



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111511162 A  
(43)申请公布日 2020.08.07

(21)申请号 201911147708.9

(22)申请日 2019.11.21

(30)优先权数据

16/264,374 2019.01.31 US

(71)申请人 百度(美国)有限责任公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 高天翼

(74)专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理  
有限责任公司 11204

代理人 马晓亚 王艳春

(51)Int.Cl.

H05K 7/20(2006.01)

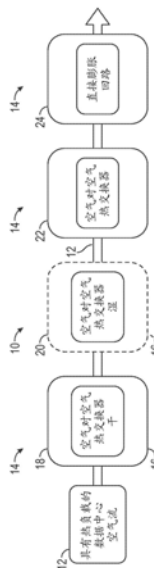
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

用于数据中心的熱管理的系统和方法

(57)摘要

在一个方面,本公开涉及用于数据中心的熱管理系统。熱管理系统可以包括在干模式和湿模式下可操作的空气对空气热交换器。熱管理系统还可以包括液体对空气热交换器。液体对空气热交换器可以具有接受冷却液的盘管,盘管定位成与数据中心的空气连通,使得冷却液可以从数据中心的空气中吸收热量。更进一步,熱管理系统可以包括具有冷凝器和蒸发器的直接膨胀冷却回路。系统还提供多种冷却模式之中的多种组合操作条件。描述了其他方面。



1. 一种用于冷却数据中心的空气的热管理系统,包括:

一个或多个风扇,配置成引导所述数据中心的空气通过所述热管理系统;

空气对空气热交换器,与所述数据中心的空气连通,所述空气对空气热交换器配置成在干模式和湿模式下操作,在所述干模式下,外部空气用于促进冷却所述数据中心的空气,在所述湿模式下,冷却液散布在所述空气对空气热交换器上,以加湿所述外部空气,从而促进冷却所述数据中心的空气;

液体对空气热交换器,与所述数据中心的空气连通,所述液体对空气热交换器包括盘管,所述盘管接收所述冷却液,并定位成与所述数据中心的空气连通,使得所述冷却液至少部分地从所述数据中心的空气吸收热量,以促进所述数据中心的空气的冷却;

泵,与所述液体对空气热交换器的盘管连通,所述泵配置成将所述冷却液从冷却液池提供到所述液体对空气热交换器的盘管;以及

直接膨胀冷却回路,与所述数据中心的空气连通,所述直接膨胀冷却回路包括冷凝器和与所述冷凝器液体连通的蒸发器。

2. 根据权利要求1所述的热管理系统,其中,所述液体对空气热交换器在所述空气对空气热交换器的下游。

3. 根据权利要求1所述的热管理系统,其中,所述液体对空气热交换器在所述空气对空气热交换器的上游。

4. 根据权利要求1所述的热管理系统,其中,所述空气对空气热交换器包括风扇,所述风扇配置成引导外部空气通过所述空气对空气热交换器,以促进所述数据中心的空气的冷却。

5. 根据权利要求4所述的热管理系统,其中,所述空气对空气热交换器还包括具有多个喷嘴的蒸发喷嘴组件,用于在所述湿模式下将所述冷却液散布到所述空气对空气热交换器上,以加湿所述外部空气,其中,所述蒸发喷嘴组件与所述液体对空气热交换器的盘管连通,以从所述液体对空气热交换器的盘管接收所述冷却液。

6. 根据权利要求5所述的热管理系统,还包括旁通回路,所述旁通回路配置成将所述冷却液直接从所述冷却液池提供至所述蒸发喷嘴组件。

7. 根据权利要求1所述的热管理系统,其中,所述直接膨胀冷却回路的冷凝器与所述液体对空气热交换器连通,并从所述液体对空气热交换器接收所述冷却液。

8. 根据权利要求1所述的热管理系统,其中,所述直接膨胀冷却回路的蒸发器与所述液体对空气热交换器平行布置。

9. 根据权利要求1所述的热管理系统,其中,所述冷却液包括水。

10. 一种用于数据中心的热管理系统,包括:

空气对空气热交换器,与所述数据中心的空气连通,所述空气对空气热交换器配置成在干模式和湿模式下操作,在所述干模式下,外部空气用于冷却所述数据中心的空气,在所述湿模式下,冷却液散布在所述空气对空气热交换器上,以促进对所述数据中心的空气的冷却;以及

液体对空气热交换器,与所述数据中心的空气连通,所述液体对空气热交换器包括盘管,所述盘管接收所述冷却液,并定位成与所述数据中心的空气连通,使得所述冷却液至少部分地从所述数据中心的空气吸收热量,以促进冷却所述数据中心的空气。

11. 根据权利要求10所述的热管理系统,还包括:  
直接膨胀冷却回路,与所述数据中心的空气连通,所述直接膨胀冷却回路包括冷凝器和蒸发器。
12. 根据权利要求10所述的热管理系统,其中,所述液体对空气热交换器在所述空气对空气热交换器的下游。
13. 根据权利要求10所述的热管理系统,其中,所述液体对空气热交换器在所述空气对空气热交换器的上游。
14. 根据权利要求10所述的热管理系统,还包括:  
冷却液池,用于存储所述冷却液;以及  
泵,配置成将所述冷却液从所述冷却液池提供给所述液体对空气热交换器的盘管。
15. 根据权利要求14所述的热管理系统,其中,所述空气对空气热交换器还包括具有多个喷嘴的蒸发喷嘴组件,用于在所述湿模式下将所述冷却液散布到所述空气对空气热交换器上,以加湿所述外部空气,其中,所述蒸发喷嘴组件与所述液体对空气热交换器的盘管连通,以从所述液体对空气热交换器的盘管接收所述冷却液。
16. 根据权利要求15所述的热管理系统,还包括旁通回路,所述旁通回路配置成将所述冷却液直接从所述冷却液池提供至所述蒸发喷嘴组件。
17. 根据权利要求12所述的热管理系统,其中,所述直接膨胀冷却回路的冷凝器与所述液体对空气热交换器连通,并从所述液体对空气热交换器接收所述冷却液。
18. 根据权利要求12所述的热管理系统,其中,所述直接膨胀冷却回路的蒸发器与所述液体对空气热交换器平行布置。
19. 根据权利要求10所述的热管理系统,其中,所述冷却液包括水。
20. 一种用于在数据中心处进行热管理的方法,包括:  
将所述数据中心的空气引导至空气对空气热交换器;  
将所述数据中心的空气引导至液体对空气热交换器;  
使用泵使冷却流体循环通过所述液体对空气热交换器的盘管,以利用所述冷却液从所述数据中心的空气中吸收热量;以及  
将所述数据中心的空气引导至包括蒸发器和冷凝器的直接膨胀冷却回路。

## 用于数据中心的熱管理的系統和方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及用于熱管理的系統和方法,更具体地,涉及用于数据中心的熱管理系統和方法。还描述了其他方面。

### 背景技术

[0002] 用于容纳诸如用于远程通信、数据存储等的计算机系统及其相关组件的数据中心已经变得越来越普遍。用于这样的数据中心的冷却/熱管理系统通常消耗大量能量,并且因此,提高数据中心冷却的能量效率是重要的考虑因素,尤其对于超大规模运营商而言。传统的用于数据中心的冷却系統和冷却基础设施通常由多个冷却组件组成,诸如冷却塔、冷却器、节能器、CRAH/CRAC、行内冷却器等,并因此通常是可能需要大量空间/区域的复杂系統。此外,快速发展和模块化设计对于现代数据中心至关重要。因此,可以看出,存在对用于数据中心的熱管理的系統和方法的需求,該系統和方法有助于提高能量效率并显著提高可靠性。本公开解决了这些以及其他相关和不相关的问题。

### 发明内容

[0003] 简要地描述,在一个方面,本公开涉及用于数据中心的熱管理系统。熱管理系统可以包括空气对空气熱交换器、液体对空气熱交换器以及直接膨胀冷却回路。

[0004] 空气对空气熱交换器与数据中心气流(例如,包括诸如由一个或多个风扇、鼓风机或其他合适的空气增流器引导或循环到数据中心或从数据中心引导或循环的空气)连通,并且配置成在干模式和湿模式下操作。在干模式下,提供或引导外部空气通过空气对空气熱交换器,以从数据中心空气吸收热量并冷却数据中心空气。在湿模式下,冷却液可以散布在空气对空气熱交换器的上方,以加湿外部空气,例如,利用空气湿球温度来促进数据中心空气的进一步冷却。

[0005] 液体对空气熱交换器还与数据中心空气连通。液体对空气熱交换器可以包括盘管,冷却液通过盘管循环,例如,冷却液可以通过与盘管和存储冷却液的池连通的泵引导或提供给盘管,并通过盘管循环或再循环。液体对空气熱交换器的盘管还定位成与数据中心空气连通,例如使得数据中心空气流在移动通过熱管理系统时从盘管上穿过,从而允许冷却液吸收来自数据中心空气的热量。在一个实施方式中,液体对空气熱交换器可以定位在空气对空气熱交换器的下游,以及在一个实施方式中,液体对空气熱交换器可以定位在空气对空气熱交换器的上游。

[0006] 当数据中心空气移动通过熱管理系统时,直接膨胀冷却回路还与数据中心空气连通。直接膨胀回路通常包括彼此流体连通的冷凝器、蒸发器和压缩机。直接膨胀冷却回路的冷凝器可以与液体对空气熱交换器流体连通(例如,经由一个或多个管状件、管子或其他合适的流体导管),并从液体对空气熱交换器接收冷却液。在一个实施方式中,直接膨胀回路的蒸发器布置成与液体对空气熱交换器平行(例如,蒸发器的盘管可以布置成沿着数据中心空气的流动路径与液体对空气熱交换器的盘管平行)。在一个实施方式中,熱管理系统可

以包括通风口,数据中心空气流通过该通风口引导,通风口配置成将规定量的数据中心空气选择性地提供给液体对空气热交换器和蒸发器。

[0007] 空气对空气热交换器还可以包括具有多个蒸发喷嘴的蒸发喷嘴组件,用于在湿模式下向空气对空气热交换器或在空气对空气热交换器上分散冷却液或以其他方式提供冷却液(例如,蒸发喷嘴组件可以将冷却液引入外部气流,以加湿引导或以其他方式穿过空气对空气热交换器的外部空气)。在一个实施方式中,蒸发喷嘴组件可以与液体对空气热交换器的盘管流体连通,以从液体对空气热交换器接收冷却液体。另外,或在可选的结构中,热管理系统可以包括与泵和池流体连通的旁通回路(例如,包括一个或多个管状件、管子或导管或其网络),使得可以将冷却液直接从池提供给蒸发喷嘴组件。

[0008] 在另一方面,本公开涉及用于在数据中心处进行热管理的方法。该方法可以包括将数据中心的空气提供给或引导通过(例如,使用一个或多个风扇、鼓风机或其他合适的空气增流器)热管理系统。该方法还可以包括将数据中心空气引导至或提供给在干模式和湿模式下操作的空气对空气热交换器。该方法还包括将数据中心空气提供给或引导至液体对空气热交换器。在一个实施方式中,数据中心空气流可以在穿过空气对空气热交换器之后被引导到液体对空气热交换器,以及在一个实施方式中,数据中心空气流可以在穿过空气对空气热交换器之前被引导到液体对空气热交换器。该方法还可以包括使数据中心空气流在液体对空气热交换器的盘管上流过,以将数据中心空气的热量吸收到通过盘管循环的冷却液中。该方法另外包括将数据中心空气流提供或引导至直接膨胀冷却回路中的蒸发器,直接膨胀冷却回路包括蒸发器和冷凝器。因此,根据本公开的实施方案的系统和方法可以帮助提供简化的基础设施、高可靠性、快速部署、降低成本以及高操作效率。

[0009] 上面的发明内容不包括本发明所有方面的详尽列表。可以预期,本发明包括可以从以上概述的各个方面、以及在以下具体实施方式中公开的并具体在与本申请一起递交的权利要求中指出的那些系统和方法的全部适当组合来实践的所有系统和方法。这样的组合具有在以上发明内容中没有具体叙述的特定优点。

## 附图说明

[0010] 在附图的图中以示例而非限制的方式示出了本公开的实施方式,在附图中,相同的附图标记指示相似的元件。

[0011] 图1示出了根据本公开的一个实施方式的用于热管理的框图。

[0012] 图2示出了根据本公开的一个实施方式的包括液体对空气热交换器的热管理系统的示意图。

[0013] 图3示出了根据本公开的一个实施方式的包括具有旁通回路的液体对空气热交换器的热管理系统的示意图。

[0014] 图4示出了根据本公开的一个实施方式的包括液体对空气热交换器的热管理系统的示意图。

[0015] 图5示出了根据本公开的一个实施方式的包括平行布置的蒸发器和液体对空气热交换器的热管理系统的示意图。

## 具体实施方式

[0016] 将参考以下所讨论的细节来描述本公开的各种实施方式和方面,并且附图将示出所述各种实施方式。下列描述和附图是对本公开的说明,而不应当解释为限制本公开。描述了许多特定细节以提供对本公开的各种实施方式的全面理解。然而,在某些情况下,并未描述众所周知的或常规的细节以提供对本公开的实施方式的简洁讨论。

[0017] 本说明书中对“一个实施方式”或“实施方式”的提及意味着结合该实施方式所描述的特定特征、结构或特性可以包括在本公开的至少一个实施方式中。短语“在一个实施方式中”在本说明书中各个地方的出现不必全部指同一实施方式。

[0018] 图1示出了根据本公开原理的用于数据中心的热管理系统10的框图,数据中心例如是用于远程通信、数据存储等的数据中心,或者容纳/存储信息技术(IT)设备(例如服务器、电力单元、电缆等)的任何合适类型的数据中心。如图1中所示,热管理系统10与数据中心的空气或气流12连通,并且包括多个热管理阶段14,热管理阶段14使用各种热交换器来促进数据中心气流12的不同冷却水平,使得由数据中心空气12所携带的热量(例如,IT设备最初产生的热量)可以被抽取至周围环境。

[0019] 根据本公开的实施方式,如图1中所示,热管理系统10包括空气对空气热交换器16,空气对空气热交换器16使用气流(例如,来自数据中心外部的空气)来冷却内部数据中心空气12。空气对空气热交换器16可以包括干模式18和湿模式20。在干模式下,仅外部气流通过空气对空气热交换器16,以及在湿模式(也称为蒸发冷却模式)下,将冷却液(诸如水或其他合适的经处理的水或冷却液)喷射或以其他方式散布在空气对空气热交换器14上。热管理系统10还可以包括液体对空气热交换器22,液体对空气热交换器22使用冷却液(诸如水或其他合适的冷却液)来冷却内部数据中心空气12。更进一步,热管理系统10可以包括直接膨胀冷却回路24,例如,包括蒸发器、冷凝器和压缩机。在一个实施方式中,冷凝器可以是气冷式冷凝器,但在不背离本公开的范围的情况下,冷凝器可以是水冷式冷凝器。

[0020] 图2示出了根据本公开的一个实施方式的热管理系统10的示意图。如图2中所示,热管理系统10可以包括具有空气对空气热交换器16和直接膨胀冷却回路24的间接蒸发冷却(IDECC)系统或组件。热管理系统10还可以包括添加到IDECC系统中的液体对空气热交换器22。例如,在一个实施方式中,热管理系统10可以包括制造成包括液体对空气热交换器22的IDECC系统,但在一个实施方式中,在不背离本公开的范围的情况下,可以对现有的IDECC系统进行修改或改装以包括液体对空气热交换器22。通过将液体对空气热交换器22包括或以其他方式添加到IDECC热管理系统中,该系统能够充分地最大化冷却液的使用来冷却数据中心空气12,冷却液例如是水或其他任何合适的冷却液,诸如包括添加剂的水(例如,添加抑制剂、化学品等以增强长期可靠性)。在现有的IDECC系统/设计中,冷却液通常仅用于在空气对空气热交换器的湿模式操作中加湿外部空气,而通过在IDECC系统/设计中添加/包括液体对空气热交换器,冷却液还可以用于通过液体对空气热交换器22冷却或进一步冷却数据中心空气12。

[0021] 图2另外示出了热管理系统10可以包括壳体或外壳30,例如,包括至少部分地容纳或包围热管理系统10的组件(例如,空气对空气热交换器16、液体对空气热交换器22和直接膨胀冷却回路24)的多个壁、部分、段等32。热管理系统10还与数据中心空气12连通。在一个实施方式中,热管理系统10可以沿着数据中心的外部放置,并且可以通过与数据中心空气

或气流连通的通风孔、管道等或其他合适的空气通道与数据中心空气12连通,但在不背离本公开的范围的情况下,热管理系统10可以在内部与数据中心集成在一起,例如,热管理系统10可以在内部与数据中心的通风系统或其他合适的空气通道、空气管道、通风口等集成在一起。

[0022] 如图2中所示,热管理系统10还可以包括例如具有一个或多个入口、开口等的进气口34,进气口34被限定在壳体30的壁或部分32内并且与数据中心空气12连通(例如,与一个或多个通风孔、管道等或其他合适的空气通道连通,一个或多个通风孔、管道等或其他合适的空气通道与数据中心气流12连通)。热管理系统10还包括空气增流器,诸如风扇或鼓风机36,空气增流器沿入口34、邻近或紧邻入口34定位并与入口34连通,以及空气增流器配置成将数据中心空气12的循环从数据中心拉入、驱动或以其他方式生成并通过热管理系统10,以完成从热管理系统10通过的内部气流路径37。尽管附图示出了单个风扇36,但是在不背离本公开的范围的情况下,可以使用多个风扇在数据中心空气12中抽取/拉入。在一个实施方式中,风扇36包括具有围绕毂40安装的多个叶片38的旋转风扇,但在不背离本公开的范围的情况下,风扇可以包括其他合适的风扇、空气增流器或空气增流机构,例如离心风扇、横流风扇等。

[0023] 图2还总体上示出了空气对空气热交换器16可以位于热管理系统10的上游部分或末端42处或以其他方式沿着热管理系统10的上游部分或末端42布置,例如,邻近或靠近风扇36或进气口34。空气对空气热交换器16通常可在干模式和湿模式下操作。在干燥模式下,仅外部空气50穿过空气对空气热交换器16。例如,空气对空气热交换器16可以包括一个或多个风扇或鼓风机44(例如,包括连接到毂46的多个叶片45的风扇44),风扇或鼓风机44配置成将外部空气50引导或循环到空气对空气热交换器16并通过空气对空气热交换器16,但在不背离本公开的范围的情况下,可以使用任何合适的风扇,诸如横流风扇、离心风扇等,或其他合适的空气增流器或空气增流机构。风扇44可以靠近、近邻或以其他方式沿着进气口48(例如,包括限定在分配器壳体30的壁或部分32中的一个或多个开口或入口)定位并与进气口48连通,以及风扇44配置成拉入、驱动或以其他方式循环外部空气50通过进气口48和空气对空气热交换器16。例如,外部空气50(例如,环境空气)可以通过空气对空气热交换器16,并且由于数据中心空气12也穿过空气对空气热交换器16,其可以吸收来自数据中心空气12的热量,以促进数据中心空气12的冷却。

[0024] 在一个实施方式中,空气对空气热交换器16可以具有一个或多个空气导管、管道等或其他合适的气流路径以及一个或多个空气导管或气流路径,外部空气50通过该一个或多个空气导管、管道等或其他合适的气流路径被引导、移动或以其他方式循环,数据中心空气12通过该一个或多个空气导管或气流路径被引导、移动或循环等。用于外部空气50和数据中心12的空气中的导管/气流路径可以彼此热连通,以促进数据中心空气12的冷却,例如使得来自数据中心空气12的热量可以被吸收或以其他方式传递到外部空气50,并随后传递到周围环境。导管/气流路径还可以配置成使得外部空气50和数据中心气流12不混合或以其他方式直接相互作用以最小化、减少或防止数据中心气流12的污染。即,外部空气50(例如,环境空气)和内部数据中心空气12可以被完全隔离,使得外部空气50中存在的微粒、颗粒或其他污染物不会污染或不会以其他方式被引入数据中心空气12或数据中心本身。

[0025] 在湿模式(也称为蒸发冷却模式)下,可以将冷却液(诸如水或其他合适的冷却液)

喷洒或以其他方式散布到空气对空气热交换器16上/穿过空气对空气热交换器16。例如,空气对空气热交换器16可以包括蒸发喷嘴组件52,蒸发喷嘴组件52具有沿其设置的多个蒸发喷嘴或喷射器54,并且配置成在空气对空气热交换器16上分配冷却液56。例如,蒸发喷嘴54配置成将冷却液56注射或以其他方式引导到外部空气50中,以在某些条件下加湿外部空气50并增加外部空气50的冷却能力。蒸发喷嘴组件52还可以例如经由一个或多个管状件、管道或其他合适的导管与冷却液池或供应部58连通,从而提供与其连通的流体流动路径60。热管理系统10还可以包括与导管60连通的流体泵62,用于从池58向导管/轨道52提供冷却液。

[0026] 图2还示出了蒸发器喷嘴组件52基本上邻近或接近风扇44定位。通常,蒸发器喷嘴组件52设计成或以其他方式配置成将冷却液56朝向空气对空气热交换器16引导,例如,蒸发器喷嘴组件52沿热交换器的方向或在热交换器上方喷洒冷却液56。还如图2中所示,冷却液56以大体上平行于外部空气50的流动方向的方式分散;然而,在一些实施方式中,冷却空气50的流动方向可以被调节,使得外部空气50的流动以与冷却液56的流动相反或垂直的方式被引导,例如,外部空气50可以设计成在相反方向上流动或穿过冷却液56。在一个示例实施方式中,风扇44的驱动方向可以反转或以其他方式改变,使得外部空气流50在相反的方向上被驱动,例如,使得外部空气流50离开而不是进入进气口48。另外,或者可选地,可以改变蒸发器喷嘴组件52的位置或取向,以在横向于外部空气流50或与外部空气流50相反的方向上散布冷却液56。

[0027] 尽管在本申请的附图中,蒸发器喷嘴组件52整体上被示出为基本上邻近或接近风扇44定位,但是在替代结构中,蒸发器喷嘴组件52可以沿着空气对空气热交换器16相对于风扇44的相对侧定位。此外,在蒸发器喷嘴组件52在空气对空气热交换器16相对于风扇44的相对侧上的实施方式中,蒸发器喷嘴组件52通常设计成或以其他方式配置成将冷却液56朝着空气对空气热交换器16喷洒。在不背离本公开的范围的情况下,蒸发器喷嘴组件52、风扇44、进气口48可以沿着空气对空气热交换器16的合适侧部定位,例如沿着空气对空气热交换器16的顶部、底部、左侧、右侧、前部、后部等侧面或侧面的一部分、或以任何合适的取向、配置等定位。然而,冷却液56通常朝向空气对空气热交换器16喷洒,而与蒸发器喷嘴组件52的位置无关,而外部空气50可以在与冷却流体56相同或相反的方向上被引导。

[0028] 在一个实施方式中,如图2中所示,液体对空气热交换器22位于空气对空气热交换器16之后或下游。液体对空气热交换器22通常配置成使用冷却液(诸如水或其他合适的冷却液)来从数据中心空气12吸收热量并冷却数据中心空气12。例如,液体对空气热交换器22可具有盘管64,盘管64包括一个或多个导管、管状件、管道等或其网络,冷却液56通过盘管64被引导、循环或以其他方式流动。盘管64在被引导或以其他方式穿过液体对空气热交换器22(例如,通过通风口、管道等或液体对空气热交换器22的其他合适的气流通道)时还与数据中心空气12连通,以便于冷却数据中心空气12。即,当数据中心空气12通过或以其他方式被引导到盘管64上时,冷却液56可以至少部分地从数据中心空气12吸收热量。

[0029] 在一个实施方式中,盘管64与池58连通(例如,通过一个或多个管状件、管道、导管或其他流体流动路径66),以从池58接收冷却液56。例如,冷却液56可以例如通过泵62从池58泵送到液体对空气热交换器22。更具体地,液体对空气热交换器22包括与盘管64和泵62流体连通的一个或多个管状件、管道、导管或其他合适的流体流动路径66,使得冷却液56可



以从池58泵送到盘管64并通过盘管64引导。但是,在不背离本公开的范围的情况下,可以从任何合适的源向液体对空气热交换器22提供冷却液。

[0030] 另外,在一个实施方式中,液体对空气热交换器22可以包括与空气对空气热交换器16的蒸发喷嘴组件52连通的一个或多个管状件、管道、导管或其他合适的流体流动路径68,用于从液体对空气热交换器22向蒸发喷嘴组件52提供冷却液。例如,导管68可以与液体对空气热交换器22的盘管64和蒸发喷嘴组件52的喷嘴54连通。

[0031] 图2还示出直接膨胀冷却回路24可以设置在液体对空气热交换器22的下游位置处(例如,在热管理系统10的下游端70处)。直接膨胀冷却回路24包括蒸发器72和冷凝器74。当数据中心空气12流动或被引导通过热管理系统10时,蒸发器72通常被定位成与数据中心空气12连通。例如,冷凝器74被定位成大体上与蒸发器72相邻,并且经由管状件、管道、导管或其他合适的流体流动路径76与蒸发器72流体连通。直接膨胀冷却回路24还包括沿着流体流动路径76设置或以其他方式与流体流动路径76连通的压缩机(未示出)。

[0032] 此外,蒸发器72可以包括接收冷却液(诸如水或其他合适的冷却液或冷却剂)的盘管或盘管的网络(未示出)。当蒸发器72移动通过热管理系统10时,蒸发器72还与数据中心空气12连通,例如使得来自数据中心空气12的热量可以至少部分地由穿过蒸发器72的盘管的冷却液吸收。穿过蒸发器72的盘管的冷却液可以进一步通过、循环或以其他方式引导至冷凝器74(例如,到盘管或盘管的网络),使得由冷却液吸收的热量可以传递到周围环境。冷凝器74是水冷式的,但在不背离本公开的范围的情况下,冷凝器74可以是气冷式的。在一个实施方式中,例如,在使用水冷式冷凝器的情况下,冷却液56从池58提供到冷凝器74。例如,直接膨胀冷却回路24可以包括例如经由导管68与液体对空气热交换器22的盘管64连通的一个或多个管状件、管道、导管或其他合适的流体流动路径78。然而,在不背离本公开的范围的情况下,冷凝器74可以从任何合适的源接收冷却液。

[0033] 因此,冷却液56可以以多种方式使用,例如,在空气对空气热交换器16的湿模式下用于蒸发冷却、作为液体对空气热交换器22的冷却介质、与冷凝器74一起使用等,使得可以最大程度地利用冷却液,特别是当冷却液温度相对低时。例如,如图2中所示,在冷却液56穿过并离开液体对空气热交换器22的盘管64之后,冷却液56可以用于湿式冷却模式的空气对空气热交换器16的蒸发冷却,也可以用于冷凝器74,或者用于这两者。在一个实施方式中,热管理系统10包括一个或多个阀80,一个或多个阀80配置成将冷却液56从液体对空气热交换器22选择性地引导至蒸发喷嘴组件52和/或冷凝器74,例如,可以基于数据中心外部的环境条件(例如,湿度、温度等)、数据中心内部或数据中心空气的条件(例如,湿度、温度等)、冷却液的条件等或任何合适的冷却要求将冷却液56选择性地引导至蒸发喷嘴组件52或冷凝器74。蒸发喷嘴组件52、液体对空气热交换器22和冷凝器74都可以从池58接收冷却流体56。然而,另外地或在可选的结构中,在不背离本公开的范围的情况下,蒸发喷嘴组件52、液体对空气热交换器22或冷凝器74可以各自从任何其他合适的源接收冷却流体、冷却剂、水等。

[0034] 在数据中心空气12被引导或穿过热管理系统10并且数据中心空气12热量的至少一部分由空气对空气热交换器16(例如,在干模式或湿模式下)、液体对空气热交换器22或直接膨胀冷却回路24吸收之后,数据中心空气12可以例如通过与一个或多个通风口、空气通道、空气阀、风门等连通的输出口82被引导回数据中心或以其他方式循环或再循环通过

数据中心,一个或多个通风口、空气通道、空气阀、风门等与数据中心连通。

[0035] 在操作中,基于例如由热管理系统10的、配置成捕获与特定条件有关或指示特定条件的信息的一个或多个传感器而确定的环境条件(例如,数据中心外部的温度、湿度等)、数据中心空气12的条件(例如,温度、湿度等)或冷却流体56的条件(例如,温度、湿度等),热管理系统10可以选择性地启用或停用空气对空气热交换器16(例如,在干模式或湿模式下)、液体对空气热交换器22和直接膨胀冷却回路24。例如,在某些条件下,空气对空气热交换器16将仅在干模式下操作,而泵62被停用或关闭,以及在其他条件下,泵62可以被启用以使冷却流体56通过液体对空气热交换器22循环,以便于与液体对空气热交换器22一起冷却数据中心空气,并进一步将冷却流体56提供给蒸发器喷嘴组件52,以启用空气对空气热交换器16的湿模式。在本公开的实施方式中,热管理系统10及其各种组件的控制可用于调节热管理系统10,以试图实现、优化、最大化等能量效率或操作可靠性。

[0036] 图3示出了根据一个实施方式的热管理系统100的示意图。如图3中所示,热管理系统100可以包括旁通回路102,以将冷却液56从池58引导到蒸发喷嘴组件52。旁通回路102包括与泵62和蒸发喷嘴组件52连通的一个或多个管状件、管道、导管或其他合适的流体流动路径104,例如,导管104可以绕过液体对空气热交换器22,以将冷却液56直接引导至蒸发喷嘴组件52。例如,当穿过液体对空气热交换器22的冷却液56的温度不合适(例如,太热)时,旁通回路102可以用于将冷却液56从池58直接输送到蒸发喷嘴组件52,以在空气对空气热交换器16的湿模式下使用,并且在这种情景下,绕过液体对空气热交换器22。

[0037] 在一个实施方式中,如图3中所示,导管104与阀180流体连通,阀180还与液体对空气热交换器22的盘管64流体连通(例如,经由导管68)。阀180配置成从液体对空气热交换器22或从旁通回路102选择性地引导冷却液56或提供到蒸发器喷嘴组件52(例如,直接从池58通过旁通回路102,而不穿过液体对空气热交换器22)。热管理系统100还可以包括一个或多个传感器,例如,一个或多个温度传感器(未示出),一个或多个传感器配置成捕获与在液体对空气热交换器的盘管64中或穿过液体对空气热交换器的盘管64的冷却液的温度有关的信息。当在液体对空气热交换器22中或穿过液体对空气热交换器22的冷却液的温度处于或低于预定温度值时,阀180可以配置成将冷却流体从液体对空气热交换器22引导至蒸发器喷嘴组件52,例如,以在空气对空气热交换器16的湿模式下使用穿过液体对空气热交换器22的盘管64的冷却流体。并且,当在液体对空气热交换器22中或穿过液体对空气热交换器22的冷却液的温度处于或高于预定温度值时,阀180可以配置成将冷却流体从旁通回路102引导至蒸发器喷嘴组件52,例如,用于绕过液体对空气热交换器22并且在空气对空气热交换器16的湿模式下直接使用来自池58的冷却液。在不背离本公开的范围的情况下,阀180还可以配置成在特定温度下引导来自液体对空气热交换器22和旁通回路的冷却液。

[0038] 例如基于冷却需求、冷却液温度等,根据本发明的旁通回路102可以用于调节穿过液体对空气热交换器22和蒸发器喷嘴组件52的冷却液,以帮助实现能量效率以及高可靠性的操作。在一种情形下,冷却流体仅穿过液体对空气热交换器22的盘管64,这意味着热管理系统100使用空气对空气热交换器16在干模式下进行干空气对空气冷却,以及使用液体对空气热交换器22进行液体对空气冷却。在另一种情形下,冷却流体仅穿过蒸发器喷嘴组件52,这意味着热管理系统100仅使用湿球冷却,即仅空气对空气热交换器16在其湿模式下操作。在另一种情形下,冷却流体穿过液体对空气热交换器22的盘管64和蒸发器喷嘴组件52两者,

这意味着热管理系统100使用空气对空气热交换器16在湿模式下进行湿球冷却,以及使用液体对空气热交换器22进行液体对空气冷却。此外,在一些实施方式中,可以调节或维持冷却流体的流速(例如,通过启动、停用或改变泵62的速度,或使用沿冷却流体流动路径的阀或其他合适的机构),以帮助最大化、优化或以其他方式实现阈值能量效率或可靠性。

[0039] 图4示出了根据一个实施方式的热管理系统200的示意图。热管理系统200包括液体对空气热交换器22和旁通回路102。图4还示出利用热管理系统200使液体对空气热交换器22位于空气对空气热交换器16之前或上游(例如,在邻近或接近热管理系统200的上游端42的位置处),使得数据中心空气12由液体对空气热交换器22冷却,并随后由空气对空气热交换器16冷却。旁通回路102还使用在热管理系统200中,出于如上所述的类似目的。

[0040] 图5示出了根据一个实施方式的热管理系统300的示意图。如图5中所示,热管理系统300可以包括布置在热管理系统300的上游位置42处的空气对空气热交换器16。热管理系统300还可以包括液体对空气热交换器322,液体对空气热交换器322邻近或平行于直接膨胀回路324的蒸发器372布置,例如在空气对空气热交换器16下游的定位/位置处。例如,液体对空气热交换器322的盘管364和蒸发器372的盘管302以平行的方式布置或定位,如图5中所示。因此,当空气对空气热交换器16不能提供足够的冷却能力(例如,在空气对空气热交换器16的干模式或其湿模式下)时,液体对空气热交换器322以及直接膨胀冷却回路324可以用于额外的冷却。直接膨胀回路324的冷凝器374可以布置成与空气对空气热交换器16邻近或相邻。在一个实施方式中,如图5中所示,冷凝器374可以定位成与提供给空气对空气热交换器16的外部空气50连通,例如,以促进冷凝器374的空气冷却。然而,在可选的结构中,外部空气50流动进气口可以沿空气对空气热交换器16的、相对于冷凝器374的相对侧设置,使得外部空气50穿过空气对空气热交换器16,并随后穿过冷凝器374。

[0041] 另外,热管理系统300具有空气阀304,空气阀304可以位于两个盘管302/364的前面,以引导/阻止数据中心空气12流入两个盘管302/364。例如,空气阀304可以包括在多个位置或定向之间可移动或可重新配置的部分(或多个部分),以例如基于周围环境条件或数据中心空气12或冷却液56的条件选择性地规定量(例如,特定百分比)的数据中心空气12引导或以其他方式提供给液体对空气热交换器322和蒸发器372。液体对空气热交换器322的盘管364和蒸发器372的盘管302可以在不同条件下提供不同的冷却能力。因此,在特定环境条件(例如,数据中心外部的温度、湿度等)、数据中心空气的条件(例如,温度、湿度等)或冷却液的条件(例如,温度、湿度等)下,例如,低于、处于或高于预定阈值的条件,通风口的可移动部分可在其各个位置之间移动,以改变/更改引导至液体对空气热交换器322和蒸发器372的数据中心空气12的百分比,例如,第一量被提供给液体对空气热交换器322,而第二量被提供给蒸发器372,该第一量和第二量将基于确定的条件而不同或相同。在一个示例中,在某些周围环境条件或操作条件下,可以省去直接膨胀冷却回路324(例如,可以将空气阀定位成使得第一量为大约100%,而第二量为大约0%,并且基本上所有数据中心空气12都被引导通过液体对空气热交换器322)。

[0042] 本公开的实施方式还涉及用于例如冷却数据中心空气的热管理的方法。该方法可以包括提供并引导数据中心的空气12(例如,使用一个或多个风扇36)到热管理系统(例如,系统10、100、200、300)并通过热管理系统。该方法还可以包括将数据中心空气流12引导或提供给空气对空气热交换器16,空气对空气热交换器16如上所述在干模式和湿模式下操

作。该方法还包括将数据中心空气12提供或引导至液体对空气热交换器22/322。在一个实施方式中,数据中心空气流12可以在穿过空气对空气热交换器16之后被提供/引导到液体对空气热交换器22/322,以及在一个实施方式中,数据中心空气流12可以在穿过空气对空气热交换器16之前被提供给液体对空气热交换器22。该方法还可以包括使数据中心空气流12在液体对空气热交换器22/322的盘管64或盘管的网络上通过,以将数据中心空气12的热量吸收到通过盘管64循环的冷却液中,以促进数据中心空气12的冷却。该方法另外包括将数据中心空气流12提供或引导至直接膨胀冷却回路24、324,直接膨胀冷却回路24、324包括蒸发器72、372和冷凝器74、374。如进一步描述的旁通回路102可以用于改进系统优化和流体管理。

[0043] 在以上的说明书中,已经参考本公开的具体示例性实施方式对本公开的实施方式进行了描述。将显而易见的是,在不背离所附权利要求书中阐述的本公开的更宽泛精神和范围的情况下,可以对本公开作出各种修改。因此,应当在说明性意义而不是限制性意义上理解本说明书和附图。

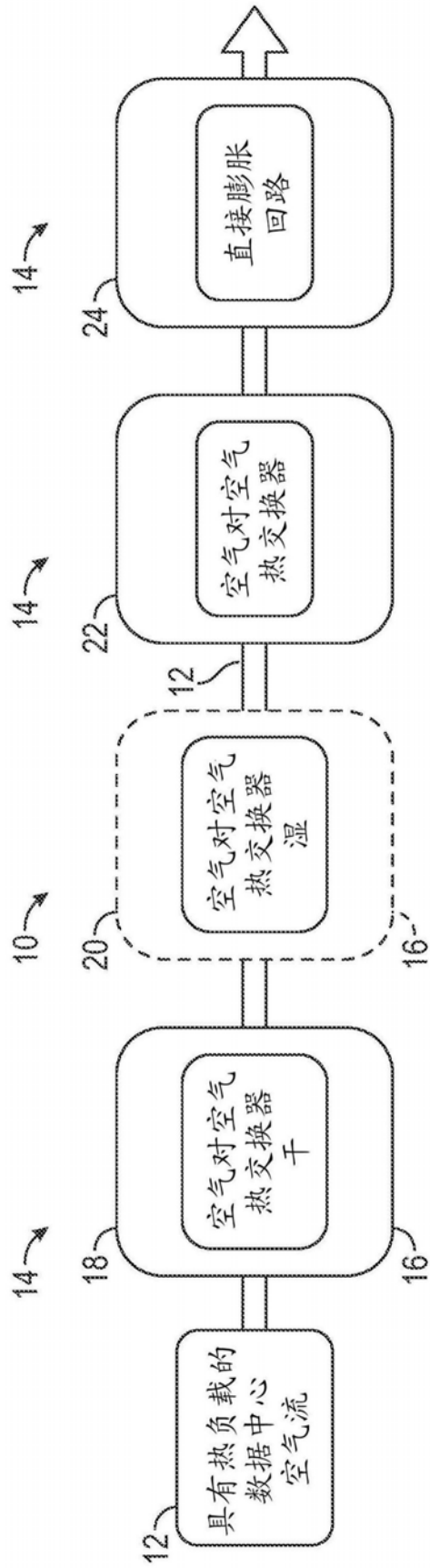


图1

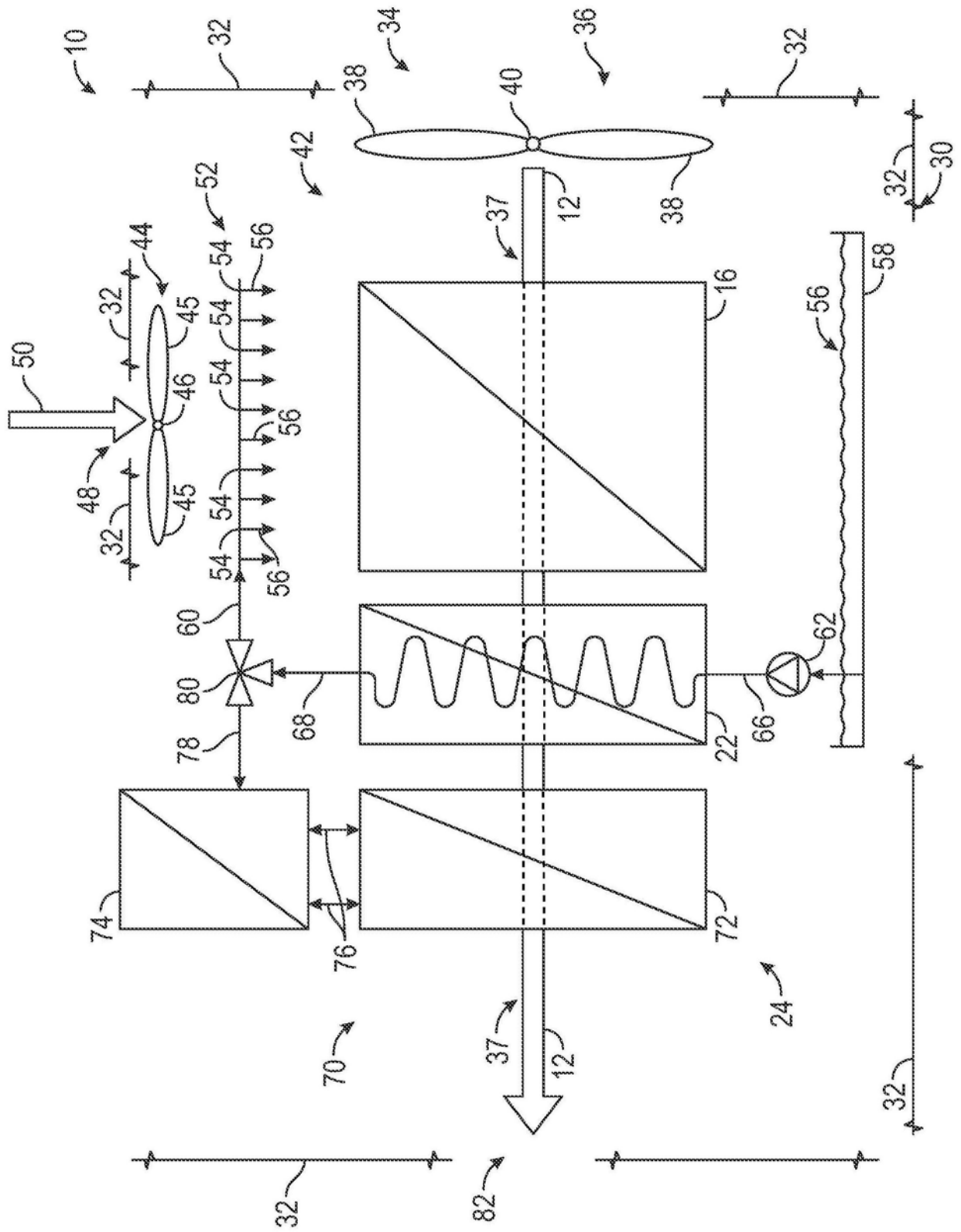


图2

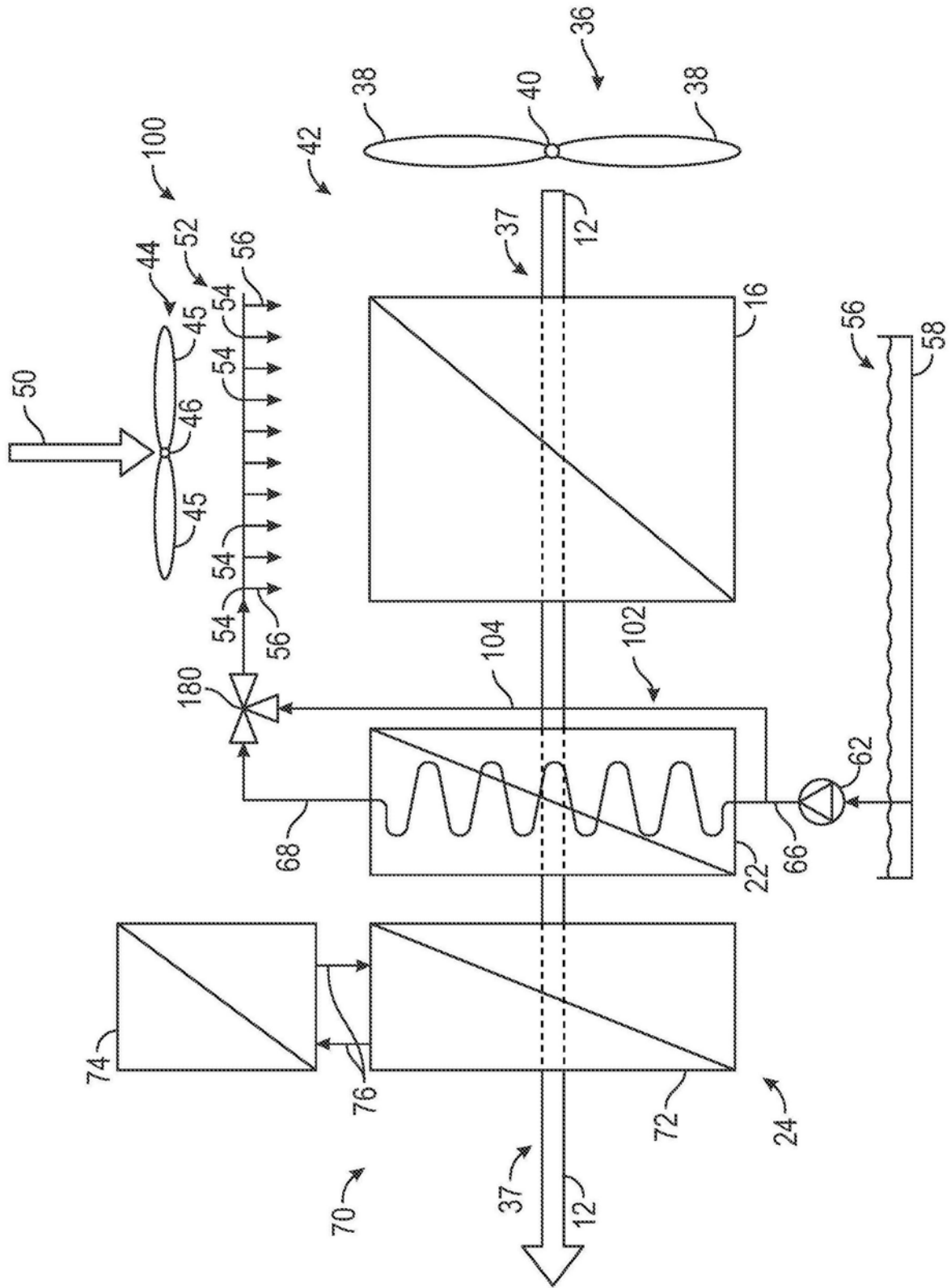


图3

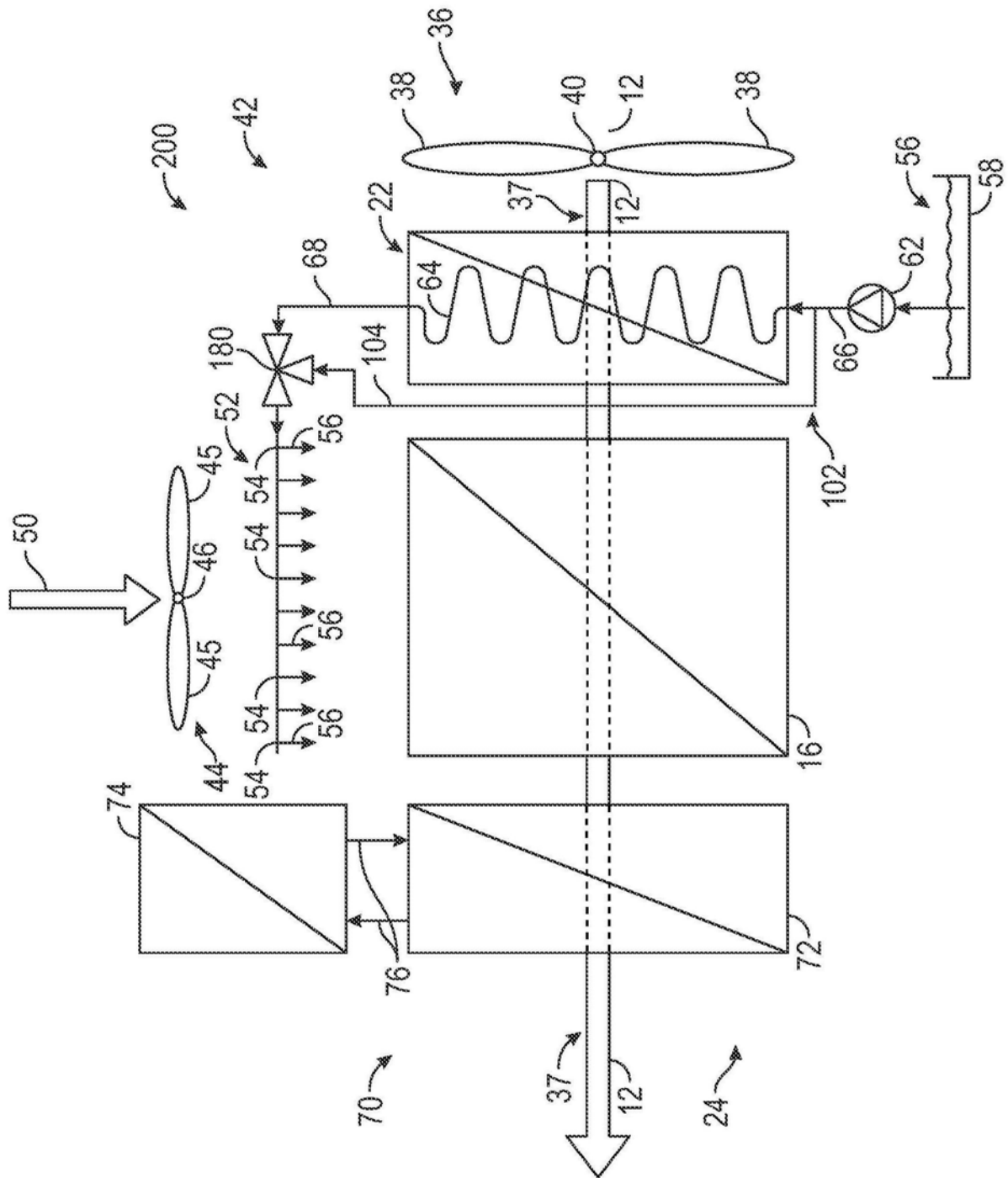


图4



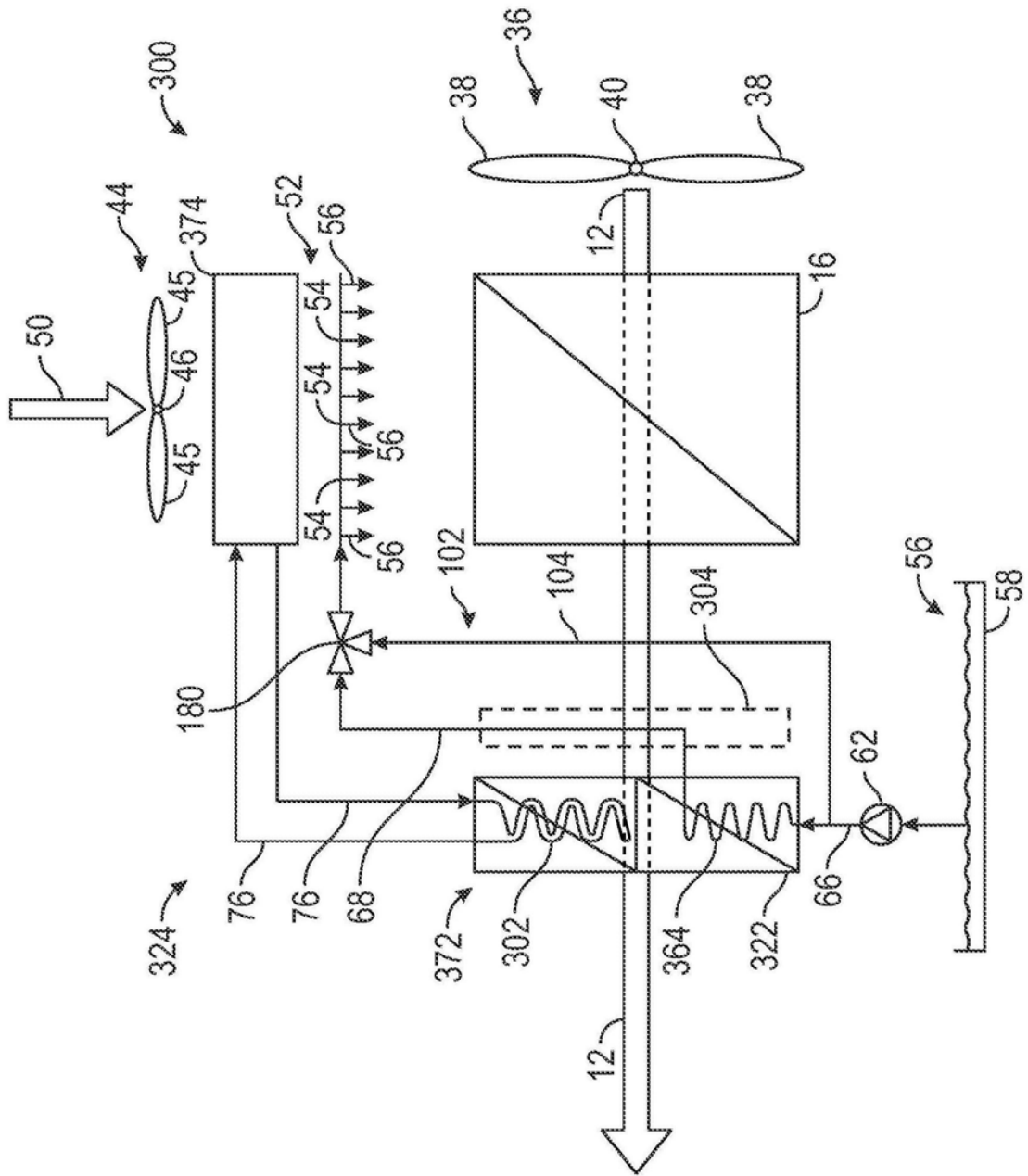


图5