却介质供应到过道 120,并可减少将冷却介质驱使至管道 165 中(即,介质速度)。

[0077] 在可选的控制情境中,控制单元 250 控制输送机 215 时另外考虑另一温度传感器 260 生成的信号。具体而言,控制单元 250 可响应一方面温度传感器 260 检测到的温度与另一方面温度传感器 195B 检测到的温度之间的温差来控制输送机 215。例如,控制单元 250 可被构造控制冷却介质的流速,使得如果分别由两个温度传感器 195B、260 测量的温度之间的预定温差因为温度传感器 195B 检测的温度升高而降低,则冷却介质的流速增大,反之亦然。

[0078] 下文中,将参照图 4 的流程图 400 描述用于控制输送机 215 的另一实施例。图 4 所示的控制实施例可与以上结合图 3 论述的控制实施例同时进行或作为其可替换方式。

[0079] 在第一步骤 402 中,在冷却介质进入过道 120 和机架 105 之前,冷却介质的温度(作为示例性参数)保持在预定温度值。如上所述,将冷却介质温度保持在预定值的步骤在控制单元 240 的控制下由气候控制单元 210 执行,所述控制单元 240 响应温度传感器 235 检测到的温度对阀 245 进行调节。

[0080] 在步骤 404,冷却介质被输送机 215 推入通过管道 165 而进入过道 120 并到达机架 105 的介质供应侧。然后,在步骤 406,可以确定通过机架 105 的冷却介质的流通量(turnover)是否不同于通过输送机 215 的冷却介质的流通量。

[0081] 在进一步的步骤 408 中,输送机 215 根据在步骤 406 中确定的流通量差异受到控制。该控制例如目的可在于使流通量差异最小化或将流通量差异保持在预定值。

[0082] 应该注意到,步骤 402 至 408 在通常情况中被同时且重复执行。而且,如上所述,流通量差异和流通量差异中的任何改变可基于温度传感器 195B 或能够确定通过泄放开口 195A 的流动方向的任何其他传感器提供的信号来检测。

[0083] 由于图 1 至图 4 所示的有关输送机 215 的控制方法,输送机 215 的功率消耗可随着其风扇的速度在安装在机架 105 中的电力设备需要较少冷却的情况下选择性地下降而减小。

[0084] 尽管上述实施例仅包括单一检测装置 195,但应意识到,两个或多个这种检测装置 195 可位于过道 120 上部的隔开位置。在这种情况下,各个检测装置 195 的温度传感器 195B 将电连接到控制单元 250。控制单元 250 然后可基于由任意温度传感器 195B 检测到的最高温度值执行其控制任务。而且,还应意识到,连接到管道 165 的过道 120 的数量可根据需要增加。就此而言,将参照图 5 所示的示意性机架系统布局。再次,相同的附图标记将用于表示相同或相似的部件。

[0085] 根据图 5 所示的机架系统布局,提供四个平行过道 120,每个过道 120 由两个平行的机架行 110、115 限定(在图 5 中仅具体表示出两行)。单独的过道 120 均连接到相同的管道(见图 1 和图 2 的附图标记 165)。每行机架 110、115 包括 9 个或者 10 个机架单元。每个过道 120 包括至少一个检测装置 195。

[0086] 过道 120 被提供有来自六个单独的降流单元 205 的冷却介质。主控制单元(未示出)负责降流单元管理,并且,六个降流单元 205 作为从属单元连接到主控制单元。主控制单元合并以上结合控制单元 250 论述的控制功能并附加以对降流单元管理的额外控制功能。

[0087] 主控制单元被构造成响应分布在各个过道 120 上的任意检测装置 195 检测到的最高温度执行其控制操作。根据冷却要求,主控制单元将各个降流单元接通、断开或切换成预备模式。另外,主控制单元控制与根据检测到的最大温度已被接通(在最大速度的 30 到 100%之间的范围内)的降流单元 205 相关联的输送器的风扇速度。尽管主控制单元由此集中控制冷却介质的总流速,每个降流单元 205 可独立且局部地控制通过各个降流单元 205 的冷却介质的温度和湿度。各个降流单元的温度和湿度控制可基于从主控制单元得到的温度设定值。

[0088] 整个控制概念与以上结合图 1 至图 4 论述的控制概念相同。换言之,在第一步骤中,将由分布的检测装置 195 中的任意一个检测到的最大温度与温度设定值进行比较。在具体示例中,温度设定值被设定成比控制单元 240 适用的温度设定值(见图 2)高 1 至 6°C(例如 2~4°C)。如果由任意温度传感器 195B 检测到的最大温度低于由主控制单元适用的温度设定值,则表示降流单元 205 将太多的冷却介质传送到各个过道 120。相应地,冷却介质的流速将减小。另一方面,如果最大温度高于温度设定值,则这可被视为表示降流单元 205 没有将足够的冷却介质传送到各个过道 120。相应地,冷却介质的流速将增大。如上所述,控制流速的可能措施包括接通或断开各个降流单元 205,以及控制已接通的降流单元 205 的风扇速度。由图 2 所示的控制器 240、250 和主控制单元适用的控制策略包括本身为现有技术公知的 PI 控制。

[0089] 图 6 示出机架 105 的实施例,该机架 105 包括用于容纳包含电动设备的有效负载的多个安装空间。具体而言,图 6a 示出空机架 105,其可构成以上结合图 1 至图 5 论述的机架系统的基础。机架 105 未使用的安装空间可由如图 6b 所示的备用面板覆盖。备用面板确保供应到过道 120 的冷却介质不会漏出机架 105。在此应再次注意到,不需要 100%的密封来允许有效的冷却操作。

[0090] 图 7 示出过道 120 的地板的示意图。如图 7 所示,地板被格栅 705 完全覆盖。格栅 705 具有大的开口表面积。具体而言,格栅 705 的约 90%的表面积可透过冷却介质。由于使用如图 7 所示的格栅 705,仅需要(一方面)管道 165 与(另一方面)过道 120 的周围环境之间的相对很小的压差将冷却介质有效供应到过道 120,这同样允许降流单元内的输送机低速运转。如上所述,小于 10pa 的压差在很多情况下就足够了。

[0091] 本文论述的各种冷却方法比例如图 8 和图 9 所示的现有技术的冷却方法提供明显的优点。图 8 示出冷、热过道不分离的机架系统布局。这种机架系统布局在群集遗传系统且未具体适合于支持数据中心内的通风路径的数据中心中很普遍。由图可知,在椭圆中有多个区域,从地板供应的新鲜冷却介质和离开机架的加热冷却介质在这多个区域中混合。这种混合明显降低数据中心的冷却效率。图 9 示出数据中心内的机架系统布局的另一变型,此时冷、热过道分离。如椭圆所示,仍有新鲜冷却介质和加热冷却介质能够混合的区域。

[0092] 将显示用于图 8 和图 9 的机架系统布局的操作参数与图 2 所示的操作参数相比,明显的是,本文论述的冷却方法可使用更小的介质速度和压差。另外,离开降流单元 205 的冷却介质不必被冷却得与遗传方法一样多,这也增加了总冷却效率。

[0093] 本文论述的技术的改进的冷却效率也示于图 10 的图表中。根据图 10 明显的是,过道 120 的顶部和底部区域(在图 10 中称为“冷过道”)中的温度可很好地被保持在 25°C 的临界温度以下,即使电力负载以及所需散发的热明显增大亦是如此。电力负载的任何增大

仅导致过道 120 外的数据房间（图 10 中被称为“热过道”）变热，而不会影响冷过道温度。

[0094] 因此，图 10 示出本文论述的方法产生较高的冷却效率。同时，降流单元 205（特别是输送机 215）的能量成本和运行时间相对于传统技术明显减小。作为进一步的副作用，输送机 215 的风扇速度可在大多数操作条件下降低，这导致数据中心内的噪音明显降低。

[0095] 尽管已参照具体实施例描述了本发明，但本领域技术人员应认识到本发明不限于本文描述和示出的具体实施例。因此，可以理解的是，本公开仅为示例性的。因此，本发明仅由所附权利要求的范围限定。

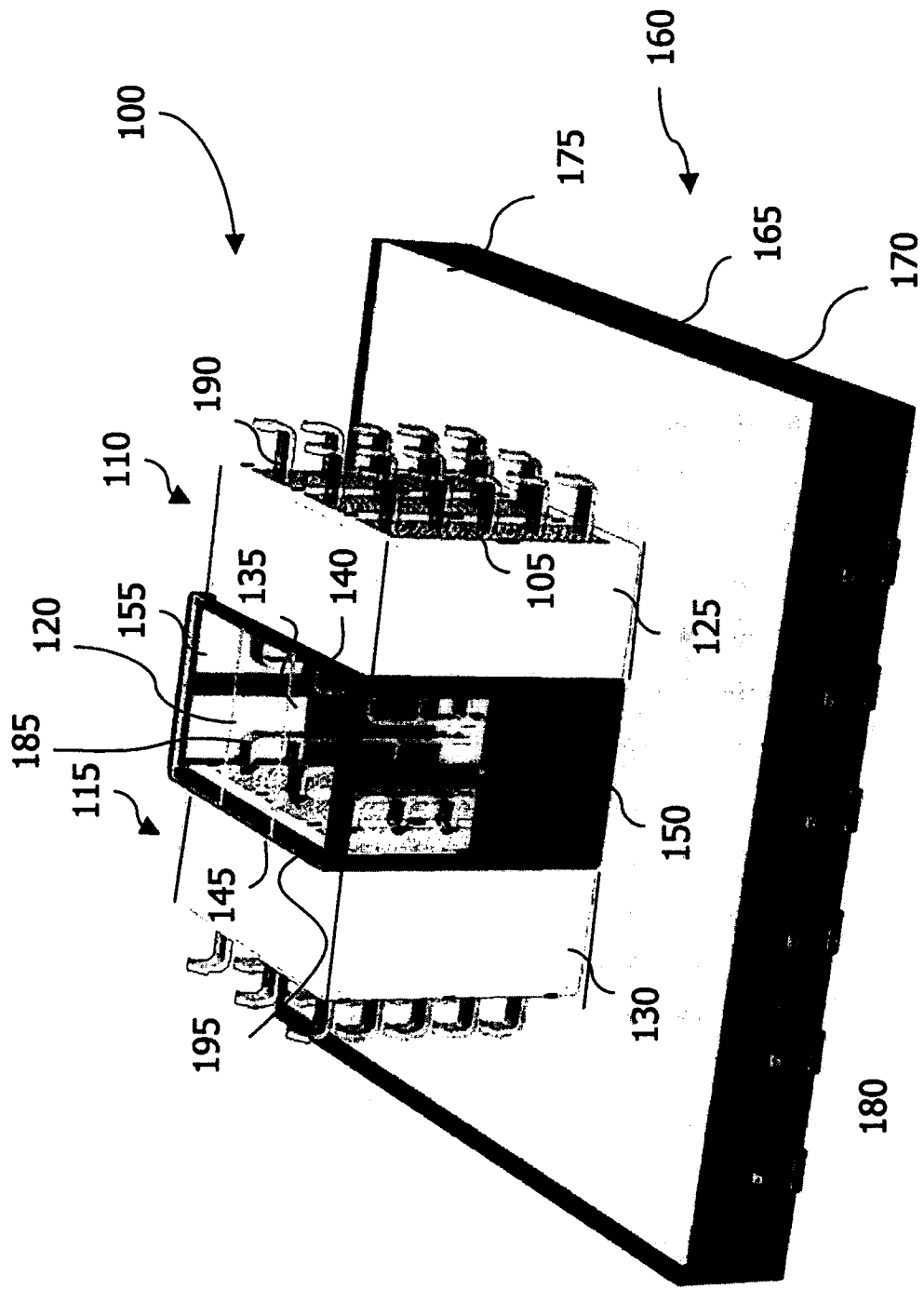


图 1

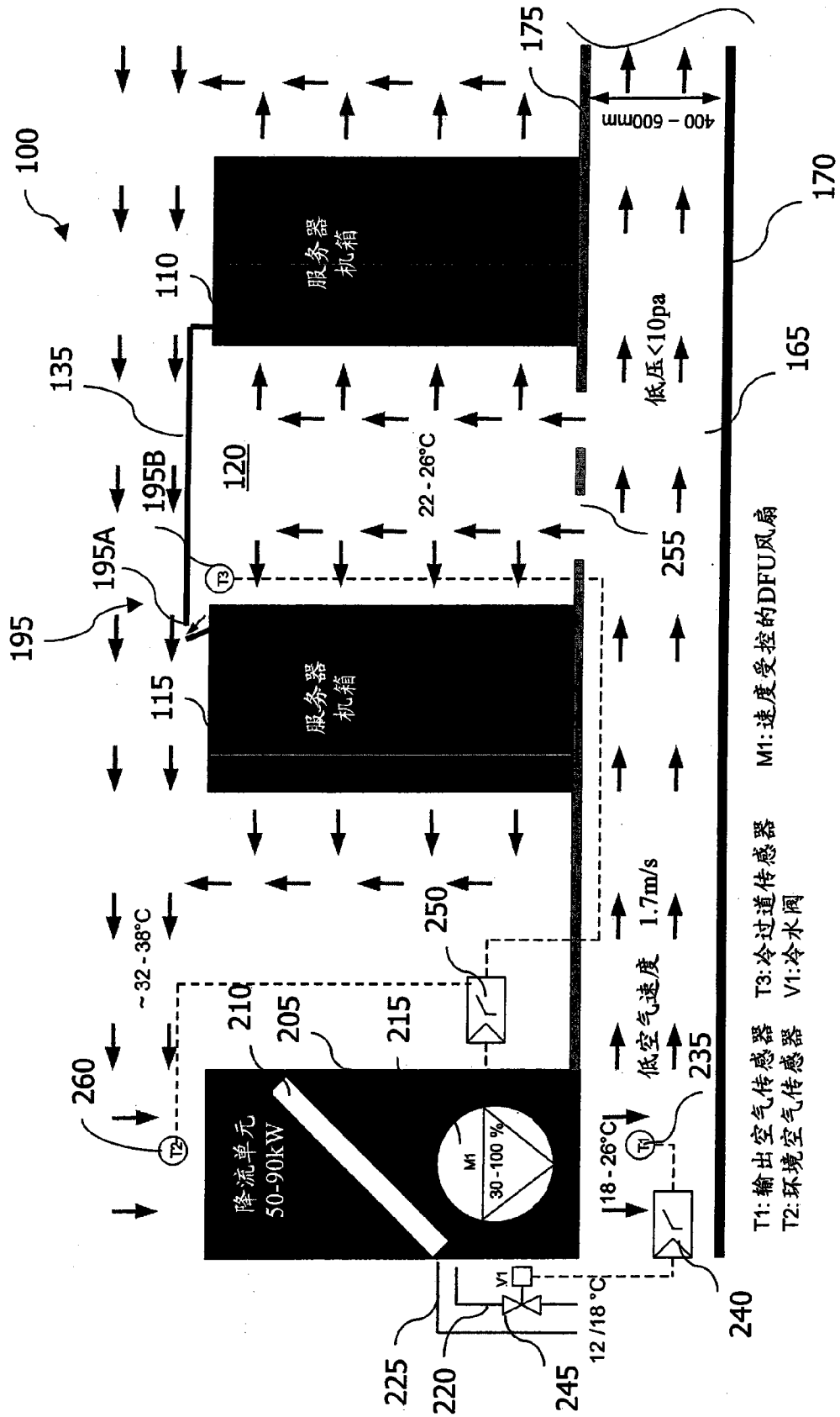


图 2

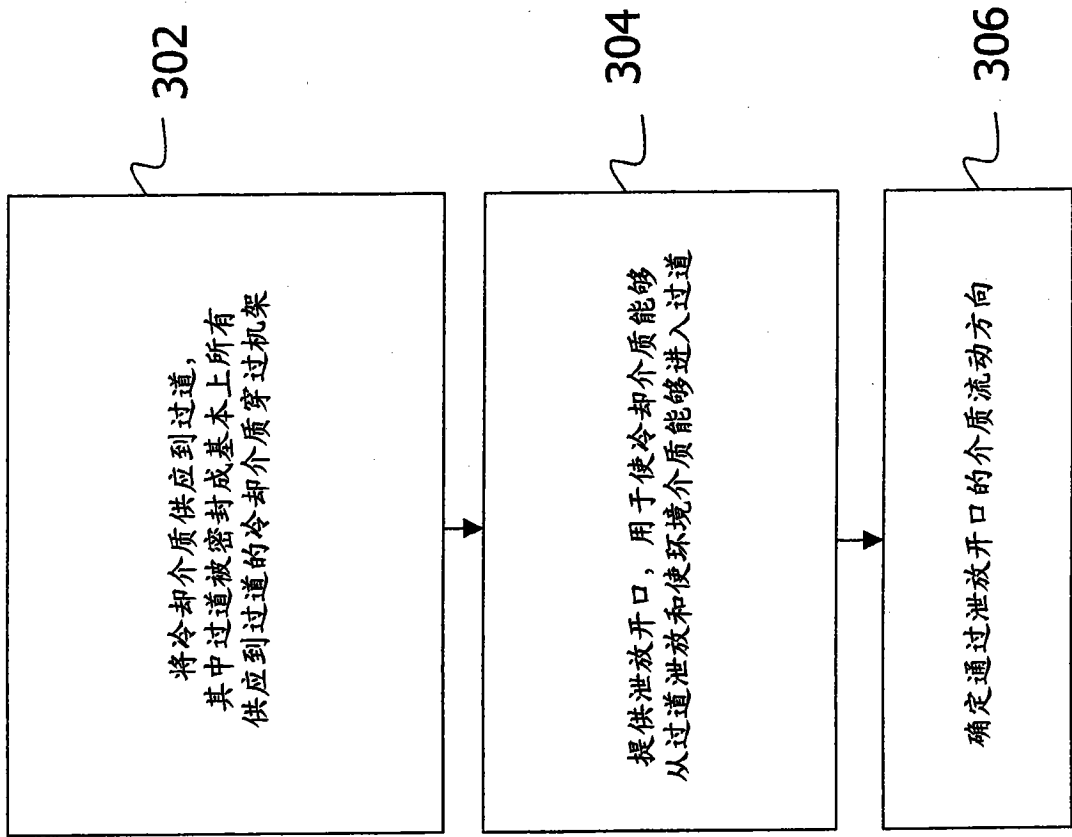


图 3

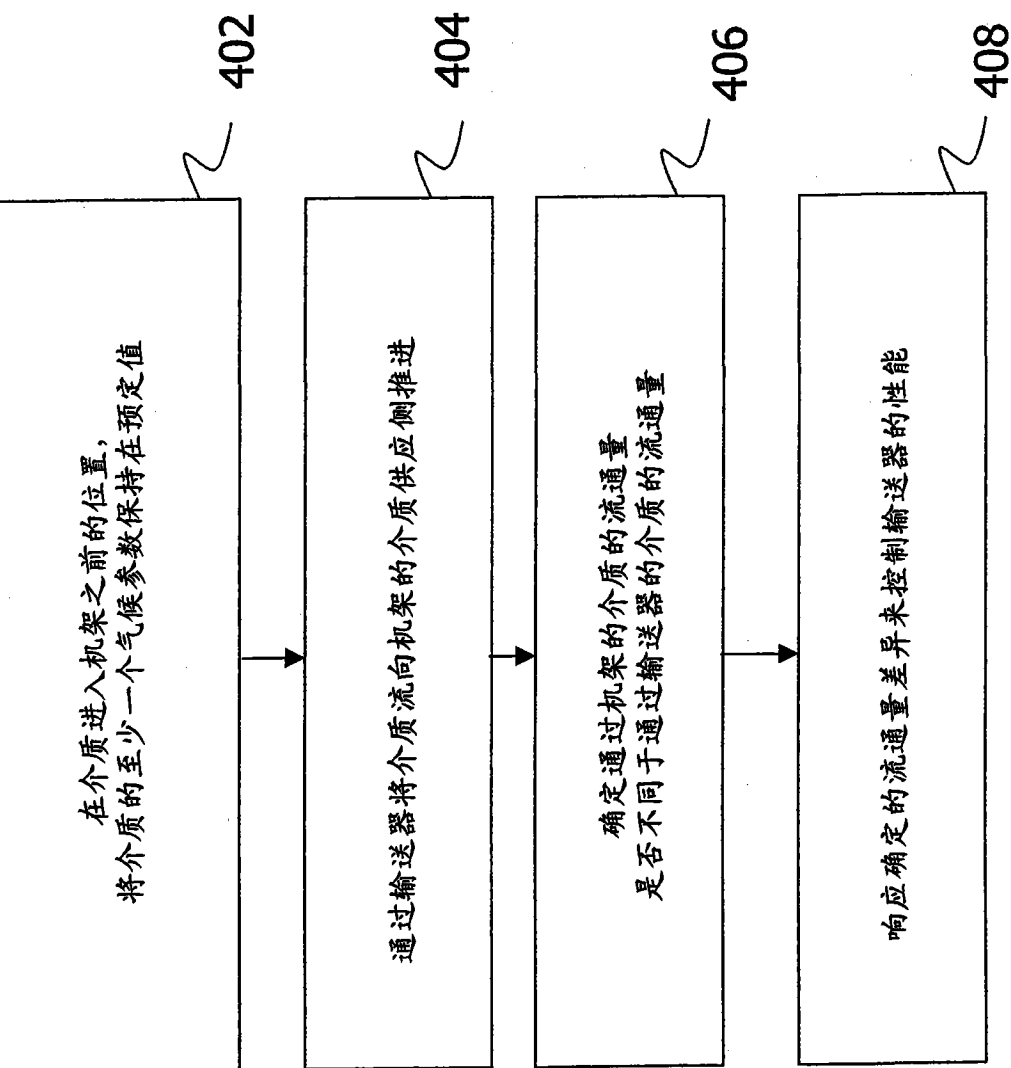


图 4

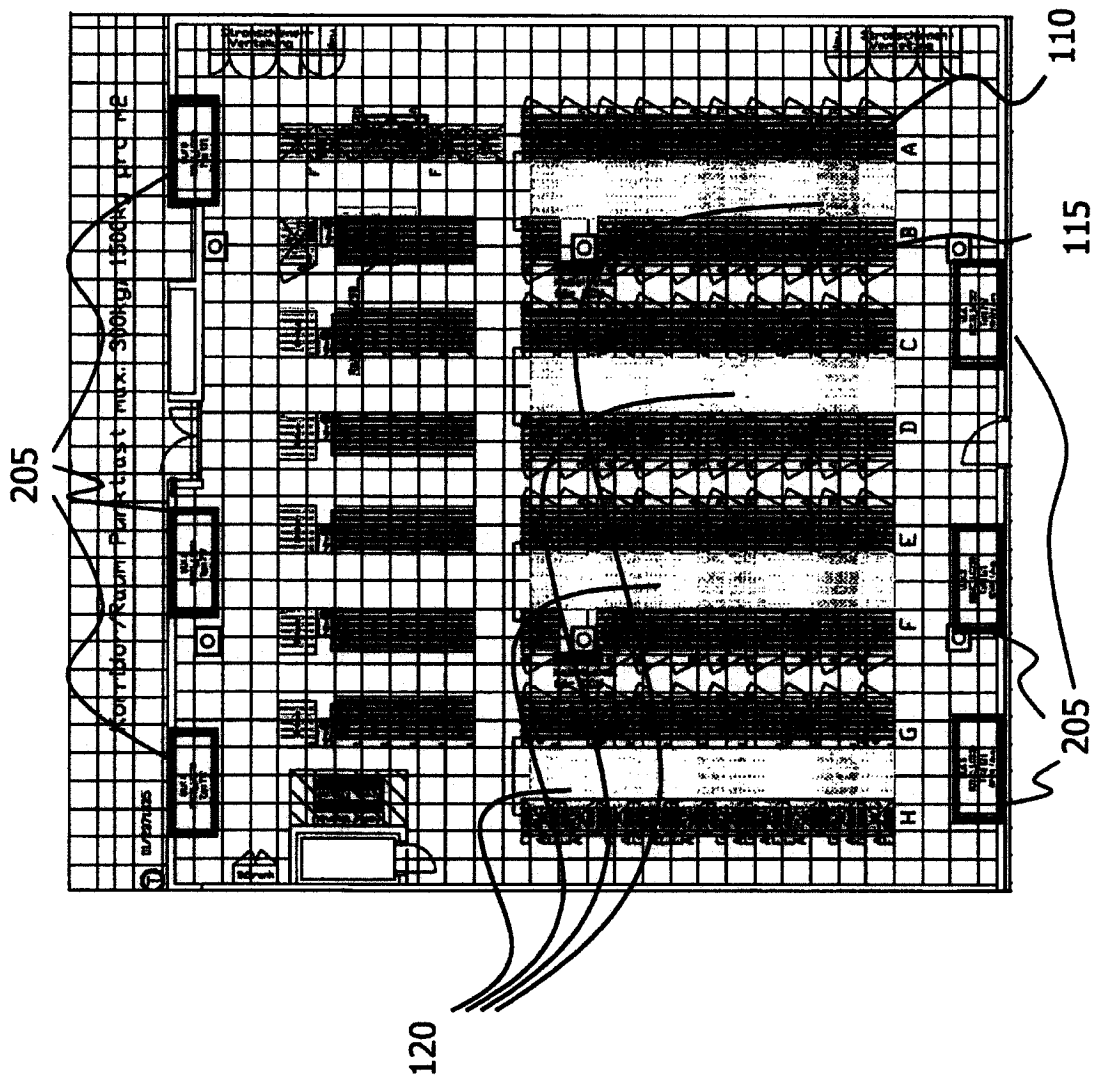


图 5

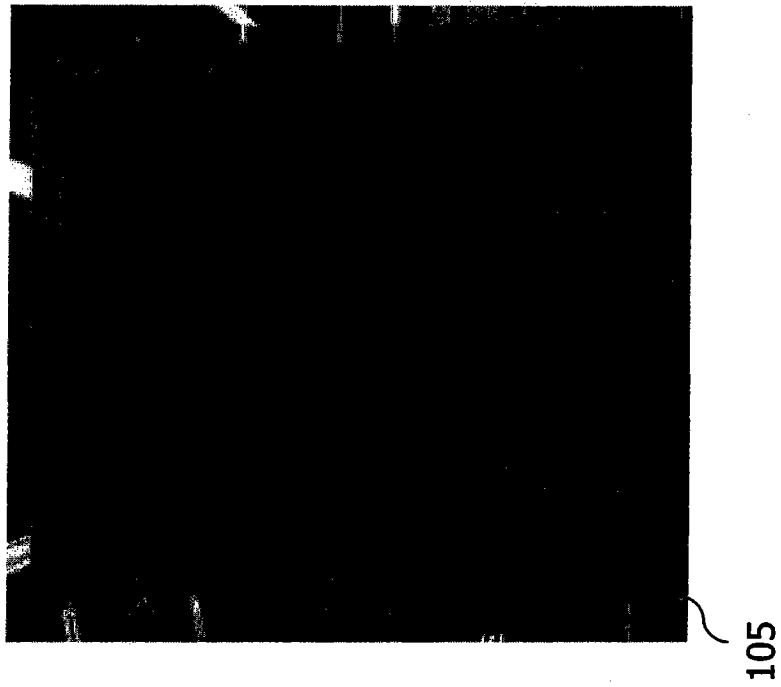
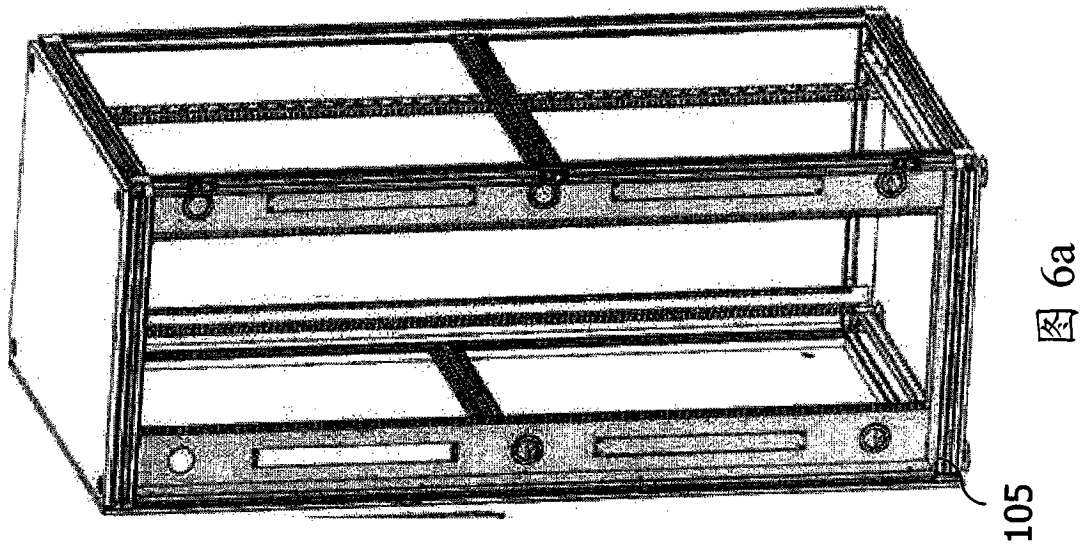


图 6

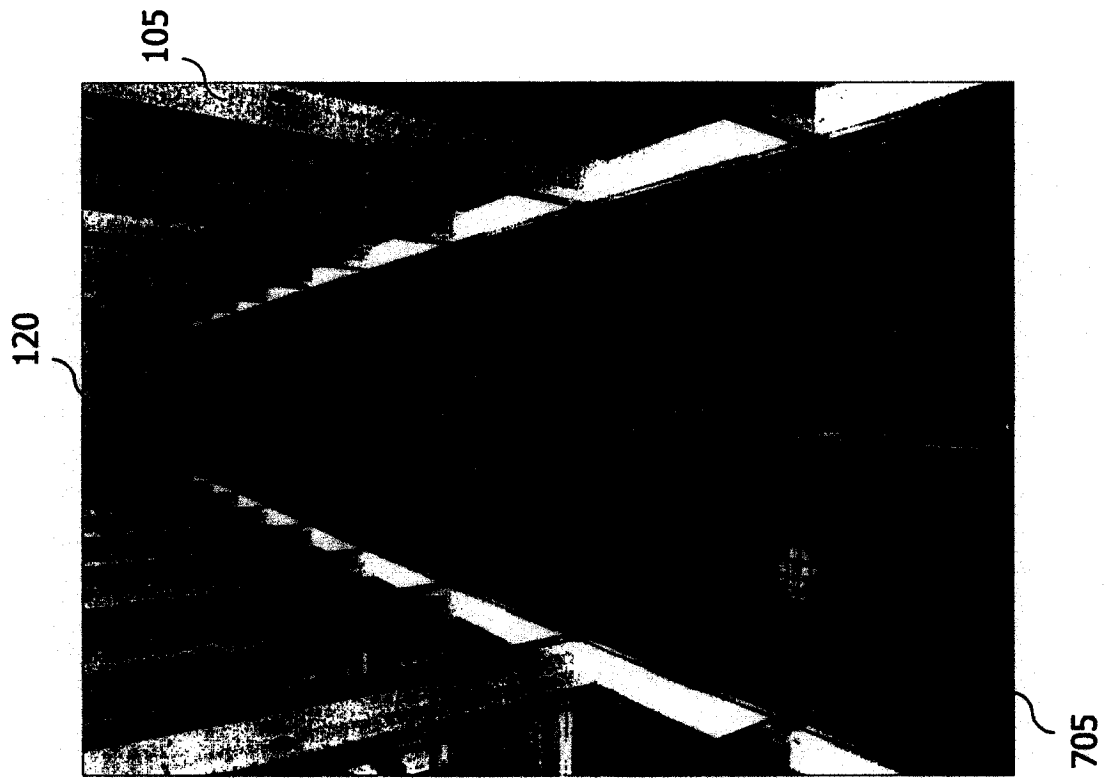


图 7

冷热过道不分离的机架布局

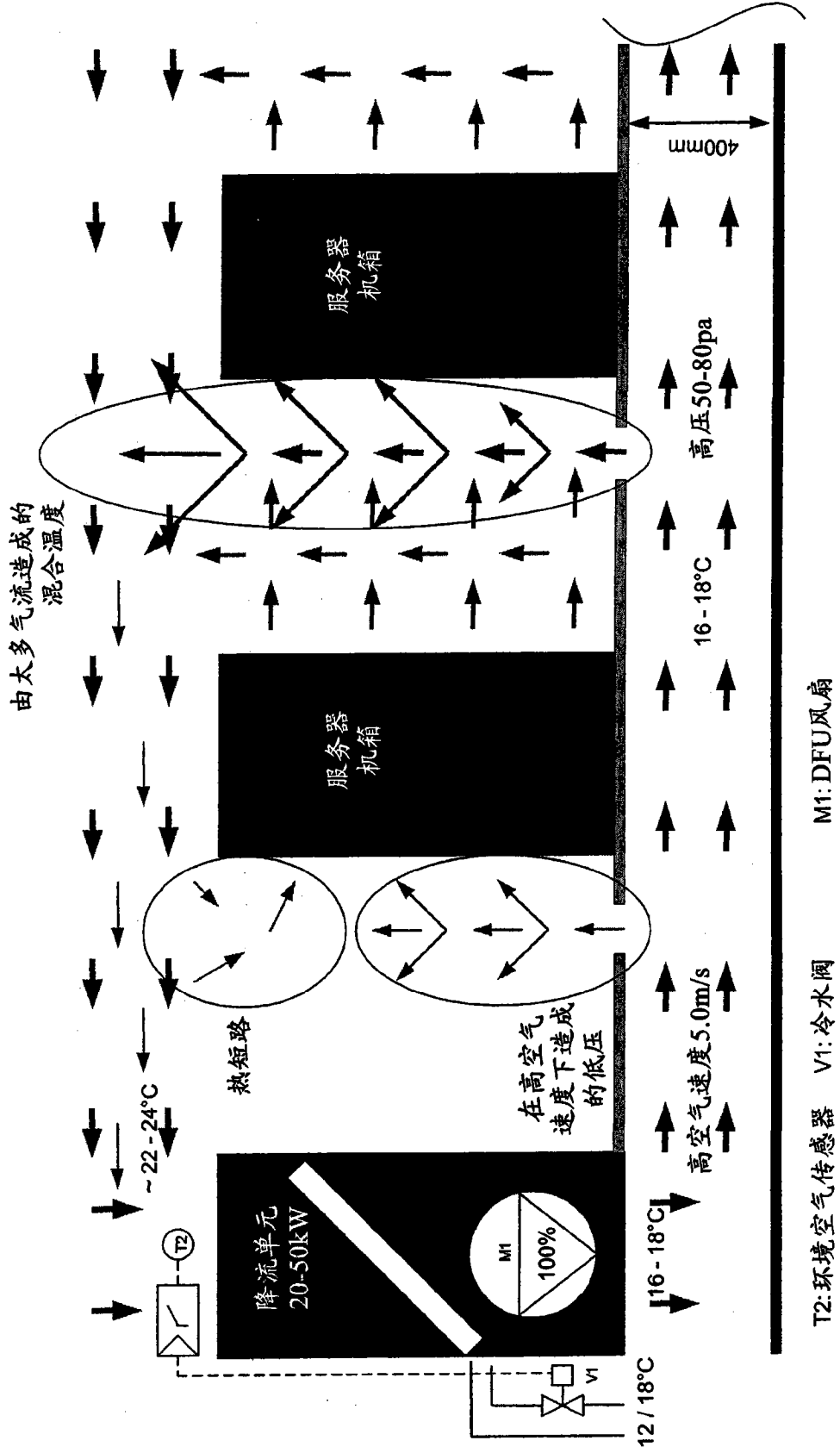


图 8

冷热过道分离的机架布局

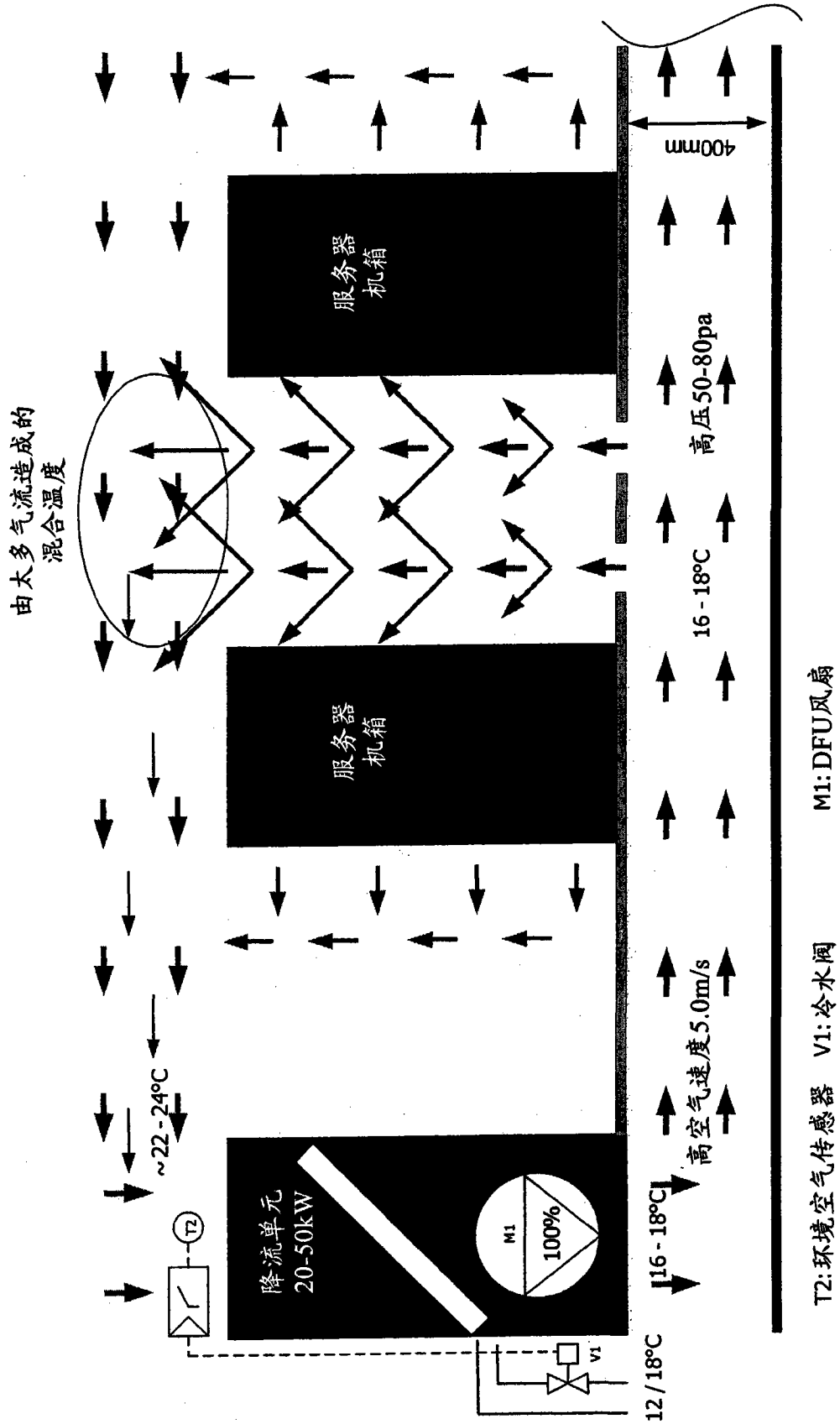


图 9

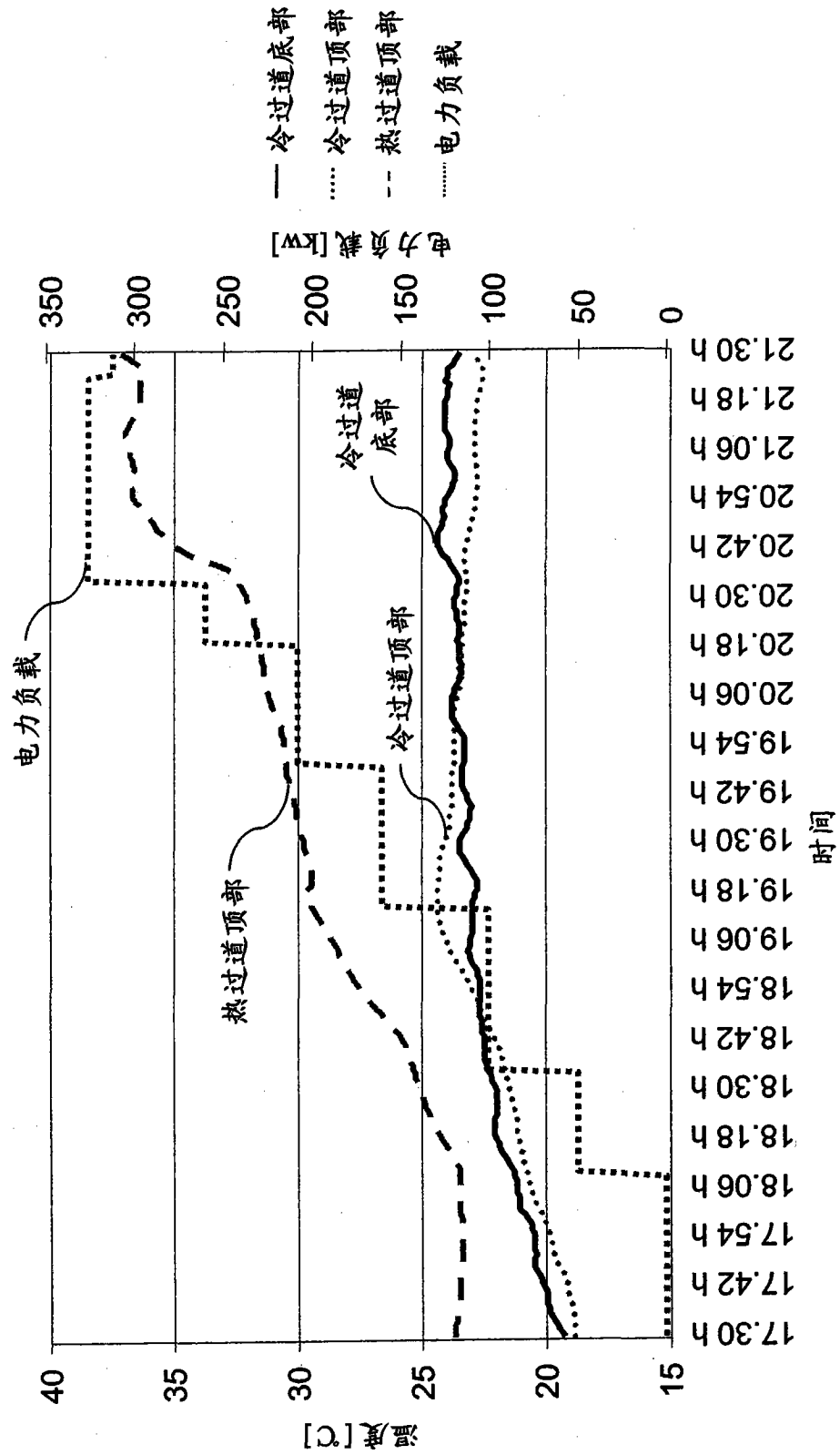


图 10