(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108882658 B
(45)授权公告日 2024.05.24

(21)申请号 201811044733.X

(22)申请日 2018.09.07

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108882658 A

(43)申请公布日 2018.11.23

(73)专利权人 中南大学
地址 410083 湖南省长沙市岳麓区麓山南路932号

(72)发明人 饶政华 郑思洋 李铖灏 曾志勇

(74)专利代理机构 长沙市融智专利事务所(普通合伙) 43114
专利代理师 熊靖宇

(51)Int.Cl.
H05K 7/20(2006.01)

(56)对比文件
CN 103687442 A,2014.03.26
JP 2004363308 A,2004.12.24
JP 2018060884 A,2018.04.12
CN 209002296 U,2019.06.18
CN 108012513 A,2018.05.08
CN 102037426 A,2011.04.27
CN 201657580 U,2010.11.24
CN 107960049 A,2018.04.24
CN 107979960 A,2018.05.01
US 2015109729 A1,2015.04.23
戴文婷;饶政华;廖胜明.数据中心冷热电联供系统全工况热力性能分析.建筑节能.2016,全文.
陈延钧.高热密度数据中心水冷解决方案.智能建筑与城市信息.2008,全文.

审查员 王亚鑫

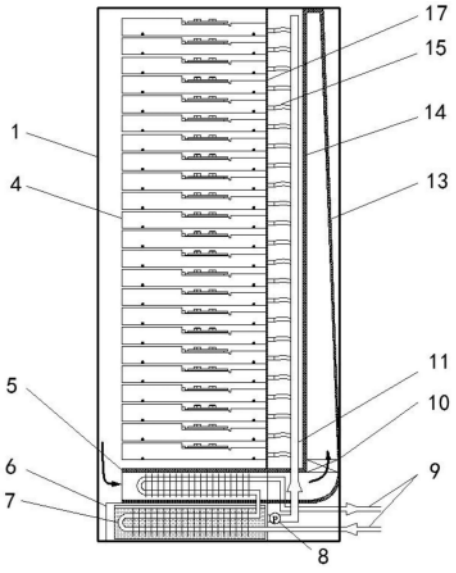
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

浸没式液冷和循环风冷结合的服务器机柜散热系统

(57)摘要

一种浸没式液冷和循环风冷结合的服务器机柜散热系统,包括机柜柜体、服务器模块、换热器模块、静压箱模块、液体管路系统和温度控制系统。采用液体循环工质对服务器处理器进行冷却,采用气体循环工质(空气)对其他发热元件进行冷却。换热器模块置于机柜底部,包括一级换热器和二级换热器,以低温冷媒水为冷源,分别对液体循环工质和空气进行降温。静压箱和风挡构成封闭式空气流道,减少对机柜外环境的热污染。本发明将服务器不同发热密度区域进行独立冷却,对高发热区域采用密封浸没式液体冷却,对低发热区域采用循环空气进行冷却,有效提高系统散热效率,抑制局部热点的产生,降低制冷系统的能源消耗。



CN 108882658 B

1.浸没式液冷和循环风冷结合的服务器机柜散热系统,其特征在于,包括设有多个可开启柜门、且柜门关闭时与机柜密封连接的机柜柜体,所述机柜柜体内设有插装服务器的多层支架、用于给服务器散热的二级换热器和给服务器上主要发热元件散热的一级换热器,所述二级换热器和一级换热器通过冷媒水与设置在外界的制冷装置进行热交换,所述一级换热器为液—液换热器,管程工质为冷媒水,壳程工质为电绝缘溶液;所述二级换热器为气—液换热器,管程工质为冷媒水,壳程工质为空气,

所述支架上每层的一侧设有服务器插入口、也是冷却风出口,另一侧为冷却风进口,所述冷却风出口通过风道与二级换热器进风口连接进行热交换,所述二级换热器的出风口通过风道与冷却风进口连接,还包括静压箱,所述静压箱的背板为斜面,使得静压箱内的风道形成进风口端大的梯形,所述静压箱内部设置有多个变频风机,所述静压箱底部的进风口与二级换热器的出风口连接,所述静压箱面向冷却风进口一侧面板上设有用于给服务器送风的孔板,所述孔板沿机柜高度方向上有多排对齐排列的小孔,孔板下部每排小孔数量多、上部每排小孔数量少,所述支架的每层冷却风进口端设有一个百叶窗,所述百叶窗通过插入支架的服务器开启,当对应槽位未插入服务器时,百叶窗处于关闭状态;

所述服务器的主要发热元件上安装有液冷散热器,所述液冷散热器内的冷却液通过一级换热器进行热交换;所述主要发热元件为处理器,所述液冷散热器包括将处理器、散热片及电路板上表面整体封装在内的密封盒,所述密封盒内设有安装在处理器上、用于给处理器散热的散热翅片和防止密封盒内液体死流现象的导流板,所述密封盒内部充满绝缘冷却液,所述密封盒内部的绝缘冷却液通过循环管和一级换热器连接形成循环,并且通过循环泵实现绝缘冷却液的循环。

2.根据权利要求1所述的浸没式液冷和循环风冷结合的服务器机柜散热系统,其特征在于:所述密封盒设有防漏液的进液接头和出液接头,所述进液接头和出液接头通过循环管和一级换热器连接形成循环。

3.根据权利要求2所述的浸没式液冷和循环风冷结合的服务器机柜散热系统,其特征在于:所述机柜柜体内设置有温度控制系统,所述温度控制系统包括多个温度传感器和控制器,所述支架上的冷却风出口和密封盒内设置有实时采集出风温度和密封盒内绝缘冷却液温度的温度传感器,所述温度传感器通过控制器与变频风机和循环泵连接。

4.根据权利要求1所述的浸没式液冷和循环风冷结合的服务器机柜散热系统,其特征在于:所述支架的每层冷却风进口端设有一个百叶窗,所述百叶窗通过插入支架的服务器开启。

5.根据权利要求1所述的浸没式液冷和循环风冷结合的服务器机柜散热系统,其特征在于:所述支架在冷却风进口端设有风挡,所述风挡在每层冷却风进口上设有一个百叶窗。

浸没式液冷和循环风冷结合的服务器机柜散热系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种信息技术(IT)设备散热冷却系统,具体地涉及一种浸没式液冷和循环风冷结合的服务器机柜散热系统。

背景技术

[0002] 互联网数据中心(Internet Data Center,IDC)机房已成为国民经济发展中的重要组成部分,是推进国家科技工业信息化和数字化的基础设施。随着数据中心规模的增大以及高发热功率刀片式服务器的普及,机柜热密度急剧增长,一方面,高热密度服务器的散热成为亟待解决的问题,若处理不慎,可能由于设备过热而导致设备停机,造成巨大损失;另一方面,散热所需的制冷设备功率成倍提高,进一步增加数据中心的能源消耗。

[0003] 数据中心设备正常运行时,通常要求机房环境温度维持在在30℃以下。传统散热方式中,数据中心机柜采用前后柜门开孔通透的方式,将机柜完全敞开在机房当中,机房内部布置有制冷空调系统。机房地板下有用于流通冷风的通道,每台机柜前布置开孔地板。冷却过程为制冷空调系统将冷风经由架空地板输送至机房内,对整个机房空间进行降温冷却,从而对机柜内的各种发热元件来进行降温。传统散热方式降温效率低,且存在机柜内局部热点、冷热不均等问题。服务器中主要发热元件处理器释放巨大的热量,为了将这部分热量带走,通常要求降低空调送风温度并加大送风量,这将引起服务器上其发热量不高的元件处于被过度冷却的状态,造成能源的浪费。

发明内容

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明的目的是提供一种浸没式液冷和循环风冷结合的服务器机柜散热系统,该系统采用气—液联合冷却的方式对服务器不同发热密度区域进行独立冷却,封闭式循环空气流道设计,减少冷量输运过程的损失,消除机柜局部热点,提高机柜的整体散热效率,减少数据中心能耗,可作为针对性降温的服务器机柜使用。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:浸没式液冷和循环风冷结合的服务器机柜散热系统,包括设有多个可开启柜门、且柜门关闭时与机柜密封连接的机柜柜体,所述机柜柜体内设有插装服务器的多层支架、用于给服务器散热的二级换热器和给服务器上主要发热元件散热的一级换热器,所述二级换热器和一级换热器通过冷媒水与设置在外界的制冷装置进行热交换,所述支架上每层的一侧设有服务器插入口、也是冷却风出口,另一侧为冷却风进口,所述冷却风出口通过风道与二级换热器进风口连接进行热交换,所述二级换热器的出风口通过风道与冷却风进口连接,所述服务器的主要发热元件上安装有液冷散热器,所述液冷散热器的循环管内的冷却液通过一级换热器进行热交换,冷却液优选绝缘冷却液,此绝缘冷却液为电绝缘冷却液。所述柜门可开启以便于日常维修和服务器的装卸,循环管包括供液管、回液管,所述供液管和回液管连接所述一级换热器,所述供液管连接一级换热器壳程出口,顶端封口;所述回液管呈倒置“U”型,一端封口,一端连接一级换热器壳程进口,从而使液体循环管路构成同程连接系统。本装置的冷媒水首先进入一级换热

器换热，然后进入与之串联的二级换热器冷却，冷媒水的梯级利用能够进一步提高机柜紧凑性。

[0006] 进一步的，包括静压箱，所述静压箱内部设置有多个变频风机，所述静压箱的进风口与二级换热器的出风口连接，所述静压箱面向冷却风进口一侧面板上设有用于给服务器送风的孔板型风口。优选地，静压箱的底部为进风口，面板上的孔板型风口靠下部每排小孔数量多、靠上部每排小孔数量少。二级换热器、静压箱、孔板型风口构成了封闭式冷气流通道。本机柜柜体内的服务器从背部引入冷风，经过低发热元件后从前部排出热风，热风在变频风机的驱动下送入机柜底部的二级换热器，与二级换热器中的水冷盘管完成热交换后送出，进入静压箱，冷风在静压箱内向上输运的过程中从孔板型风口流出，进入服务器，完成空气循环过程。

[0007] 进一步的，所述静压箱的背板为斜面，使得静压箱内的风道形成进风口端大的梯形。

[0008] 进一步的，所述主要发热元件为处理器。

[0009] 进一步的，所述液冷散热器包括将处理器、散热片及电路板上表面整体封装在内的密封盒，密封盒内处理器与散热片的边缘之间留有空隙以便于散热，所述密封盒内设有用于给处理器散热的散热翅片和防止液体死流现象的导流板，所述密封盒内部充满绝缘冷却液，所述进液接头和出液接头通过循环管和一级换热器连接，并且通过循环泵实现绝缘冷却液的循环。绝缘冷却液由供液管进入服务器所连接的供液软管，进而进入密封盒内，与处理器上翅片散热器换热后经回液软管流出密封盒，汇集到回液管。绝缘冷却液在循环泵的作用下回到一级换热器内，由冷媒水冷却，完成液体循环过程。由于绝缘冷却液的换热性能远高于空气，能够将处理器等高发热元件迅速且均匀冷却，从而避免机柜内产生局部热点；此外，绝缘冷却液取代部分循环空气作为换热工质能够有效减小换热器换热面积，进而缩小服务器机柜体积，提高机房面积利用率。一级换热器内冷媒水与绝缘冷却液换热，一级换热器冷媒水出口温度升高，有利于降低二级换热器结露的风险。

[0010] 进一步的，所述密封盒设有防漏液的进液接头和出液接头。所述供液管和回液管均包括多个防漏液的管口，所述供液管和回液管一端连接所述密封盒上防漏液管口，另一端连接防漏液管口。

[0011] 进一步的，所述机柜柜体内设置有温度控制系统，所述温度控制系统包括多个温度传感器和控制器，所述支架上的冷却风出口和密封盒内设置有实时采集出风温度和密封盒内绝缘冷却液温度的温度传感器，所述温度传感器通过控制器与变频风机和循环泵连接。所述温度控制系统实时监控机柜内温度，当服务器出风口处的气流温度高于警戒值，控制器自动调节变频风机转速，提高循环风量；当密封盒内电绝缘液体的温度高于警戒值，控制器自动调节调速泵转速，增加循环流量。

[0012] 进一步的，所述支架的每层冷却风进口端设有一个百叶窗，所述百叶窗通过插入支架的服务器开启。当服务器插入机柜时，将对应位置风挡上的百叶窗顶开，使冷空气可以从百叶窗进入服务器。当对应槽位未插入服务器时，百叶窗处于关闭状态。风挡和百叶窗的设计，在百叶窗关闭状态下，可以隔绝服务器内的热空气和静压箱内的冷空气，提高冷量的利用率。

[0013] 进一步的，所述支架在冷却风进口端设有风挡，所述风挡在每层冷却风进口上设

有一个百叶窗。

[0014] 本发明的有益效果：

[0015] (1)采用液体循环工质(绝缘冷却液)对处理器等高发热元件及区域进行浸没式冷却,采用循环空气对其他发热元件及区域进行冷却,有效提高系统散热效率,抑制局部热点的产生,降低制冷系统的能源消耗,显著提高服务器运行安全性和可靠性；

[0016] (2)机柜封闭空气流道设计。二级换热器、静压箱、孔板、风挡组成机柜内空气循环流道,有效提高散热系统能效。风挡和百叶窗的设计,在百叶窗关闭状态下,可以隔绝服务器内的热空气和静压箱内的冷空气,提高冷量的利用率。

[0017] (3)冷媒水梯级利用设计。机柜底部两级换热器中翅片盘管串联连接,冷媒水分别对绝缘冷却液和循环空气进行冷却,提高整个制冷系统的能效,进一步提高机柜紧凑性。

[0018] (4)机柜内温度监控系统设计。实时服务器监控出风口空气温度和密封盒内绝缘冷却液温度,提高温度控制系统的精确性和及时性,保证服务器安全运行。

[0019] 综上所述,本发明将服务器不同发热密度区域进行独立冷却,对高发热区域采用密封浸没式液体冷却,对低发热区域采用循环空气进行冷却,有效提高系统散热效率,抑制局部热点的产生,降低制冷系统的能源消耗。

附图说明

[0020] 图1是本发明中的整体外观图。

[0021] 图2是本发明中的右视剖面图。

[0022] 图3是本发明中的左视剖面图。

[0023] 图4是本发明中的轴测剖面图。

[0024] 图5是本发明中的俯视剖面图。

[0025] 图6是本发明中静压箱结构示意图。

[0026] 图7是本发明中管路系统同程连接示意图。

[0027] 图8是本发明中服务器俯视剖面图。

[0028] 图9是本发明中处理器密封盒结构示意图。

[0029] 附图标记说明

[0030] 1 机柜柜体 2 机柜前门

[0031] 3 机柜侧门 4 服务器

[0032] 5 二级换热器 6 一级换热器

[0033] 7 翅片式水冷盘管 8 循环泵

[0034] 9 冷却水管 10 变频风机

[0035] 11 供液管 12 回液管

[0036] 13 静压箱 14 孔板

[0037] 15 供液软管 16 回液软管

[0038] 17 风挡 18 百叶窗

[0039] 401 密封盒 402 防漏管口

[0040] 403 散热风扇 404 内存

[0041] 405 导流板 406 翅片散热器

[0042] 407 处理器

具体实施方式

[0043] 下面结合附图对本发明的实施方式作进一步说明。附图是用来提供对本发明的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与下面的具体实施方式一起用于解释本发明,但并不构成对本发明的限制。在附图中:

[0044] 如附图1至9所示,浸没式液冷和循环风冷结合的服务器机柜,包括机柜柜体1、机柜前门2、机柜侧门3、服务器4;机柜柜体底部设置有一级换热器6和二级换热器5,两级换热器中均布置有翅片式水冷盘管7,且两级换热器中水冷盘管串联连接;其中一级换热器中壳程工质为绝缘冷却液,二级换热器壳程工质为空气;冷却水管9与换热器中水冷盘管相连接;机柜柜体后部设置静压箱13,静压箱底部与二级换热器相连接,箱体前部集成孔板14;静压箱后部为斜面设计,在箱体下部水平安装多个变频风机10;机柜柜体中部竖直布置风挡17,风挡由下至上有多个活动的百叶窗18;绝缘冷却液供液管11和回液管12连接一级换热器,其中供液管与一级换热器之间设置有调速泵;供液与回液管路上引出多组供液软管15和回液软管16与服务器4上防漏液管口402相连接;绝缘冷却液供液管由下至上供液,回液管由下至上集液,在机柜柜体顶端弯折后返回一级换热器,管路系统构成同程连接;服务器4上包括密封盒401、防漏液管口402、散热风扇403、内存404;其中密封盒内包括处理器407、翅片散热器406、导流板405;温度传感器(图中未画出)设置在服务器出风口和密封盒内。

[0045] 进一步的,所述机柜柜体由上盖、底座、两个可活动的侧门、前门和后门围成的封闭式的长方体柜体,所述侧板可开启以便于日常维修和服务器的装卸;所述服务器模块包括多个服务器、供服务器安装的导轨、风挡;所述服务器中的处理器上加装翅片散热器,并封装成密封盒401,其中充满电绝缘液体;所述密封盒401上设置有两个布置在同侧的进液接头和出液接头;所述风挡上设置有与冷却风进口位置对应的百叶窗18;所述换热器模块安装在机柜底部,包括一级换热器6和二级换热器5,所述一级换热器6为液-液换热器,管程工质为冷媒水,壳程工质为电绝缘溶液;所述二级换热器为气—液换热器,管程工质为冷媒水,壳程工质为空气;两级换热器内部均布置有翅片盘管且构成串联连接;

[0046] 所述静压箱13安装在机柜后部,进一步地,所述静压箱13后部为斜面设计,所述静压箱13底部进风口与所述二级换热器的出风口相连接;所述静压箱13朝向服务器一侧集成有孔板型风口,所述孔板沿机柜高度方向上有多排对齐排列的小孔,孔板下部每排小孔数量多、上部每排小孔数量少;

[0047] 与所述密封盒401连接的循环管包括供液管11、回液管12、多条供液软管15、回液软管16、冷却水管;所述供液管和回液管连接所述一级换热器,所述供液管底端连接一级换热器壳程出口,顶端封口;所述回液管呈倒置“U”型,一端封口,一端连接一级换热器壳程进口,从而使液体循环管路构成同程连接系统;所述供、回液管均包括多个防漏液的管口,所述供、回液软管一端连接所述密封盒上防漏液管口,另一端穿过百叶窗连接供、回液管上防漏液管口;所述冷却水管从柜外引入柜内,并与一级换热器中翅片盘管连接;所述温度控制系统包括多个温度传感器、控制器、多个变频风机和调速泵;所述多个温度传感器布置于机柜内部和所述密封盒内;所述变频风机水平布置,安装在所述静压箱内部;所述调速泵安装

在机柜底部且与所述供液管相连接。

[0048] 二级换热器、静压箱、孔板和风挡构成了封闭式冷气流通道。服务器等IT设备从背部引入冷风，经过低发热元件后从前部排出热风；热风在变频风机的驱动下送入机柜底部的二级换热器，与换热器中的水冷盘管完成热交换后送出，进入静压箱；冷风在静压箱内向上输运的过程中从孔板流出，从风挡上的百叶窗进入服务器，完成空气循环过程。当服务器插入机柜时，将对应位置风挡上的百叶窗顶开，使冷空气可以从百叶窗进入服务器。当对应槽位未插入服务器时，百叶窗处于关闭状态。风挡和百叶窗的设计，在百叶窗关闭状态下，可以隔绝服务器内的热空气和静压箱内的冷空气，提高冷量的利用率。

[0049] 服务器中的处理器等高发热元件封装在密封盒内，盒内充满电绝缘液。电绝缘液由供液管进入服务器所连接的供液软管，进而进入密封盒内，与处理器上翅片散热器换热后经回液软管流出密封盒，汇集到回液管。电绝缘液在循环泵的作用下回到一级换热器内，由冷媒水冷却，完成液体循环过程。由于电绝缘液的换热性能远高于空气，能够将处理器等高发热元件迅速且均匀冷却，从而避免机柜内产生局部热点；此外，绝缘冷却液取代部分循环空气作为换热工质能够有效减小换热器换热面积，进而缩小服务器机柜体积，提高机房面积利用率。冷媒水首先进入一级换热器冷却电绝缘液体换热，然后进入与之串联的二级换热器冷却热空气，冷媒水的梯级利用能够进一步提高机柜紧凑性。一级换热器内冷媒水与电绝缘液换热，一级换热器冷媒水出口温度升高，有利于降低二级换热器结露的风险。

[0050] 所述温度控制系统实时监控机柜内温度。服务器前部出风口和密封盒内处理器附近设置有温度传感器。当服务器出风口处的气流温度高于警戒值，控制器自动调节变频风机转速，提高循环风量；当密封盒内电绝缘液体的温度高于警戒值，控制器自动调节调速泵转速，增加循环流量。

[0051] 本发明的浸没式液冷和循环风冷结合的服务器机柜散热系统的工作过程如下：

[0052] 服务器沿机柜内设置的水平导轨插入机柜，将风挡上与服务器对应的百叶窗顶开，构成空气循环通路；冷气流在机柜底部变频风机的驱动下从二级换热器送入静压箱内部；由于静压箱底部靠近风机处竖直方向速度较大，不利于空气向孔板方向流动，孔板上部小孔数少、下部小孔数多的设计有利于增加机柜底部向孔板方向的送风量；静压箱内循环空气向上输送过程中，气流从孔板不断流出，导致静压箱内空气流量逐渐减小，静压箱后部的斜面设计减小气流流通截面，有利于增加机柜上部送风速度；孔板和静压箱斜面设计有利于提高孔板处横向送风的均匀性，改善散热效果。风挡的设计使得循环空气只能从开启的百叶窗流入服务器，而没有插入服务器的百叶窗处于关闭状态，循环空气无法通过。

[0053] 绝缘冷却液在调速泵的作用下从一级换热器流进供液管中向上流动，经由供液软管进入服务器处理器密封盒内；在导流板的引导下，绝缘冷却液与处理器换热后出密封盒，并由回液管收集，再进入一级换热器被冷媒水冷却。供液管和回液管同程连接的设计有利于机柜沿高度方向的水力平衡。

[0054] 当服务器出风口的温度传感器所采集的温度高于设定的警戒值，控制器提高变频风机的转速，加快机柜内气体循环速度，将服务器出口风温降低到安全的范围；当处理器密封盒内的温度传感器所采集的温度高于所设定的警戒值，控制器加快调速泵的循环转速，提高密封盒内的热交换速率，加快处理器的降温速度，使处理器温度降到安全的范围。

[0055] 以上对本发明的优选实施方式进行了说明，但本发明并不限定于所述实施例。对

本领域的技术人员来说,在权利要求书所记载的范畴内,显而易见地能够想到各种变更例或者修正例,当然也属于本发明技术范畴。

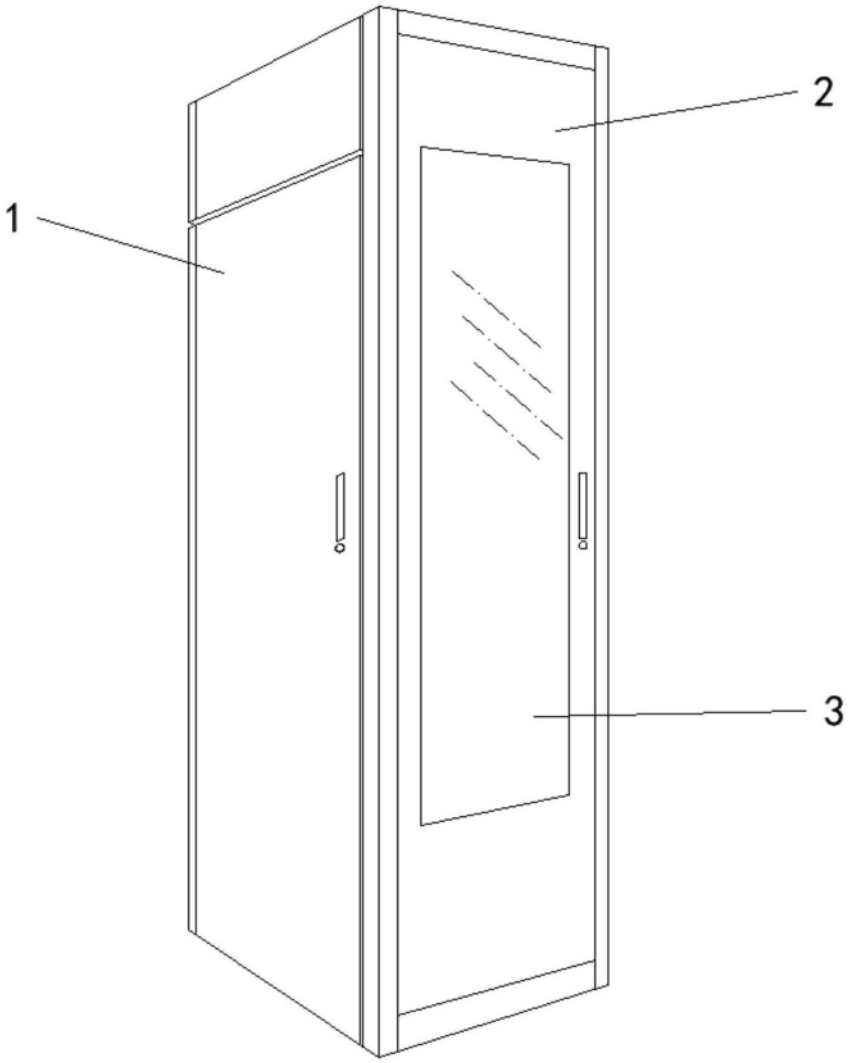


图1

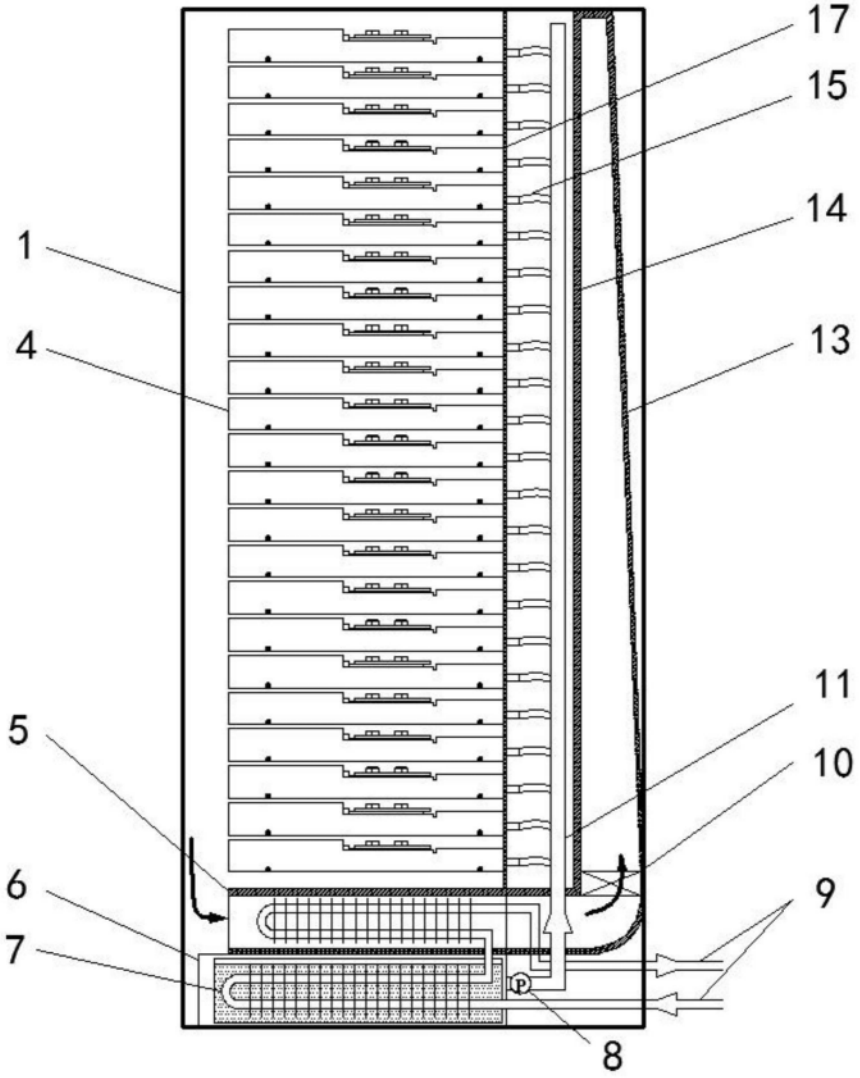


图2

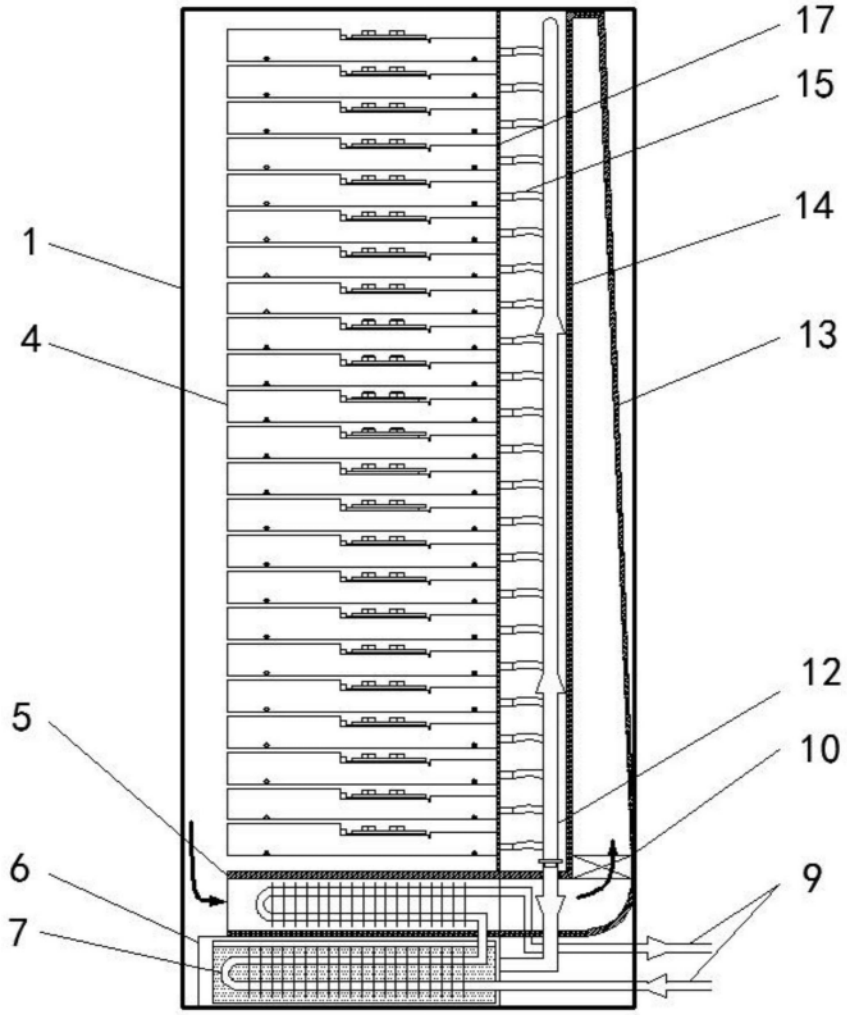


图3

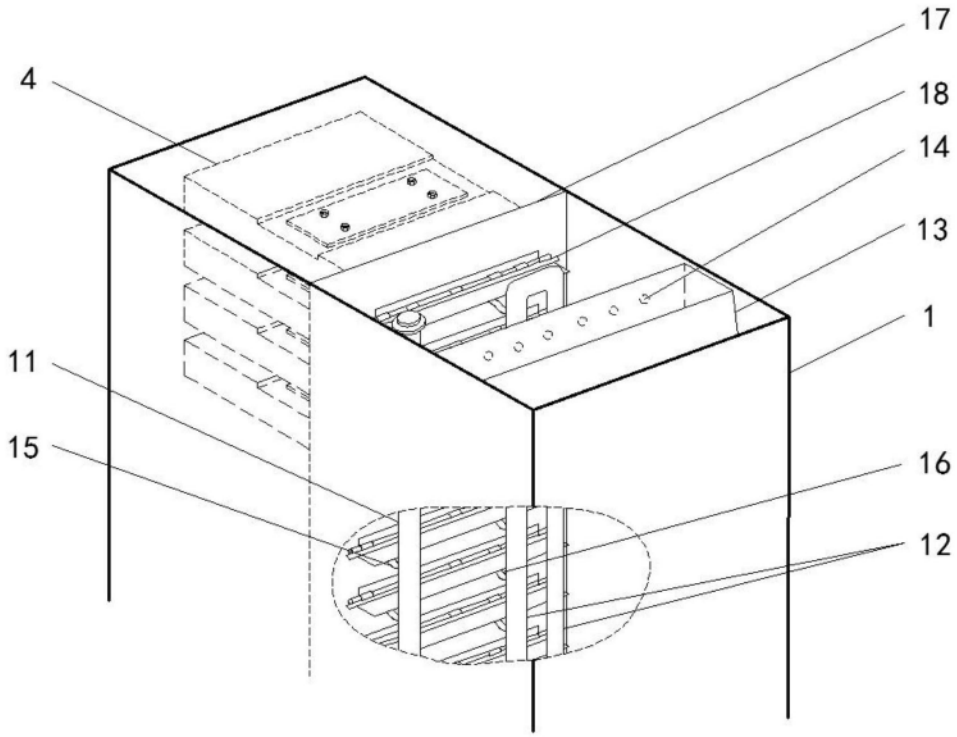


图4

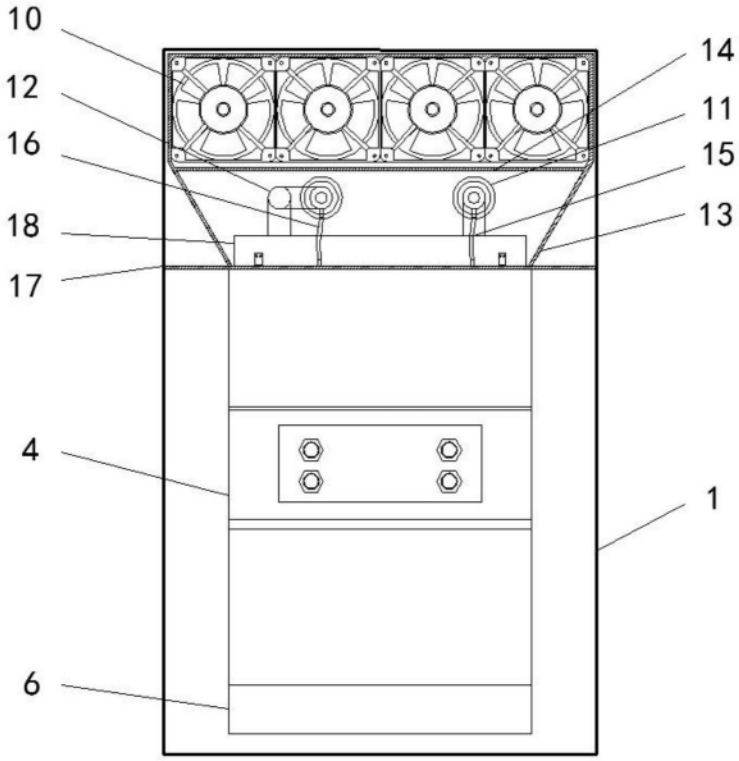


图5

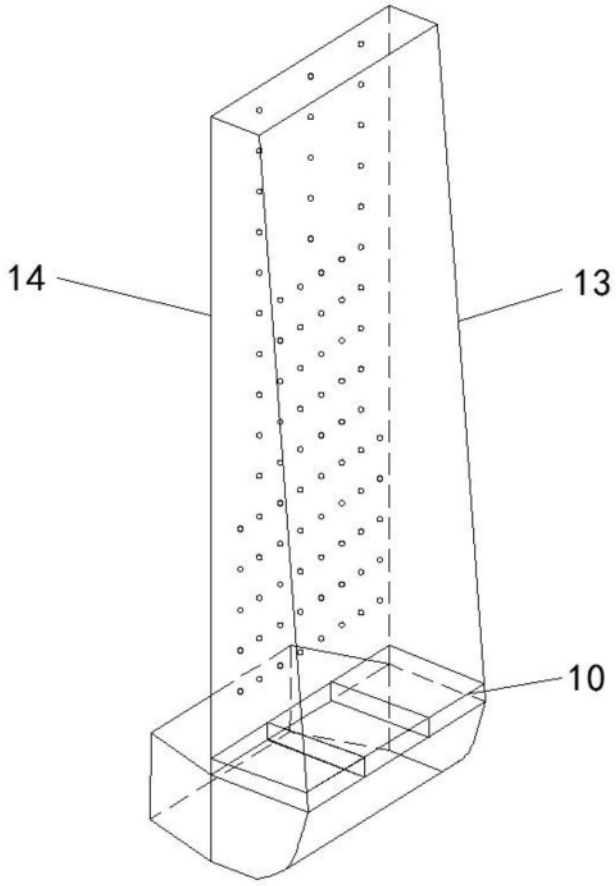


图6

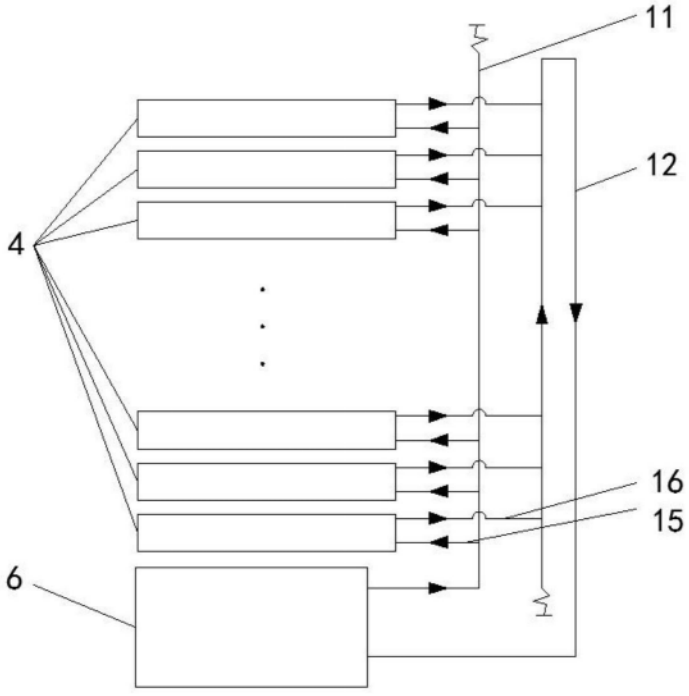


图7

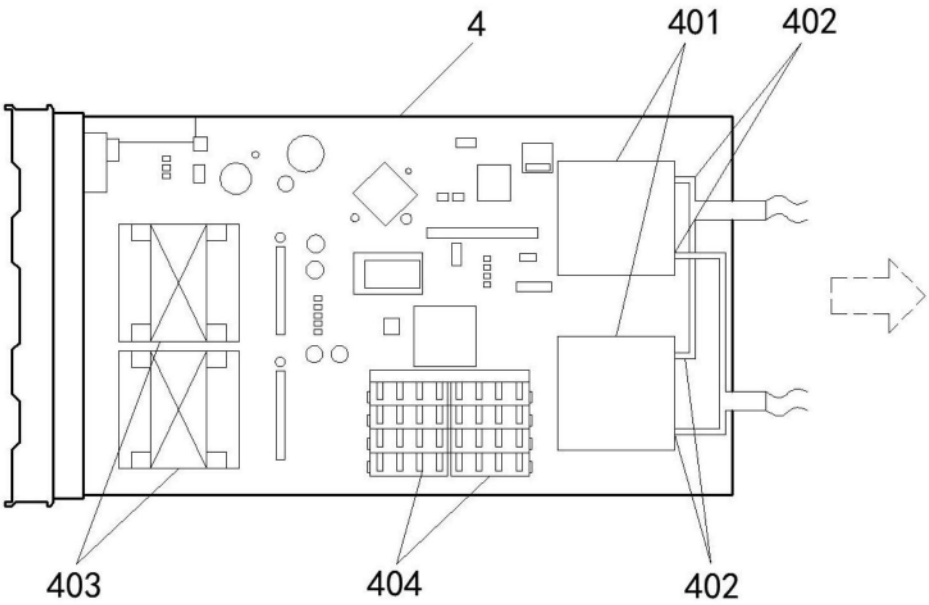


图8

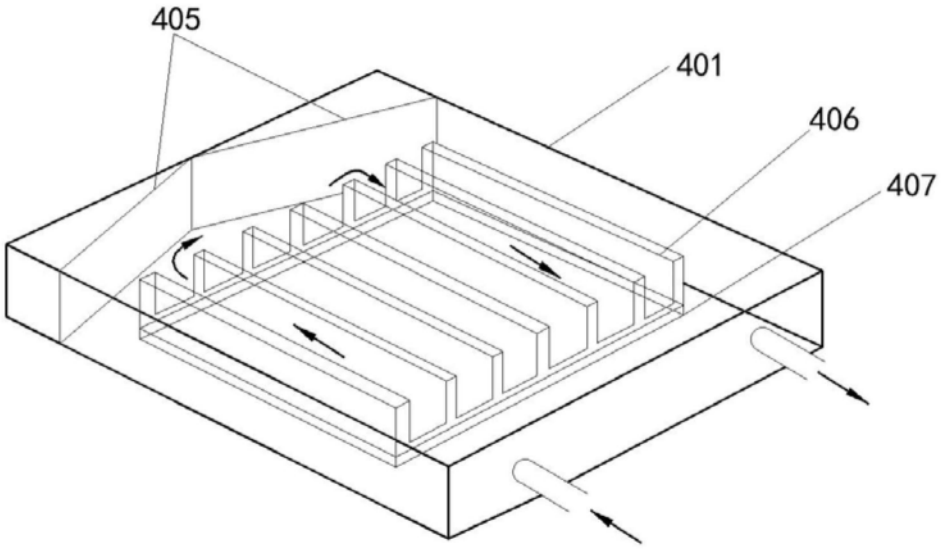


图9