



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109769381 A

(43)申请公布日 2019.05.17

(21)申请号 201910156379.8

(22)申请日 2019.03.01

(71)申请人 深圳市建恒测控股份有限公司

地址 518000 广东省深圳市南山区学苑大道1001号南山智园A5栋12楼

(72)发明人 肖聪

(74)专利代理机构 深圳市君之泉知识产权代理有限公司 44366

代理人 吕战竹

(51) Int. Cl.

H05K 7/20(2006.01)

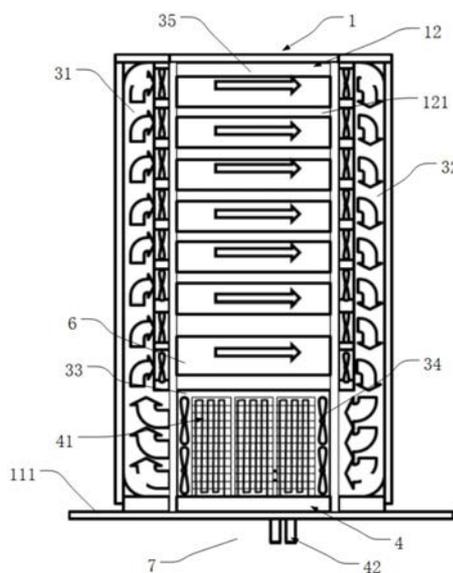
权利要求书4页 说明书10页 附图4页

(54)发明名称

散热系统及其控制方法、电子设备

(57)摘要

本申请公开了一种散热系统及其控制方法、电子设备。散热系统包括风冷装置、水冷装置和热管理模块；风冷装置设置于器件容置腔的腔壁与柜体的外壳之间，包括依次连通的第一风道、第三风道和第二风道；水冷装置包括热交换器件、流通管道、散热量检测模块和流量调节模块，热交换器件设置于所述第三风道内；散热量检测模块、流量调节模块和热交换器件均设置于流通管道上；热管理模块与散热量检测模块和流量调节模块均信号连接，以根据器件总能耗和和散热量检测模块的信息控制流量调节模块工作和/或控制所述风冷装置工作。本申请能够提高机柜的散热效率，从而提高电子设备的能效，尽可能实现电子设备的热/功平衡。



CN 109769381 A

1. 一种散热系统,用于对机柜进行散热,所述机柜包括柜体和设置于所述柜体内的器件容置腔;其特征在于,所述散热系统包括风冷装置、水冷装置和热管理模块;

所述风冷装置设置于所述器件容置腔的腔壁与所述柜体的外壳之间,包括依次连通的第一风道、第三风道和第二风道,他们与所述器件容置腔共同形成循环风道;

所述水冷装置包括热交换器件、流通管道、散热量检测模块和流量调节模块,所述热交换器件设置于所述第三风道内;所述散热量检测模块、所述流量调节模块和所述热交换器件均设置于所述流通管道上;所述散热量检测模块用于检测所述水冷装置的实际散热量;

所述热管理模块与所述散热量检测模块、所述流量调节模块均信号连接,以根据所述机柜内的器件总能耗和所述散热量检测模块的信息控制所述流量调节模块工作和/或控制所述风冷装置工作。

2. 根据权利要求1所述的散热系统,其特征在于,所述散热量检测模块包括流量计、第一温度检测单元、第二温度检测单元,所述流量计设置于所述流通管道上,所述第一温度检测单元和所述第二温度检测单元分别设置于所述热交换器件的入口侧和出口侧;所述第一温度检测单元、所述第二温度检测单元和所述流量计均与所述热管理模块信号连接。

3. 根据权利要求2所述的散热系统,其特征在于,所述流量计设置于所述出口侧;所述流量调节模块设置于所述入口侧。

4. 根据权利要求2所述的散热系统,其特征在于,所述流量计为超声波流量计。

5. 根据权利要求1所述的散热系统,其特征在于,所述流量调节模块包括调速泵;或者,所述流量调节模块包括调节阀。

6. 根据权利要求1所述的散热系统,其特征在于,所述流通管道的入口端和出口端分别设置有开关阀。

7. 根据权利要求1所述的散热系统,其特征在于,所述流通管道的入口端和出口端与二次冷冻水管路或者一次冷冻水管路连通。

8. 根据权利要求1所述的散热系统,其特征在于,所述热交换器包括盘管结构。

9. 根据权利要求8所述的散热系统,其特征在于,沿所述第三风道的气体流向,所述盘管结构设置有多个。

10. 根据权利要求1-9任一项所述的散热系统,其特征在于,所述第一风道、所述第二风道和所述第三风道中的至少一者设置有气流产生器件;所述热管理模块还与所述气流产生器件信号连接。

11. 根据权利要求10所述的散热系统,其特征在于,所述第一风道和所述第二风道分别设置有形成阵列的多个所述气流产生器件。

12. 根据权利要求11所述的散热系统,其特征在于,设置于第一风道内的气流产生器件为第一气流产生器件组;设置于第二风道内的气流产生器件为第二气流产生器件组;所述第三风道内设置有所述气流产生器件,定义为第三气流产生器件组;所述第一气流产生器件组、第二气流产生器件组和所述第三气流产生器件组通过所述热管理模块单独控制。

13. 根据权利要求10所述的散热系统,其特征在于,在所述第三风道内,所述热交换器件沿气体流向的相对两侧均设置有所述气流产生器件。

14. 根据权利要求11-13任一项所述的散热系统,其特征在于,所述风冷装置还包括第四风道,所述第一风道和所述第二风道设置于所述器件容置腔相对的两侧;所述第一风道、

所述第四风道、所述第二风道和所述第三风道首尾顺次连通,形成循环风道。

15. 根据权利要求14所述的散热系统,其特征在于,沿所述机柜的高度方向,所述器件容置腔具有多个子空间,相邻两个子空间之间以及所述子空间与所述器件容置腔的腔壁之间形成所述第四风道。

16. 根据权利要求15所述的散热系统,其特征在于,各所述第四风道沿气体流向的两侧分别设置有气流产生器件。

17. 根据权利要求15所述的散热系统,其特征在于,各所述第四风道均设置有第四温度检测单元,所述第四温度检测单元与所述热管理模块信号连接,各所述第四风道相对应的所述气流产生器件单独控制。

18. 根据权利要求14所述的散热系统,其特征在于,所述器件容置腔上与所述第一风道、所述第二风道相邻的两个侧壁呈格栅结构,所述第一风道和所述第二风道分别通过与其相邻的格栅结构连通于所述第四风道。

19. 根据权利要求1-14任一项所述的散热系统,其特征在于,还包括设置于所述机柜内的多个第三温度检测单元,用于检测机柜内的空气温度,所述第三温度检测单元与所述热管理模块信号连接。

20. 根据权利要求1-14任一项所述的散热系统,其特征在于,所述机柜的外壳包括隔热结构,以隔离外界与所述机柜内部的热传递。

21. 一种电子设备,具有机柜,其特征在于,还包括权利要求1-20任一项所述的散热系统,所述散热系统设置于所述机柜内。

22. 根据权利要求21所述的电子设备,其特征在于,所述电子设备为计算机机柜设备或者数据中心设备。

23. 一种根据权利要求1-22任一项所述的散热系统的控制方法,其特征在于,包括步骤:

获得所述水冷装置的实际散热量和所述机柜内的器件总能耗;

根据所述实际散热量与所述器件总能耗控制所述水冷装置的介质流量和/或控制所述风冷装置的循环风量。

24. 根据权利要求23所述的控制方法,其特征在于,获得所述水冷装置的实际散热量的过程具体包括:

检测所述热交换器件入口侧和出口侧的温度差,并获取所述热交换器件的当前介质流量;

所述实际散热量 $Q_1 = \text{当前介质流量} * \text{温度差} * \text{介质的比热容}$ 。

25. 根据权利要求23所述的控制方法,其特征在于,根据所述实际散热量与所述总能耗控制所述水冷装置的介质流量/或控制所述风冷装置的循环风量的过程具体包括:

计算 $Q_2 = A * W + B$ ;

根据所述实际散热量 $Q_1$ 与 $Q_2$ 的大小按照PID控制方法控制所述介质流量/或控制所述风冷装置的循环风量,使 $Q_1$ 与 $Q_2$ 差值的绝对值小于预设值;

其中, $W$ 为所述总能耗, $A$ 为散热系数, $B$ 为常数。

26. 根据权利要求25所述的控制方法,其特征在于,当机柜内的空气温度大于目标温度时, $A$ 大于1;当机柜内的空气温度小于或者等于目标温度时, $A$ 小于1。

27. 根据权利要求26所述的控制方法,其特征在于,所述散热系统还包括多个第三温度检测单元,各所述第三温度检测单元分布于机柜内的不同位置,所述控制方法还包括:

检测各所述第三温度检测单元的空气温度;

若任一所述空气温度超出预设温度范围,则调整散热系数A。

28. 根据权利要求24所述的控制方法,其特征在于,所述第一风道、所述第二风道和所述第三风道分别设置有第一气流产生器件组、第二气流产生器件组和第三气流产生器件组;所述根据所述实际散热量与所述器件总能耗控制控制所述风冷装置的风量,具体为:

根据所述实际散热量与所述器件总能耗分别控制所述第一气流产生器件组、所述第二气流产生器件组和所述第三气流产生器件组的转速。

29. 根据权利要求28所述的控制方法,其特征在于,所述器件容置腔具有多个子空间,相邻两个子空间之间以及所述子空间与所述器件容置腔的腔壁之间形成第四风道,所述第一风道、所述第四风道、所述第二风道和所述第三风道首尾顺次连通,形成循环风道;各所述第四风道均设置有第四温度检测单元;所述第一气流产生器件组和所述第二气流产生器件组分别包括多个气流产生器件;

所述第一气流产生器件组和所述第二气流产生器件组中各所述气流产生器件的转速根据与其对应的所述第四温度检测单元的检测结果进行控制。

30. 一种散热系统,用于对封闭的机柜进行散热,所述机柜包括柜体和设置于所述柜体内的器件容置腔;其特征在于,所述散热系统包括风冷装置、水冷装置和热管理模块;其中,

所述水冷装置包括热交换器件,用于将冷冻水引入所述机柜;

所述风冷装置包括气流产生器件,用于使所述机柜内的空气循环流经所述热交换器件和所述器件容置腔,以便分别进行热交换;

所述风冷装置、所述水冷装置均与所述热管理模块信号连接,所述热管理模块用于获得所述机柜内的器件总能耗和所述水冷装置的实际散热量,并根据所述总能耗和所述实际散热量动态控制所述水冷装置的介质流量和/或所述风冷装置的循环风量。

31. 根据权利要求30所述的散热系统,其特征在于,所述水冷装置还包括用于检测实际散热量的散热量检测模块,所述散热量检测模块包括流量计、第一温度检测单元、第二温度检测单元,所述流量计设置于所述流通管道上,所述第一温度检测单元和所述第二温度检测单元分别设置于所述热交换器件的入口侧和出口侧;所述第一温度检测单元、所述第二温度检测单元和所述流量计均与所述热管理模块信号连接。

32. 根据权利要求31所述的散热系统,其特征在于,所述流量计为超声波流量计。

33. 根据权利要求30所述的散热系统,其特征在于,所述水冷装置还包括用于调节介质流量的流量调节模块,所述流量调节模块包括调速泵;或者,所述流量调节模块包括调节阀。

34. 根据权利要求30-33任一项所述的散热系统,其特征在于,所述风冷装置包括首尾顺次连通的第一风道、第四风道、第二风道和第三风道,所述第一风道和所述第二风道设置于所述器件容置腔相对的两侧。

35. 根据权利要求34所述的散热系统,其特征在于,沿所述机柜的高度方向,所述器件容置腔具有多个子空间,相邻两个子空间之间以及所述子空间与所述器件容置腔的腔壁之间形成所述第四风道。

36. 根据权利要求34所述的散热系统,其特征在于,各所述第四风道沿气体流向的两侧分别设置有气流产生器件。

## 散热系统及其控制方法、电子设备

### 技术领域

[0001] 本申请涉及电子技术领域,特别是一种散热系统及其控制方法、电子设备。

### 背景技术

[0002] 随着科技的发展,数据中心正在呈指数级高速发展,其能耗已经引起设备的关注。数据中心的能效与动态散热已成为数据中心的头号挑战之一。目前的散热方式类似于建筑的中央空调,使得大量能耗浪费在无效的室内空气中,不利于提升能效;且现有的这种方式造成散热平均性和温控滞后,带来严重的热/功不平衡。

### 发明内容

[0003] 有鉴于此,本申请的目的是提供一种散热系统及其控制方法、电子设备,以提高散热效率,从而提高相应的电子设备的能效,尽可能实现电子设备的热/功平衡。

[0004] 为达到上述目的,本申请采用如下技术方案:

[0005] 本申请的第一方面提供了一种散热系统,用于对机柜进行散热,所述机柜包括柜体和设置于所述柜体内的器件容置腔;所述散热系统包括风冷装置、水冷装置和热管理模块;

[0006] 所述风冷装置设置于所述器件容置腔的腔壁与所述柜体的外壳之间,包括依次连通的第一风道、第三风道和第二风道,他们与所述器件容置腔共同形成循环风道;

[0007] 所述水冷装置包括热交换器件、流通管道、散热量检测模块和流量调节模块,所述热交换器件设置于所述第三风道内;所述散热量检测模块、所述流量调节模块和所述热交换器件均设置于所述流通管道上;所述散热量检测模块用于检测所述水冷装置的实际散热量;

[0008] 所述热管理模块与所述散热量检测模块、所述流量调节模块均信号连接,以根据所述机柜内的器件总能耗和所述散热量检测模块的信息控制所述流量调节模块工作和/或控制所述风冷装置工作。

[0009] 优选地,所述散热量检测模块包括流量计、第一温度检测单元、第二温度检测单元,所述流量计设置于所述流通管道上,所述第一温度检测单元和所述第二温度检测单元分别设置于所述热交换器件的入口侧和出口侧;所述第一温度检测单元、所述第二温度检测单元和所述流量计均与所述热管理模块信号连接。

[0010] 优选地,所述流量计设置于所述出口侧;所述流量调节模块设置于所述入口侧。

[0011] 优选地,所述流量计为超声波流量计。

[0012] 优选地,所述流量调节模块包括调速泵;或者,所述流量调节模块包括调节阀。

[0013] 优选地,所述流通管道的入口端和出口端分别设置有开关阀。

[0014] 优选地,所述流通管道的入口端和出口端与二次冷冻水管路或者一次冷冻水管路连通。

[0015] 优选地,所述热交换器包括盘管结构。

- [0016] 优选地,沿所述第三风道的气体流向,所述盘管结构设置有多个。
- [0017] 优选地,所述第一风道、所述第二风道和所述第三风道中的至少一者设置有气流产生器件;所述热管理模块还与所述气流产生器件信号连接。
- [0018] 优选地,所述第一风道和所述第二风道分别设置有形成阵列的多个所述气流产生器件。
- [0019] 优选地,设置于第一风道内的气流产生器件为第一气流产生器件组;设置于第二风道内的气流产生器件为第二气流产生器件组;所述第三风道内设置有所述气流产生器件,定义为第三气流产生器件组;所述第一气流产生器件组、第二气流产生器件组和所述第三气流产生器件组通过所述热管理模块单独控制。
- [0020] 优选地,在所述第三风道内,所述热交换器件沿气体流向的相对两侧均设置有所述气流产生器件。
- [0021] 优选地,所述风冷装置还包括第四风道,所述第一风道和所述第二风道设置于所述器件容置腔相对的两侧;所述第一风道、所述第四风道、所述第二风道和所述第三风道首尾顺次连通,形成循环风道。
- [0022] 优选地,沿所述机柜的高度方向,所述器件容置腔具有多个子空间,相邻两个子空间之间以及所述子空间与所述器件容置腔的腔壁之间形成所述第四风道。
- [0023] 优选地,各所述第四风道沿气体流向的两侧分别设置有气流产生器件。
- [0024] 优选地,各所述第四风道均设置有第四温度检测单元,所述第四温度检测单元与所述热管理模块信号连接,各所述第四风道相对应的所述气流产生器件单独控制。
- [0025] 优选地,所述器件容置腔上与所述第一风道、所述第二风道相邻的两个侧壁呈格栅结构,所述第一风道和所述第二风道分别通过与其相邻的格栅结构连通于所述第四风道。
- [0026] 优选地,还包括设置于所述机柜内的多个第三温度检测单元,用于检测机柜内的空气温度,所述第三温度检测单元与所述热管理模块信号连接。
- [0027] 优选地,所述机柜的外壳包括隔热结构,以隔离外界与所述机柜内部的热传递。
- [0028] 本申请的第二方面提供了一种电子设备,具有机柜,还包括上述任一项所述的散热系统,所述散热系统设置于所述机柜内。
- [0029] 优选地,所述电子设备为计算机机柜设备或者数据中心设备。
- [0030] 本申请的第三方面提供了一种上述任一项所述的散热系统的控制方法,其特征在于,包括步骤:
- [0031] 获得所述水冷装置的实际散热量和所述机柜内的器件总能耗;
- [0032] 根据所述实际散热量与所述器件总能耗控制所述水冷装置的介质流量和/或控制所述风冷装置的循环风量。
- [0033] 优选地,获得所述水冷装置的实际散热量的过程具体包括:
- [0034] 检测所述热交换器件入口侧和出口侧的温度差,并获取所述热交换器件的当前介质流量;
- [0035] 所述实际散热量 $Q_1 = \text{当前介质流量} \times \text{温度差} \times \text{介质的比热容}$ 。
- [0036] 优选地,根据所述实际散热量与所述总能耗控制所述水冷装置的介质流量/或控制所述风冷装置的循环风量的过程具体包括:

[0037] 计算 $Q_2 = A * W + B$ ;

[0038] 根据所述实际散热量 $Q_1$ 与 $Q_2$ 的大小按照PID控制方法控制所述介质流量/或控制所述风冷装置的循环风量,使 $Q_1$ 与 $Q_2$ 差值的绝对值小于预设值;

[0039] 其中, $W$ 为所述总能耗, $A$ 为散热系数, $B$ 为常数。

[0040] 优选地,当机柜内的空气温度大于目标温度时, $A$ 大于1;当机柜内的空气温度小于或者等于目标温度时, $A$ 小于1。

[0041] 优选地,所述散热系统还包括多个第三温度检测单元,各所述第三温度检测单元分布于机柜内的不同位置,所述控制方法还包括:

[0042] 检测各所述第三温度检测单元的空气温度;

[0043] 若任一所述空气温度超出预设温度范围,则调整散热系数 $A$ 。

[0044] 优选地,所述第一风道、所述第二风道和所述第三风道分别设置有第一气流产生器件组、第二气流产生器件组和第三气流产生器件组;所述根据所述实际散热量与所述器件总能耗控制控制所述风冷装置的风量,具体为:

[0045] 根据所述实际散热量与所述器件总能耗分别控制所述第一气流产生器件组、所述第二气流产生器件组和所述第三气流产生器件组的转速。

[0046] 优选地,所述器件容置腔具有多个子空间,相邻两个子空间之间以及所述子空间与所述器件容置腔的腔壁之间形成第四风道,所述第一风道、所述第四风道、所述第二风道和所述第三风道首尾顺次连通,形成循环风道;各所述第四风道均设置有第四温度检测单元;所述第一气流产生器件组和所述第二气流产生器件组分别包括多个气流产生器件;

[0047] 所述第一气流产生器件组和所述第二气流产生器件组中各所述气流产生器件的转速根据与其对应的所述第四温度检测单元的检测结果进行控制。

[0048] 本申请的第四方面提供了一种散热系统,用于对封闭的机柜进行散热,所述机柜包括柜体和设置于所述柜体内的器件容置腔;所述散热系统包括风冷装置、水冷装置和热管理模块;其中,

[0049] 所述水冷装置包括热交换器件,用于将冷冻水引入所述机柜;

[0050] 所述风冷装置包括气流产生器件,用于使所述机柜内的空气循环流经所述热交换器件和所述器件容置腔,以便分别进行热交换;

[0051] 所述风冷装置、所述水冷装置均与所述热管理模块信号连接,所述热管理模块用于获得所述机柜内的器件总能耗和所述水冷装置的实际散热量,并根据所述总能耗和所述实际散热量动态控制所述水冷装置的介质流量和/或所述循环风量。

[0052] 优选地,所述水冷装置还包括用于检测实际散热量的散热量检测模块,所述散热量检测模块包括流量计、第一温度检测单元、第二温度检测单元,所述流量计设置于所述流通管道上,所述第一温度检测单元和所述第二温度检测单元分别设置于所述热交换器件的入口侧和出口侧;所述第一温度检测单元、所述第二温度检测单元和所述流量计均与所述热管理模块信号连接。

[0053] 优选地,所述流量计为超声波流量计。

[0054] 优选地,所述水冷装置还包括用于调节介质流量的流量调节模块,所述流量调节模块包括调速泵;或者,所述流量调节模块包括调节阀。

[0055] 优选地,所述风冷装置包括首尾顺次连通的第一风道、第四风道、第二风道和第三

风道,所述第一风道和所述第二风道设置于所述器件容置腔相对的两侧。

[0056] 优选地,沿所述机柜的高度方向,所述器件容置腔具有多个子空间,相邻两个子空间之间以及所述子空间与所述器件容置腔的腔壁之间形成所述第四风道。

[0057] 优选地,各所述第四风道沿气体流向的两侧分别设置有气流产生器件。

[0058] 本申请提供的散热系统,设置有风冷装置和水冷装置,且在水冷装置内设置有散热量检测模块和流量调节模块,风冷装置与水冷装置进行热交换,然后根据水冷装置的散热量与电子设备的器件总能耗控制流量调节模块,以调节水冷装置的介质流量,进而实现水冷装置的散热量尽可能与器件总能耗相等,从而提高电子设备的能效。

## 附图说明

[0059] 通过以下参照附图对本申请实施例的描述,本申请的上述以及其它目的、特征和优点将更为清楚,在附图中:

[0060] 图1示出本申请提供的散热系统的一种优选实施例的正视结构示意图;

[0061] 图2示出本申请提供的散热系统的一种优选实施例的侧视结构示意图;

[0062] 图3示出本申请提供的散热系统的一种优选实施例的系统图;

[0063] 图4示出本申请提供的散热系统的另一种优选实施例的系统图;

[0064] 图5示出本申请提供的散热系统的控制方法的一种优选实施例的流程图。

[0065] 图中,

[0066] 1、机柜;11、柜体;111、底板;112、顶板;113、侧板;12、器件容置腔;121、子空间;122、栅格结构;

[0067] 2、电能表;

[0068] 3、风冷装置;31、第一风道;32、第二风道;33、第三风道;34、气流产生器件;35、第四风道;

[0069] 4、水冷装置;41、热交换器件;42、流通管道;43、散热量检测模块;431、流量计;432、第一温度检测单元;433、第二温度检测单元;44、流量调节模块;441、调速泵;442、调节阀;45、开关阀;

[0070] 5、热管理模块;51、显示屏;52、控制器;

[0071] 6、电子器件;

[0072] 7、供电电路;

[0073] 8、第三温度检测单元。

## 具体实施方式

[0074] 以下基于实施例对本申请进行描述,但是本申请并不仅仅限于这些实施例。在下文对本申请的细节描述中,详尽描述了一些特定的细节部分,为了避免混淆本申请的实质,公知的方法、过程、流程、元件并没有详细叙述。

[0075] 此外,本领域普通技术人员应当理解,在此提供的附图都是为了说明的目的,并且附图不一定是按比例绘制的。

[0076] 除非上下文明确要求,否则整个说明书和权利要求书中的“包括”、“包含”等类似词语应当解释为包含的含义而不是排他或穷举的含义;也就是说,是“包括但不限于”的含

义。

[0077] 在本申请的描述中,需要理解的是,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。此外,在本申请的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0078] 可以理解的是,本申请中所述的“前”、“后”等方位词指的是显示屏在正常工作状态下,面对显示屏时的方位。

[0079] 本申请提供了一种电子设备,如计算机机柜设备、数据中心设备等,电子设备包括机柜1和散热系统,散热系统用于对机柜1进行散热,机柜1包括柜体11和设置于柜体11内的器件容置腔12。电子设备还可以包括电子器件6,如服务器等,电子器件6设置于器件容置腔12内。

[0080] 散热系统包括风冷装置3、水冷装置4和热管理模块5;其中,水冷装置包括热交换器件41,用于将冷冻水引入机柜1;风冷装置3包括气流产生器件34,用于使机柜1内的空气循环流经热交换器件41和器件容置腔12,以便分别进行热交换,可以在风冷装置3的气流流经器件容置腔12时与器件容置腔12(具体地可以与容置腔12内的电子器件6)进行热交换,在流经热交换器件41时与热交换器件41进行热交换。风冷装置3、水冷装置4均与热管理模块5信号连接,热管理模块5用于获得机柜1内的器件总能耗W和水冷装置4的实际散热量Q1,并根据器件总能耗W和实际散热量Q1动态控制水冷装置4的介质流量和/或循环风量。

[0081] 具体地,如图1-4所示,风冷装置3设置于器件容置腔12的腔壁与柜体11的外壳之间,包括依次连通的第一风道31、第三风道33和第二风道32,他们与器件容置腔12共同形成循环风道。水冷装置4至少部分设置于第一风道31、第二风道32和第三风道33中的一者中,以实现水冷装置4与风冷装置3的热交换。水冷装置4包括热交换器件41、流通管道42、散热量检测模块43和流量调节模块44,热交换器件41设置于第三风道33内;散热量检测模块43、流量调节模块44和热交换器件41均设置于流通管道42上;散热量检测模块43用于检测水冷装置4的实际散热量;流量调节模块44设置于流通管道42上。可以理解地,上述器件总能耗W可以通过电能表2等器件获得,此时,热管理模块5与电能表2、散热量检测模块43和流量调节模块44均信号连接,以根据器件总能耗和散热量检测模块43的信息控制流量调节模块44和风冷装置3工作。

[0082] 上述散热系统的控制方法如图5所示,包括:

[0083] S100:获得水冷装置的实际散热量Q1和机柜1内的器件总能耗W,其中,水冷装置的散热量主要来源于热交换器件41,因此,上述实际散热量Q1可以简化为热交换器件41的散热量;

[0084] S200:根据实际散热量Q1与器件总能耗W控制水冷装置的介质流量和/或控制风冷装置3的风量,也就是说,可以根据实际散热量Q1和器件总能耗W仅控制介质流量,也可以仅控制风冷装置3的循环风量,或者同时控制介质流量和循环风量,其中循环风量可以通过控制气体产生器件34的转速实现。

[0085] 在电子设备实际工作时,外部电源通过供电电路7直接给电子设备供电,电能表2串联于供电电路7,能够检测电子设备的输入总电能,进而得到器件总能耗W;同时,风冷装置3与水冷装置4进行热交换,以将电子器件6发出的热量带到水冷装置4,通过散热量检测模块43检测水冷装置4的实际散热量Q1;为了避免能量浪费,根据上述控制方法通过调节水

冷装置4的介质流量,使实际散热量 $Q_1$ 尽可能与器件总能耗 $W$ 相等,从而使电子设备的热/功能够实现动态匹配和平衡,尽可能使机柜1内的温度波动最小,降低电子设备的热疲劳,提升电子器件的寿命以及整个电子设备的可靠性;同时,这种方式,减少了人工干预,降低了电子设备的使用难度。

[0086] 一种实施例中,散热系统根据机柜1内的温度变化调节散热系统的气流产生器件转速,以加快空气流动,进行散热;或者通过机柜1内的温度变化调节水冷装置的介质流量。然而,这几种实施例中,不论是通过机柜1的温度调节气流产生器件转速还是水冷装置的介质流量,均只有在机柜1内的实际温度大于或者小于预设温度后,再通过控制系统控制气流产生器件转速或者介质流量,显然,这种根据温度变化调节散热量的方式属于被动式的调节方式,存在滞后性,导致散热调节跟随不足的问题,也会造成器件总能耗的部分浪费。

[0087] 本申请的一种实施例中,考虑到电子设备的器件总能耗 $W$ 主要转换为散热量,只要实际散热量 $Q_1$ 与器件总能耗 $W$ 尽可能相等,即可使机柜1内的温度基本稳定,想到采用上述散热系统和控制方法,直接根据实际散热量 $Q_1$ 与器件总能耗 $W$ 的大小共同对水冷装置4的介质流量、风冷装置3的循环风量进行调节,使实际散热量 $Q_1$ 与器件总能耗 $W$ 尽可能达到平衡,如此,机柜1内的空气温度自然基本不会变化,显然,这种调节方式属于主动式的调节方式,且为闭环控制,不存在滞后性,能够避免上述散热调节跟随不足的问题;同时能够提高电子设备的功率密度和数据中心的建造成本。

[0088] 柜体11可以为长方体结构,包括外壳,为了防止外界的热量对机柜1内的温度造成影响,外壳包括隔热结构,具体地隔热结构可以为隔热泡棉或者隔热胶层,具体地,外壳包括相对设置的底板111和顶板112,以及连接顶板112与底板111的侧板113,底板111、侧板113和顶板112围成封闭的腔体,水冷装置4、风冷装置3、电能表2和热管理模块5均设置于该腔体内,且该腔体内设置有器件容置腔12,此时,可以设置顶板112、侧板113均设置有隔热结构,进一步地,在第一风道31和第二风道32沿机柜1的高度方向设置(下文会具体描述)时,底板111与第一风道31之间、底板111与第二风道32之间均设置有隔热结构。考虑到水冷装置4的流通管道42以及电子设备的供电电路7需要引出柜体11外部,可以设置底板111与地面之间留有间隔,即底板111隔空设置。

[0089] 机柜1内的电子器件6常常设置有多,为了便于方便对各电子器件6的取放和管理维修,沿机柜1的高度方向,器件容置腔12具有多个子空间121,以在各子空间121分别放置电子器件6。其中,高度方向以机柜1使用状态为参考。

[0090] 水冷装置4可以仅热交换器件41设置于第三风道33内,流通管道42等设置于第一风道31或者第二风道32内;也可以全部设置于第三风道33内。

[0091] 水冷装置4内的介质可以为一次冷冻水或者二次冷冻水,也可以为其他冷媒介质。在介质为一次冷冻水时,流通管道42的入口端和出口端分别与一次冷冻水管路连通,以使整个水冷装置4与冷冻水管路形成连通管路;在介质为二次冷冻水时,流通管道42的入口端和出口端均与二次冷冻水管路连通。其中,一次冷冻水指电子设备所位于的建筑内的冷冻水,二次冷冻水指经过二次热交换器的独立冷冻水。

[0092] 具体地,散热量检测模块43包括流量计431、第一温度检测单元432、第二温度检测单元433,流量计431设置于流通管道42上,用于检测流通管道42上的介质流量,第一温度检测单元432和第二温度检测单元433可以均为温度计或者其他温度传感器件等,分别设置于

热交换器件41的入口侧和出口侧,如图3、图4所示,在热交换器件41的入口侧设置第一温度检测单元432,出口侧设置第二温度检测单元433,以分别检测热交换器件41入口侧的入口温度T1和出口侧的出口温度T2;第一温度检测单元432、第二温度检测单元433和流量计431均与热管理模块5信号连接,以便将检测的介质流量、入口温度T1和出口温度T2传递给热管理模块5。

[0093] 相应地,上述步骤S100中检测水冷装置4的实际散热量Q1,具体为:

[0094] S110:检测热交换器件41入口侧和出口侧的温度差,具体地,可以分别检测入口侧的入口温度T1和出口侧的出口温度T2,并获取热交换器件41的当前介质流量;

[0095] S120:实际散热量 $Q1 = \text{当前介质流量} \times \text{温度差} |T1 - T2| \times \text{介质的比热容}$ 。

[0096] 采用这种结构,各种部件易于获取,成本比较低,能够使水冷装置4的结构更简单,且能够精确获取水冷装置4的实际散热量Q1。当然,散热量检测模块43也可以为热量检测仪等。

[0097] 具体地,可以将流量计431设置于出口侧;流量调节模块44设置于入口侧,以便于整个水冷装置4的结构布置。

[0098] 流量计431可以为普通流量计,也可以为超声波流量计,优选为超声波流量计,以降低流量计431对介质流速的影响。

[0099] 一种实施例中,流量调节模块44包括调速泵441,调速泵441与热管理模块5信号连接,如图4所示,尤其在水冷装置4的介质为二次冷冻水时,通过调速泵441调节介质流量,这种流量调节模块44只需要一个部件即可对流量进行调节,结构简单,易于水冷装置4各部件的布置。另一种实施例中,流量调节模块44包括调节阀442,调节阀442用于调节水冷装置4内的介质流量,与热管理模块5信号连接,尤其在水冷装置4的介质为一次冷冻水时,以通过调节阀442的开度调节介质流量。当然,流量调节模块44也可以同时包括调速泵441和调节阀442,以通过调节阀442和调速泵441共同调节介质流量。

[0100] 为了更好地对水冷装置4进行控制,流通管道42的入口端和出口端分别设置有开关阀45,如电磁阀,即水冷装置4还包括开关阀45,以打开或者断开水冷装置4与外界介质源的通道。

[0101] 上述热交换器件41包括盘管结构,如图3、图4所示,这种结构能够在较小的空间内增加热交换器件41的散热面积,提高风冷装置3与热交换器件41的热交换效率。

[0102] 参考图2,为了进一步增加风冷装置3与热交换器件41的热交换效率,沿第三风道33的气体流向,盘管结构设置有多个。

[0103] 另一种实施例中,热交换器件41还包括散热翅片,散热翅片与盘管结构连接,当然热交换器件41也可以仅包括散热翅片或者盘管结构。

[0104] 上述各实施例中,气流产生器件34可以为风扇,热管理模块5与气流产生器件34信号连接,以通过热管理模块5的控制,在第一风道31、第二风道32和第三风道33内形成气体流。

[0105] 具体地,第一风道31、第二风道32和第三风道33中的至少一者内设置有气流产生器件34,如仅第一风道31、第二风道32或者第三风道33设置有气流产生器件34,或者,三者中的其中两者设置有气流产生器件34;优选地,第一风道31、第二风道32和第三风道33均设置有气流产生器件34,可以将第三风道33内的气流产生器件34作为主气流产生器件,第一

风道31和第二风道32内的气流产生器件34作为辅助气流产生器件,以更好地增加气体的流动性,提高风冷装置3与水冷装置4的热交换效率。

[0106] 在第一风道31和第二风道32设置有气流产生器件34时,可以分别设置有一个或者一列气流产生器件34;也可以分别设置有多个气流产生器件34,以在第一风道31和第二风道32分别设置有形成阵列的气流产生器件34,可以定义设置于第一风道31内的多个气流产生器件34为第一气流产生器件组;设置于第二风道32内的多个气流产生器件34为第二气流产生器件组;参考图1和图2,如此能够进一步加速气体的流动性。

[0107] 在第三风道33内设置气流产生器件34时,为了更好地使风冷装置3与热交换器件41进行热交换,热交换器件41沿气体流向的相对两侧均设置有气流产生器件34,第三风道33可以设置多个气流产生器件34,形成第三气流产生器件组。进一步地,可以在热交换器件41的相对两侧分别设置多个气流产生器件34,且可以分别阵列排布,即第三气流产生器件组的各气流产生器件34阵列排布,如图3、图4所示,在热交换器件41沿气体流向的任一侧设置有四个气流产生器件34,并阵列排布。一种实施例中,可以设置第三风道33内的气流产生器件34的出风量大于第一风道31和第二风道32内气流产生器件34的出风量,以进一步增加风冷装置3与热交换器件41热交换的效率。其中,在第三风道33内,也可以仅在热交换器件41沿气体流向的单侧设置气流产生器件34,或者将气流产生器件34设置于热交换器件41相对于气体流向的一侧。

[0108] 一种实施例中,第一风道31和第二风道32设置于器件容置腔12相对的两侧,如图2所示,相对的两个侧板113与器件容置腔12分别形成第一风道31和第二风道32,即侧板113与器件容置腔12之间形成第一风道31和第二风道32,此时,底板111和器件容置腔12形成第三风道33。在机柜1的底板111所在侧,第一风道31通过第三风道33与第二风道32连通,在机柜1的顶板112所在侧,第一风道31可以通过器件容置腔12与第二风道32连通,具体地,风冷装置3还包括第四风道35,第四风道35设置于器件容置腔12,如此,第一风道31、第四风道35、第二风道32和第三风道33首尾顺次连通,形成循环风道,有利于电子器件6的散热。在该实施例中,第一风道31和第二风道32的气体流向与机柜1的高度方向基本平行。

[0109] 在器件容置腔12具有多个子空间121时,相邻两个子空间121之间以及子空间121与器件容置腔12的腔壁之间形成上述第四风道35,即第四风道35设置多个,如图2所示,在机柜1内放置好电子器件6后,相邻的两层电子器件6之间形成第四风道35,如此,能够增加气体与电子器件6的接触面积,从而使器件总能耗W能够尽可能地转换成水冷装置的实际散热量Q1,进而维持机柜1内空气温度的稳定。

[0110] 进一步地,各第四风道35沿气体流向的两侧分别设置有气流产生器件34,以保证气体流动的可控性,在第一风道31和第二风道32分别设置有气流产生器件阵列时,可以设置阵列的行为垂直于第四风道35的气体流向的方向,且垂直于第一风道31的气体流向;气流产生器件阵列中阵列的列为其所在的风道的气体流向。

[0111] 相应地,器件容置腔12上与第一风道31、第二风道32相邻的两个侧壁呈格栅结构122,如图1所示,第一风道31和第二风道32分别通过与其相邻的格栅结构122连通于第四风道35,以有利于气体流的导向,且能够增加机柜1的强度。当然,也可以第一风道31与第二风道32直接与第四风道35连通。

[0112] 需要说明的是,第四风道35也可以直接设置于器件容置腔12的外部,顶板112与器

件容置腔12之间形成第四风道,也就是说,整个风冷装置环绕器件容置腔12的外周设置。

[0113] 其中,上述第一气流产生器件组、第二气流产生器件组和第三气流产生器件组可以分别控制,即上述步骤S200中,根据实际散热量 $Q_1$ 与器件总能耗 $W$ 控制控制风冷装置的循环风量,具体为:

[0114] 根据实际散热量 $Q_1$ 与器件总能耗 $W$ 分别控制第一气流产生器件组、第二气流产生器件组和第三气流产生器件组的转速,以进一步提高电子设备的动态热/功平衡。

[0115] 上述各种方式的气流产生器件34的排布方式,不仅有利于整个风冷装置3内气体的流动性,而且能够使整个机柜1内各处的温度更均匀。

[0116] 进一步地,在设置有多个第四风道35时,各第四风道35均设置有第四温度检测单元(图中未示出),如温度计或者温度传感器件,第四温度检测单元与热管理模块5信号连接,各第四风道35内的第四温度检测单元与第四风道35两侧的气流产生器件34对应,此时,各第四风道35相对应的气流产生器件34可以单独控制,此实施例中,上述第一气流产生器件组和第二气流产生器件组中各气流产生器件34的转速可以根据与其对应的第四温度检测单元的检测结果进行控制,以对各气流产生器件34进行精确控制,从而更好地控制风冷装置3的循环风量。

[0117] 此外,考虑到实际应用中,受外界各种因素,如环境温度等的影响,实际散热量 $Q_1$ 与器件总能耗 $W$ 很难接近,不利于整个控制系统的执行,为了解决该问题,本申请的上述步骤S200具体为:

[0118] 计算 $Q_2 = A * W + B$ ;

[0119] 根据 $Q_1$ 与 $Q_2$ 的大小按照PID控制方法控制介质流量,使 $Q_1$ 与 $Q_2$ 差值的绝对值小于预设值;

[0120] 其中, $W$ 为所述器件总能耗, $A$ 为散热系数,大于零, $B$ 为常数,可以根据经验确定。当机柜1内的空气温度大于目标温度时, $A$ 大于1;当机柜1内的空气温度小于或者等于目标温度时, $A$ 小于1。上述目标温度可以是电子设备的最佳工作环境温度,也可以是综合最可靠和最节能的温度,具体地该目标温度可以由操作人员设定,也可以热管理模块5按照预设规则自动设定。

[0121] 一种实施例中,散热系统还包括设置于机柜内的第三温度检测单元8,如温度计或者温度传感器件,优选地,第三温度检测单元8与热管理模块5信号连接,以实时掌握机柜1内的空气温度。进一步地,第三温度检测单元8可以设置有多个,各第三温度检测单元设置于机柜1内的不同位置,如器件容纳腔12内、第一风道31、第二风道32、热交换器件41处等,以对机柜1内各处的空气温度进行监测,考虑到可能热交换器件41处的空气温度比较低,器件容纳腔12内的温度比较高,因此,优选地,至少在热交换器件41处以及器件容纳腔12内均设置有第三温度检测单元8,其中,位于器件容纳腔12内的第三温度检测单元8与第四温度检测单元可以共用同一温度计或者温度传感器件,以能够获得机柜1内的最高空气温度和最低空气温度。

[0122] 基于该实施例,为了更精确的控制介质流量和/或转速,上述散热系数 $A$ 可以根据空气温度进行实时调整,即上述控制方法还包括:

[0123] S300:检测各第三温度检测单元8的空气温度;

[0124] S400:若任一空气温度超出预设温度范围,则调整散热系数 $A$ ,具体调整方法可以

按照上述A的取值进行调整。其中,上述目标温度位于预设温度范围内。

[0125] 在电子设备实际使用时,A、B的数值可以预先设定一个值,然后在整个控制过程中,根据第三温度检测单元8的温度值进行实时调整,如第三温度检测单元8与热管理模块5信号连接,热管理模块5可以根据第三温度检测单元8的温度对A的数值进行实时调整,当然,也可以由操作人员根据第三温度检测单元8的温度进行调整。

[0126] 热管理模块5可以包括相互连接的显示屏51和控制器52,显示屏51用于显示电子设备的各种信息,如机柜1内的空气温度、器件总能耗W、实际散热量Q1、介质流量等;电能表2、气流产生器件34、第一温度检测单元432、第二温度检测单元433、流量计431、流量调节模块44与控制器52连接,以及第三温度检测单元8、第四温度检测单元也可以与显示屏51和/或控制器52连接。

[0127] 电子设备常常可以设置有多个散热系统,即电子设备包括多个机柜1,各机柜1均设置有上述水冷装置4、风冷装置3、电能表2和热管理模块5,各热管理模块5可以相互连接,如通过上位机连接,进行统一控制。采用这种分散式控制热量的方法,使电子设备的使用更简单。

[0128] 需要说明的是,上述各实施例中,器件容置腔12可以仅设置有耗能的电子器件6,此时器件总能耗W等于电能表2测得的输入总电能;有的电子设备还可以包括储能器件(图中未示出),如电池,储能器件也设置于器件容纳腔12内,此实施例中,输入电子设备的输入总电能,除了用于电子器件6工作外,还可以为储能器件充电,因此,器件总能耗W等于电能表2测得的输入总电能与储能器件储入的能量之差。

[0129] 另外,在器件容置腔12设置有储能器件的实施例中,储能器件可以作为动力源,为电子器件6以及热管理模块5、风冷装置3、水冷装置4提供电能,具体地,储能器件可以单独作为动力源为电子器件6以及热管理模块5、风冷装置3、水冷装置4提供电能,也可以与供电电路7共同为电子器件6以及热管理模块5、风冷装置3、水冷装置4提供电能,当储能器件单独供电时,可以通过电能表等检测储能器件的总输出电能,该总输出电能即为器件总能耗W;当储能器件与供电电路7共同供电时,器件总能耗W等于储能器件的总输出电能与供电电路7的总输入电能之和。

[0130] 总之,通过增加储能器件,能够在特殊情况,如外界突然断电等情况下,仍然保证电子设备的正常运行。

[0131] 本领域的技术人员容易理解的是,在不冲突的前提下,上述各优选方案可以自由地组合、叠加。

[0132] 应当理解,上述的实施方式仅是示例性的,而非限制性的,在不偏离本申请的基本原理的情况下,本领域的技术人员可以针对上述细节做出的各种明显的或等同的修改或替换,都将包含于本申请的权利要求范围内。

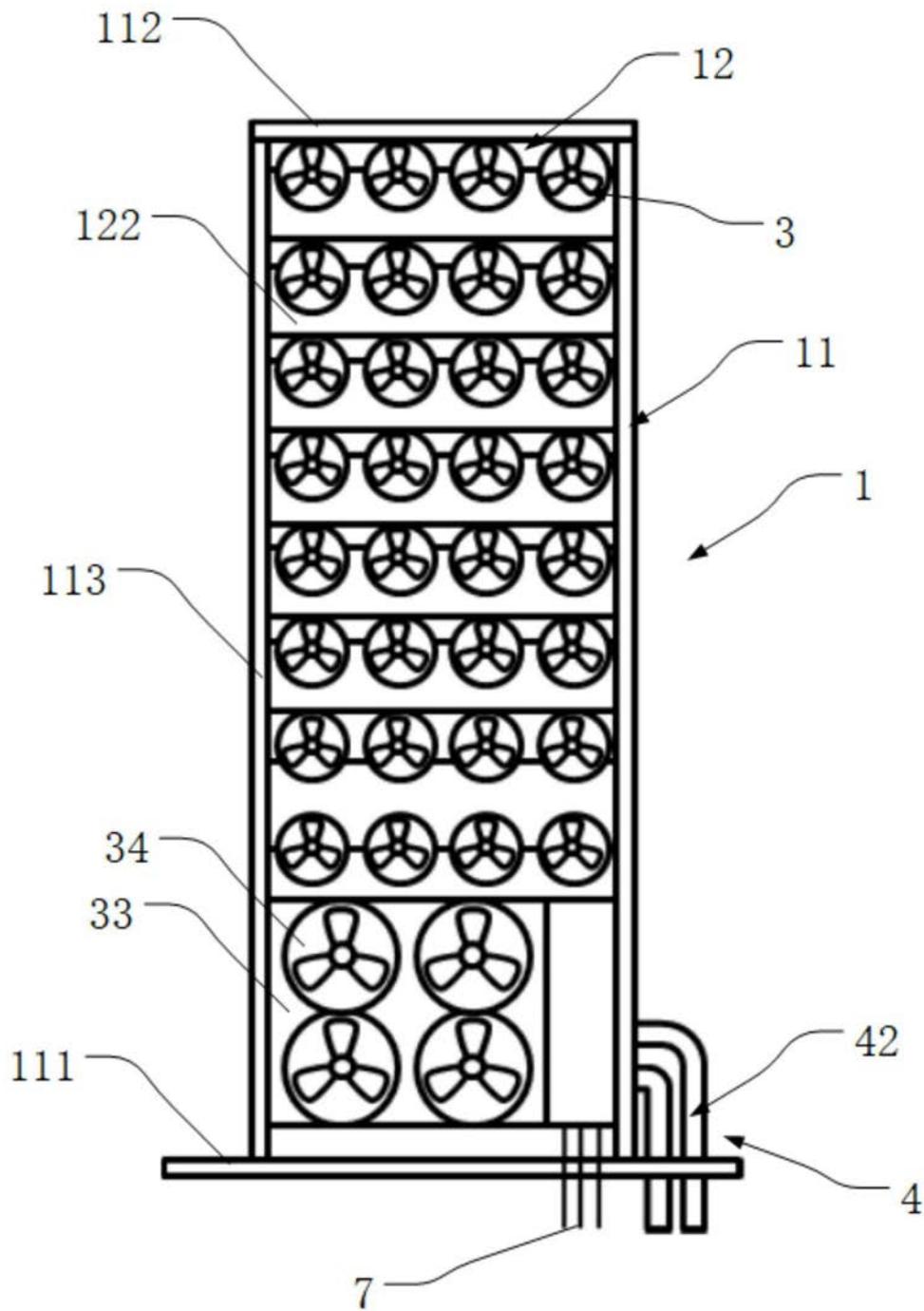


图1

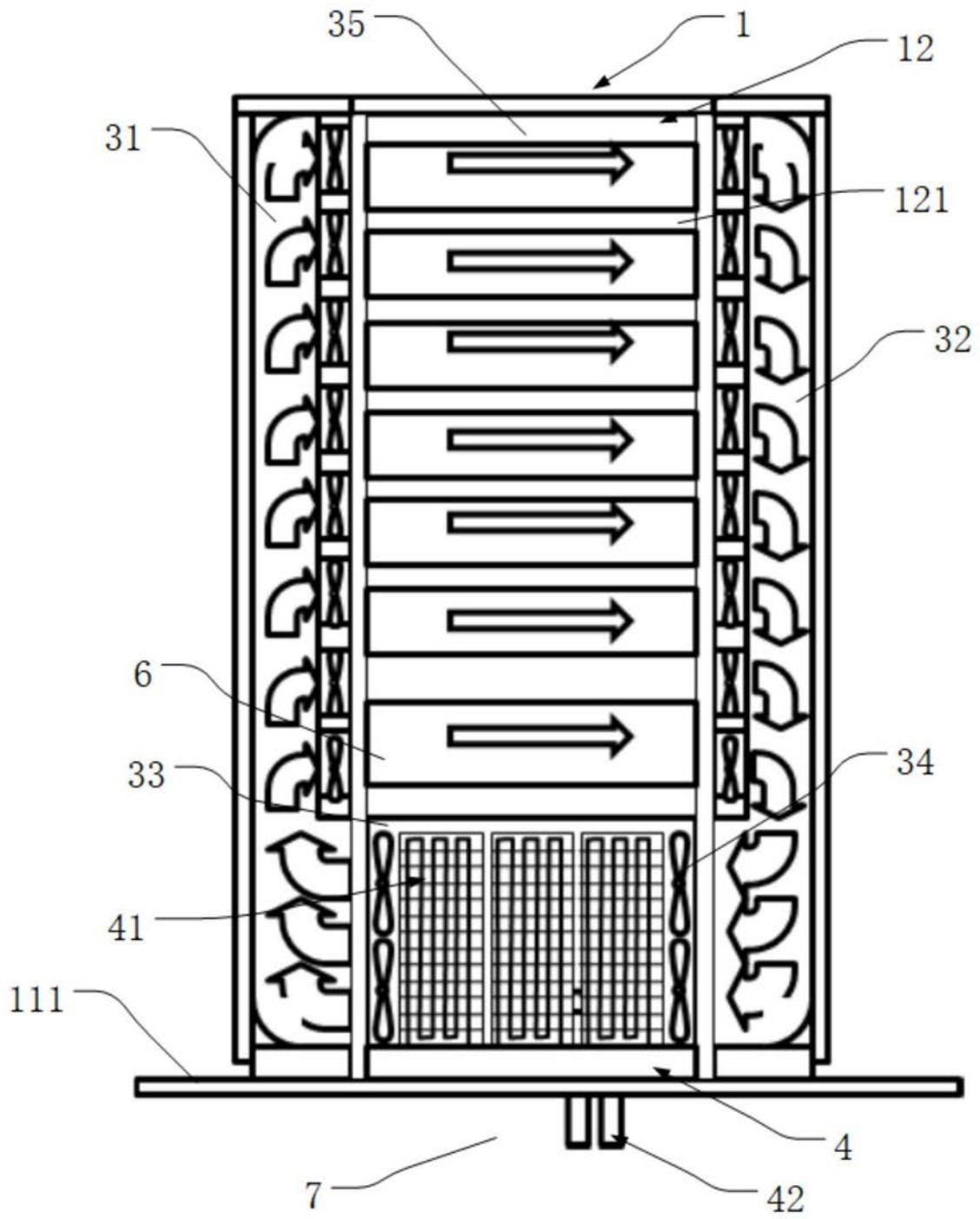


图2



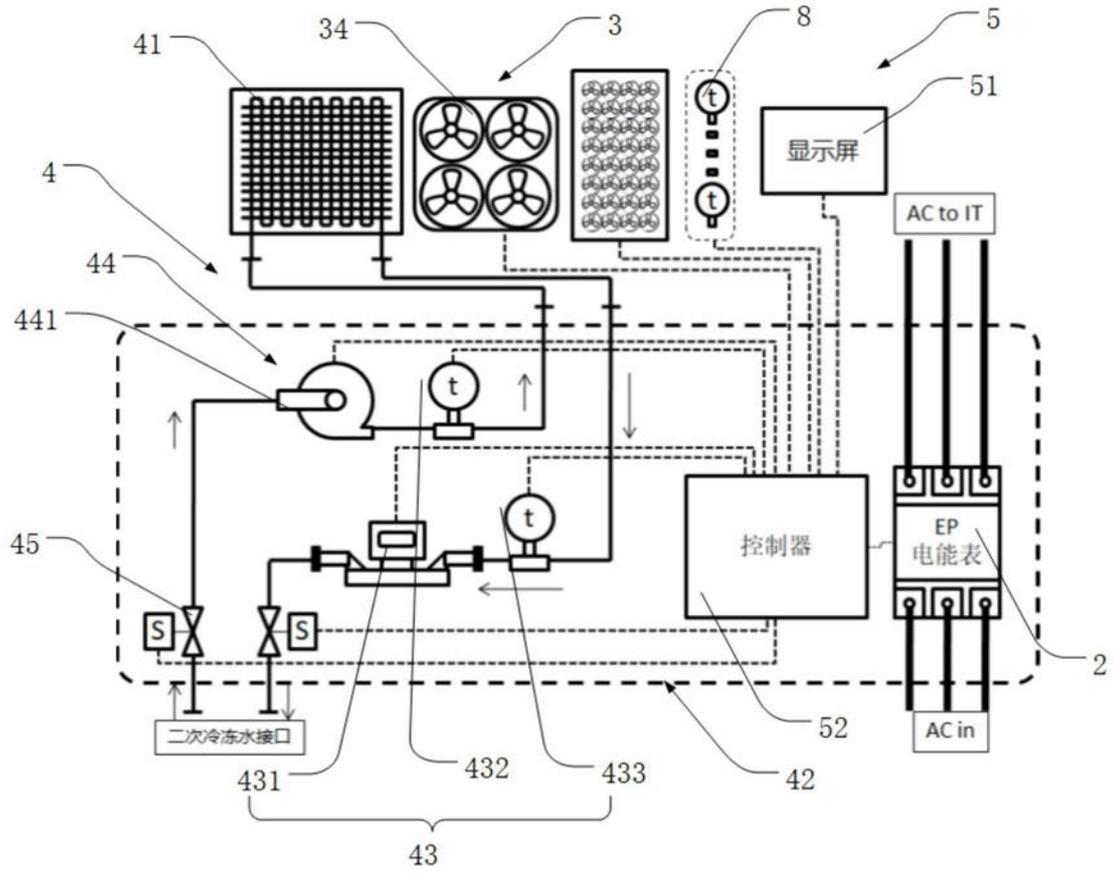


图4

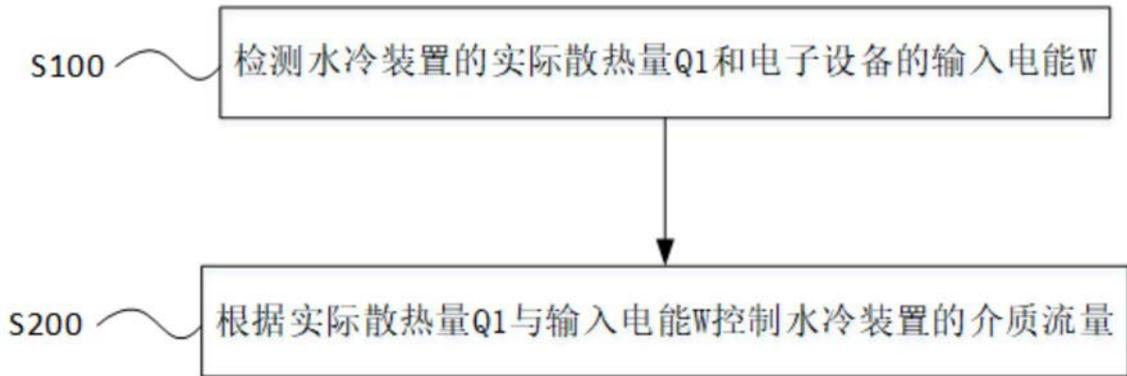


图5