



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 221860647 U

(45) 授权公告日 2024. 10. 18

(21) 申请号 202323117477.1

(22) 申请日 2023.11.17

(73) 专利权人 通用电气精准医疗有限责任公司  
地址 美国威斯康星州

(72) 发明人 刘海亮 张存礼 威廉姆·博诺  
董怀宇 胡刚 张旭

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127  
专利代理师 王青芝 赵鹏

(51) Int. Cl.

G01R 33/38 (2006.01)

F25B 1/00 (2006.01)

F25B 41/40 (2021.01)

A61B 5/055 (2006.01)

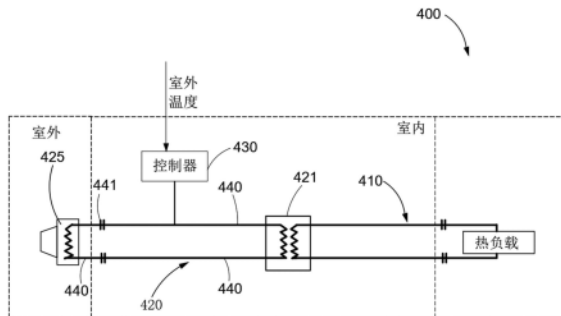
权利要求书2页 说明书13页 附图9页

(54) 实用新型名称

磁共振系统以及用于磁共振系统的冷却系统

(57) 摘要

本实用新型提供了磁共振系统以及用于磁共振系统的冷却系统,该冷却系统包括:第一流体回路和第二流体回路。第一流体回路耦合至所述磁共振系统的热负载。第二流体回路包括室内换热模块和室外换热模块,该室内换热模块与该室外换热模块相连通。该第二流体回路经由该室外换热模块与室外空气进行换热,并经由所述室内换热模块与所述第一流体回路换热。



1. 一种用于磁共振系统的冷却系统,其特征在于,包括:  
第一流体回路,所述第一流体回路耦合至所述磁共振系统的热负载;以及,  
第二流体回路,所述第二流体回路包括室内换热模块和室外换热模块,所述室内换热模块与所述室外换热模块相连通,所述第二流体回路经由所述室外换热模块与室外空气进行换热,并经由所述室内换热模块与所述第一流体回路换热。
2. 根据权利要求1所述的用于磁共振系统的冷却系统,其特征在于,还包括:  
第三流体回路,所述第三流体回路包括所述室外换热模块;以及,  
致冷剂冷却模块,所述致冷剂冷却模块用于与所述第三流体回路换热以被冷却,并用于与所述第一流体回路进行换热以冷却所述第一流体回路;以及,  
控制器,所述控制器用于基于室外温度选择开启所述第二流体回路或所述第三流体回路和所述致冷剂冷却模块。
3. 根据权利要求2所述的用于磁共振系统的冷却系统,其特征在于,所述致冷剂冷却模块包括:  
致冷剂回路;  
与所述致冷剂回路换热的第一流体通道;以及,  
与所述致冷剂回路换热的第二流体通道;  
其中,所述第三流体回路包括所述第一流体通道,所述第一流体回路包括所述第二流体通道。
4. 根据权利要求2所述的用于磁共振系统的冷却系统,其特征在于,还包括用于切换所述第二流体回路和所述第三流体回路的切换阀,所述控制器通过操作所述切换阀选择开启所述第二流体回路或所述第三流体回路。
5. 根据权利要求3所述的用于磁共振系统的冷却系统,其特征在于,所述第二流体回路包括所述致冷剂冷却模块的所述第一流体通道。
6. 根据权利要求5所述的用于磁共振系统的冷却系统,其特征在于,还包括切换阀,所述切换阀包括:  
连通所述室外换热模块的第一端;  
连通所述室内换热模块的第二端;以及,  
连通所述致冷剂冷却模块的所述第一流体通道的第三端;  
所述控制器用于控制所述切换阀的第一端与所述第二端连通以开启所述第二流体回路,或控制所述切换阀的第一端与所述第三端连通选择开启所述第三流体回路。
7. 根据权利要求5所述的用于磁共振系统的冷却系统,其特征在于,所述室外换热模块的流体入口和所述第一流体通道的流体出口连通,并且,所述室外换热模块的所述流体入口和所述第一流体通道的所述流体出口之间连接有流量调节模块,所述控制器用于基于所述室外温度操作所述流量调节模块,以控制从所述第一流体通道流向所述室外换热模块的流量。
8. 根据权利要求7所述的用于磁共振系统的冷却系统,其特征在于,所述流量调节模块为流体混合阀,所述流体混合阀包括:  
与所述室外换热模块的流体入口连通的第一端;  
与所述第一流体通道的流体出口连通的第二端;以及,

与所述室外换热模块的流体出口连通的第三端。

9. 根据权利要求3所述的用于磁共振系统的冷却系统,其特征在于,所述致冷剂回路包括蒸发器、压缩机、冷凝器、和膨胀阀,其中,

所冷凝器包括:用于与所述第一流体通道换热的第一致冷剂通道;

所述蒸发器包括:用于与所述第二流体通道换热的第二致冷剂通道;

所述压缩机的两端分别连通所述第一致冷剂通道的致冷剂入口和所述第二致冷剂通道的致冷剂出口;

所述膨胀阀的两端分别连通所述第一致冷剂通道的致冷剂出口和所述第二致冷剂通道的致冷剂入口。

10. 根据权利要求2所述的用于磁共振系统的冷却系统,其特征在于,还包括室外温度检测单元,其用于向所述控制器发送检测的所述室外温度。

11. 根据权利要求1所述的用于磁共振系统的冷却系统,其特征在于,所述室外换热模块包括用于冷却流经所述室外换热模块的流体的风扇。

12. 根据权利要求2所述的用于磁共振系统的冷却系统,其特征在于,所述第二流体回路包括流量调节模块,所述流量调节模块连接在所述室内换热模块的流体出口和所述室外换热模块的流体入口之间,所述控制器用于基于所述室外温度操作所述流量调节模块,以控制自所述室内换热模块流向所述室外换热模块的流量。

13. 根据权利要求4所述的用于磁共振系统的冷却系统,其特征在于,所述第二流体回路包括第一切换阀,所述第三流体回路包括第二切换阀,所述控制器用于操作所述第一切换阀以开启或关闭所述第二流体回路,并用于操作所述第二切换阀以开启或关闭所述第三流体回路。

14. 根据权利要求2至10、12及13中任一项所述的用于磁共振系统的冷却系统,其特征在于,当所述室外温度低于或等于特定温度时,所述控制器开启所述第二流体回路;当所述室外温度高于所述特定温度时,所述控制器开启所述第三流体回路。

15. 一种用于磁共振系统的冷却系统,其特征在于,包括:

第一流体回路,所述第一流体回路耦合至所述磁共振系统的热负载;

第二流体回路,所述第二流体回路包括室内换热模块和室外换热模块,所述室内换热模块与所述室外换热模块相连通,所述第二流体回路经由所述室外换热模块与室外空气进行换热,并经由所述室内换热模块与所述第一流体回路换热;以及,

控制器,所述控制器用于在第一预设时间段内开启所述第二流体回路,并在第二预设时间段内关闭所述第二流体回路。

16. 一种磁共振系统,其特征在于,包括:

热负载;以及,

根据权利要求1至15中任一项所述的用于磁共振系统的冷却系统。

## 磁共振系统以及用于磁共振系统的冷却系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及医学成像领域,尤其是涉及一种磁共振(MR)系统以及用于磁共振系统的冷却系统。

### 背景技术

[0002] 磁共振系统通常包括水冷系统,该水冷系统可以对磁共振系统的多种热负载进行冷却以保证各发热器件能够正常工作。热负载通常包括诸如梯度线圈、梯度驱动器、射频功率放大器等大功率电子器件,还包括专用于冷却超导磁体的压缩机组件,其中较为广泛应用的包括氦压缩机组件。

[0003] 传统的水冷系统的核心部件包括压缩机组件,其中较为广泛应用的包括氟压缩机组件,为了使超导磁体能够持续处于超导状态,氦压缩机组件需要24小时工作以为超导磁体提供低温环境,因此水冷系统的氟压缩机组件也需要持续工作以对氦压缩机组件进行冷却。因此,水冷系统所需冷量非常大,相应地,具有非常大的能量消耗。

### 实用新型内容

[0004] 本实用新型的一方面提供一种用于磁共振系统的冷却系统,包括第一流体回路和第二流体回路。第一流体回路耦合至该磁共振系统的热负载。第二流体回路包括室内换热模块和室外换热模块,该室内换热模块与该室外换热模块相连通。该第二流体回路经由该室外换热模块与室外空气进行换热,并经由该室内换热模块与该第一流体回路换热。

[0005] 另一方面,该冷却系统还包括第三流体回路、致冷剂冷却模块和控制器。该第三流体回路包括该室外换热模块。该致冷剂冷却模块用于与该第三流体回路换热以被冷却,并用于与该第一流体回路进行换热以冷却该第一流体回路。该控制器用于基于室外温度选择开启该第二流体回路或该第三流体回路和该致冷剂冷却模块。

[0006] 另一方面,该致冷剂冷却模块包括致冷剂回路、与该致冷剂回路换热的第一流体通道以及与该致冷剂回路换热的第二流体通道;该第三流体回路包括该室外换热模块以及该第一流体通道,该第一流体回路包括该第二流体通道。

[0007] 另一方面,该冷却系统还包括用于切换该第二流体回路和该第三流体回路的切换阀,该控制器通过操作该切换阀选择开启该第二流体回路或该第三流体回路。

[0008] 另一方面,该第二流体回路包括该致冷剂冷却模块的第一流体通道。

[0009] 另一方面,该冷却系统还包括切换阀,该切换阀包括:连通该室外换热模块的第一端、连通该室内换热模块的第二端以及连通该致冷剂冷却模块的第一流体通道的第三端。该控制器用于控制该切换阀的第一端与该第二端连通以开启该第二流体回路,或控制该切换阀的第一端与该第三端连通选择开启该第三流体回路。

[0010] 另一方面,该室外换热模块的流体入口和该第一流体通道的流体出口连通,并且,该室外换热模块的该流体入口和该第一流体通道的该流体出口之间连接有流量调节模块,该控制器用于基于该室外温度操作该流量调节模块,以控制从该第一流体通道流向该室外

换热模块的流体量。

[0011] 另一方面,该流量调节模块为流体混合阀,该流体混合阀包括:与该室外换热模块的流体入口连通的第一端、与该第一流体通道的流体出口连通的第二端以及与该室外换热模块的流体出口连通的第三端。

[0012] 另一方面,该致冷剂回路包括蒸发器、压缩机、冷凝器、和膨胀阀,其中:

[0013] 所冷凝器包括:用于与该第一流体通道换热的第一致冷剂通道;

[0014] 该蒸发器包括:用于与该第二流体通道换热的第二致冷剂通道;

[0015] 该压缩机的两端分别连通该第一致冷剂通道的致冷剂入口和该第二致冷剂通道的致冷剂出口;

[0016] 该膨胀阀的两端分别连通该第一致冷剂通道的致冷剂出口和该第二致冷剂通道的致冷剂入口。

[0017] 另一方面,该冷却系统还包括室外温度检测单元,其用于向该控制器发送检测的该室外温度。

[0018] 另一方面,该室外换热模块包括用于冷却流经该室外换热模块的流体的风扇。

[0019] 另一方面,该第二流体回路包括流量调节模块,该流量调节模块连接在该室内换热模块的流体出口和该室外换热模块的流体入口之间,该控制器用于基于该室外温度操作该流量调节模块,以控制自该室内换热模块流向该室外换热模块的流体量。

[0020] 另一方面,该第二流体回路包括第一切换阀,该第三流体回路包括第二切换阀,该控制器用于操作该第一切换阀以开启或关闭该第二流体回路,并用于操作该第二切换阀以开启或关闭该第三流体回路。

[0021] 本实用新型的另一方面提供一种用于磁共振系统的冷却系统,包括第一流体回路、第二流体回路和控制器。第一流体回路耦合至该磁共振系统的热负载。第二流体回路包括室内换热模块和室外换热模块,该室内换热模块与该室外换热模块相连通。该第二流体回路经由该室外换热模块与室外空气进行换热,并经由该室内换热模块与该第一流体回路换热。控制器用于在第一预设时间段内开启该第二流体回路,并在第二预设时间段内关闭该第二流体回路。

[0022] 本实用新型的另一方面提供一种磁共振系统,包括热负载以及上述任一方面的用于磁共振系统的冷却系统。

[0023] 应理解,提供上文的简要描述是为了以简化的形式介绍在具体实施方式中进一步描述的一些概念。这并不意味着识别所要求保护的主题的关键或必要特征,其范围由详细描述之后的权利要求唯一地限定。此外,所要求保护的主题不限于解决在上文中或在本实用新型的任一区段中所提及的任何缺点的实现。

## 附图说明

[0024] 参考所附附图,通过阅读下列非限制性实施例的描述,本实用新型将被更好的理解,其中:

[0025] 图1示出了根据一些实施例的示例性磁共振系统的示意图;

[0026] 图2示出了图1中的超导磁体及其冷却装置的示意图;

[0027] 图3示出了现有水冷系统的一个示例;

- [0028] 图4示出了根据本实用新型一些实施例的用于磁共振系统的冷却系统的示意图；
- [0029] 图5示出了根据本实用新型另一些实施例的用于磁共振系统的冷却系统的示意图；
- [0030] 图6示出了根据本实用新型另一些实施例的用于磁共振系统的冷却系统的示意图；
- [0031] 图7示出了在室外温度较低时冷却系统600的工作状态；
- [0032] 图8示出了在室外温度较高时冷却系统600的工作状态；
- [0033] 图9示出了本实用新型另一实施例的用于磁共振系统的冷却系统的示意图。
- [0034] 附图示出了磁共振系统及用于磁共振系统的冷却系统所描述的部件。连同以下描述,附图示出并且解释了本文描述的结构原理、方法和原理。在附图中,为了清楚起见,部件的厚度和尺寸可以被放大或以其他方式修改。没有示出或详细描述众所周知的结构、材料或操作以避免模糊所描述的部件、系统和方法。

### 具体实施方式

[0035] 以下将描述本实用新型的具体实施方式,需要指出的是,在这些实施方式的具体描述过程中,为了进行简明扼要的描述,本说明书不可能对实际的实施方式的所有特征均作详尽的描述。应当可以理解的是,在任意一种实施方式的实际实施过程中,正如在任意一个工程项目或者设计项目的过程中,为了实现开发者的具体目标,为了满足系统相关的或者商业相关的限制,常常会做出各种各样的具体决策,而这也会从一种实施方式到另一种实施方式之间发生改变。此外,还可以理解的是,虽然这种开发过程中所作出的努力可能是复杂并且冗长的,然而对于与本实用新型公开的内容相关的本领域的普通技术人员而言,在本实用新型揭露的技术内容的基础上进行的一些设计,制造或者生产等变更只是常规的技术手段,不应当理解为本实用新型的内容不充分。

[0036] 除非另作定义,权利要求书和说明书中使用的技术术语或者科学术语应当为所属技术领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本说明书以及权利要求书中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性,而只是用来区分不同的组成部分。“一个”或者“一”等类似词语并不表示数量限制,而是表示存在至少一个。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现在“包括”或者“包含”前面的元件或者物件涵盖出现在“包括”或者“包含”后面列举的元件或者物件及其等同元件,并不排除其他元件或者物件。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接,也不限于是直接的还是间接的连接。此外,应当理解,对本实用新型的“一个实施例”或“实施例”的引用不旨在被解释为排除也包含所引用特征的附加实施方案的存在。

[0037] 参考图1,示出了根据一些实施例的示例性MR (Magnetic Resonance) 磁共振系统100的示意图。磁共振系统100的操作由操作者工作站110控制,该操作者工作站110包括输入设备114、控制面板116和显示器118。输入设备114可以是操纵杆、键盘、鼠标、轨迹球、触摸激活屏、语音控制或任何类似或等效的输入设备。控制面板116可以包括键盘、触摸激活屏、语音控制、按钮、滑块或任何类似或等效的控制设备。操作者工作站110耦接到计算机系统120并且与之通信,该计算机系统使得操作者能够控制显示器118上图像的产生和观看。计算机系统120包括经由电和/或数据连接模块122彼此通信的多个部件。连接模块122可以

是直接有线连接、光纤连接、无线通信链路等。计算机系统120可以包括中央处理单元(CPU)124、存储器126和图像处理器128。在一些实施方案中,图像处理器128可以由在CPU 124中实现的图像处理功能来替代。计算机系统120可以连接到档案媒体设备、永久或备份存储器或网络。计算机系统120可以耦接到单独的磁共振成像(MRI)系统控制器130并且与之通信。

[0038] MRI系统控制器130包括经由电和/或数据连接模块132彼此通信的一组部件。连接模块132可以是直接有线连接、光纤连接、无线通信链路等。MRI系统控制器130可以包括CPU 131,与操作者工作站110通信的序列脉冲发生器133,收发器(或RF收发器)135,存储器137以及阵列处理器139。在一些实施方案中,序列脉冲发生器133可以集成到磁共振系统100的磁共振组件140中。

[0039] MR扫描的对象170可以经由扫描床定位在磁共振组件140的圆柱形成像体积146内,MRI系统控制器130控制扫描床沿磁共振系统的Z轴方向行进,以将对象170传送至成像体积146内。该磁共振组件140包括具有超导线圈144的超导磁体本体143、射频线圈组件和梯度线圈组件142。超导线圈144具有磁体孔,以形成该圆柱形成像体积146。超导线圈144在操作中提供贯穿圆柱形成像体积146的静态均匀纵向磁场 $B_0$ 。射频线圈组件可包括体线圈148和表面线圈149,其可用于发送和/或接收射频信号。

[0040] MRI系统控制器130可以从操作者工作站110接收命令,以指示在MR扫描期间要执行的MR扫描序列。MRI系统控制器130的序列脉冲发生器133基于指示的序列发送描述序列中的射频脉冲和梯度脉冲的时序、强度和形状的指令来操作执行该序列的系统部件。

[0041] 序列脉冲发生器133发送的扫描序列中的射频脉冲可以经由收发器135产生,该射频脉冲由射频功率放大器162放大。放大后的射频脉冲经由发射/接收开关(T/R开关)164提供给体线圈148,体线圈148随即提供横向磁场 $B_1$ ,该横向磁场 $B_1$ 在整个圆柱形成像体积146中大致垂直于 $B_0$ ,该横向磁场 $B_1$ 用于激发扫描对象体内的受激核(或质子)从而产生MR信号。

[0042] 序列脉冲发生器133发送的扫描序列中的梯度脉冲可以经由梯度控制器136产生并作用到梯度驱动器系统150,该梯度驱动器系统150包括 $G_x$ 、 $G_y$ 和 $G_z$ 放大器等。 $G_x$ 、 $G_y$ 和 $G_z$ 梯度放大器的每个用于激励梯度线圈组件142中的对应梯度线圈,以产生叠加在静磁场上的梯度磁场,并用于在MR扫描期间对MR信号空间编码的磁场梯度。

[0043] 可以通过梯度电源180为梯度驱动器系统150的各部件供电。

[0044] 序列脉冲发生器133耦接到扫描室接口系统145并且与之通信,该扫描室接口系统145从与磁共振组件140的状态相关联的各种传感器接收信号。扫描室接口系统145还耦接到患者定位系统147并且与之通信,该患者定位系统发送和接收信号以控制患者台移动到所需位置进行MR扫描。在一些实施例中,扫描室接口系统145可以包括设置在扫描间和设备间之间的穿墙板(图中未示出)。

[0045] MRI系统控制器130中的收发器135产生由射频功率放大器162放大的RF激励脉冲并且通过发射/接收开关(T/R开关)164提供给体线圈148。体线圈148和表面线圈149可以被配置为在发射和接收模式、发射模式或接收模式下操作。

[0046] 如上所述,体线圈148和RF表面线圈149可以用于发射RF激励脉冲和/或接收来自经历MR扫描的患者的所得MR信号。由MR扫描的患者体内被激发的核发出的MR信号可以被体线圈148或表面线圈149感测和接收并且通过T/R开关164发送回前置放大器166。T/R开关164可以由来自序列脉冲发生器133的信号控制,以在发射模式期间将射频功率放大器162

电连接至体线圈148,并且在接收模式期间将前置放大器166连接至体线圈148。T/R开关164可还使得表面线圈149能够用于发射模式或接收模式。

[0047] 在一些实施方案中,由体线圈148或RF表面线圈149感测和接收并且由前置放大器166放大的MR信号在收发器135的接收部分中被解调、滤波和数字化,并且作为原始图像数据阵列存储在存储器137中用于后处理。通过对该存储的原始图像数据进行变换/处理可以获取重建的磁共振图像。

[0048] 在一些实施方案中,由体线圈148或RF表面线圈149感测和接收并且由前置放大器166放大的MR信号在收发器135的接收部分中被解调、滤波和数字化,并且传输至MRI系统控制器130中的存储器137。对于要重建的每个图像,该数据被重新布置成单独的图像数据阵列,并且这些单独的图像数据阵列中的每个被输入至阵列处理器139,该阵列处理器被操作以将数据傅立叶变换成图像数据的阵列。

[0049] 阵列处理器139使用变换方法,最常见的是傅立叶变换,以从接收的MR信号创建图像。这些图像被传送到计算机系统120,并存储在存储器126中。响应于从操作者工作站110接收到的命令,图像数据可以存放在长期存储器中,或者可以由图像处理器128进一步处理并且传送到操作者工作站110以在显示器118上呈现。

[0050] 磁共振系统100还可以包括用于冷却超导磁体的冷却装置200,这将在下文结合图2进行详细说明。

[0051] 参考图2,该超导磁体包括超导磁体本体143以及绕制在超导磁体本体143上的超导线圈144,该超导线圈144用于产生主磁场,并且,超导线圈144需要被冷却到超导状态以维持需要的主磁场强度,为此,超导线圈144浸泡在低温容器210中,低温容器210中用于容纳低温致冷剂,例如液氮,具体地,低温容器210可以围绕超导磁体本体143。除了浸泡在低温容器中,超导线圈144可以与低温致冷剂进行其它方式的热交换以达到需要的温度。该低温容器210可以设置在热屏蔽罩220中,热屏蔽罩220和低温容器210之间可以为真空屏蔽区域,该热屏蔽罩220及真空屏蔽区域使得低温致冷剂与外部热源相隔离,从而避免低温致冷剂的挥发。

[0052] 冷却装置200还包括致冷剂压缩机230,其可以为例如氮压缩机。致冷剂压缩机230用于对气态致冷剂进行压缩,被压缩的气态致冷剂经由致冷剂管路240冷却后变为液态并循环至低温容器210,以对低温容器210中的超导线圈144进行冷却,该致冷剂管路240例如可以包括冷头241。在低温容器210中,部分液态致冷剂由于吸附热负载的热量而重新变为气态致冷剂,其可以经由回路250循环回到致冷剂压缩机230中被再次压缩。

[0053] 应当理解,上述的磁共振系统100及其中的冷却装置200仅用于说明,其分别可以包括更多、更少和/或不同的部件。

[0054] 在磁共振系统工作过程中,应该避免低温致冷剂挥发,一方面,致冷剂挥发可能导致超导磁体失超,重新进行励磁会产生较大的成本,另一方面,低温致冷剂本身比较昂贵,挥发将导致较大的成本浪费,还可能带来安全问题。因此,需要依靠冷却装置200持续提供超导线圈所需的低温环境,这需要保证冷却装置200持续正常工作,冷却装置200或其中的一些部件过热时,可能无法正常工作导致失超,因此,需要进一步对冷却装置200进行冷却。

[0055] 磁共振系统100的一个或多个部件被称为发热部件或热负载,该热负载例如可以包括上述的梯度驱动器系统150、梯度电源180、射频功率放大器162、T/R开关164、MRI系统



控制器130等电子模块中的一个或多个,该热负载还可以包括上述的冷却装置200的一个或多个部件。

[0056] 图3示出了现有水冷系统300的一个示例,其用于对上述的一个或多个热负载进行冷却,该水冷系统300包括整体设置在室外的水冷机组310以及设置在室内的冷却管路320,该冷却管路320包括换热组件,其中包括进行热量交换的第一通道321和第二通道322,该第一通道321经由管路连接件330与水冷机组310连通形成第一回路,该第二通道322经由管路连接件340与管道350耦合形成第二回路,该管道350用于与一个或多个热负载耦合,例如通过靠近或接触热负载来吸收热负载散发的热量。室外的水冷机组310包括致冷剂组件312,致冷剂组件312用于形成致冷剂(例如氟利昂)回路来与第一回路进行热交换,以冷却第一回路中的水,该第一回路中的冷水与第二回路中流过热负载后的热水进行热交换,以对该热水进行冷却,致冷剂组件312通常持续工作以满足散热需求,进而消耗较大能量。另外,致冷剂组件312通常需要设置在室外以与室外空气冷却设备(例如风扇)集成为整体,使得室外水冷机组的体积特别大,因此具有较严格的场地需求,且为了保证安全,需要具有专业资质的人员才能够进行氟利昂制冷设备的安装、维护、维修等,这些方面都带来较大的成本和维护效率。

[0057] 本实用新型提供至少一种实施例的冷却系统,其具有与一个或多个热负载相耦合的部分以用于冷却该热负载。参考图4,该冷却系统400包括第一流体回路410以及第二流体回路420。该第一流体回路410耦合至磁共振系统的热负载。第二流体回路420包括室内换热模块421和室外换热模块425,室内换热模块421和室外换热模块425相连通,该第二流体回路420经由该室外换热模块425与室外空气进行换热,并经由该室内换热模块421与第一流体回路410换热。

[0058] 上述的“耦合”可以包括但不限于互相接触、靠近、连接等方式进行热交换。

[0059] 上述的“连通”是指互相连接形成流体通路。本实用新型的实施例中,室内换热模块421和室外换热模块425之间通过流体管路440连通,该流体管路440可以包括多个依次连接的部分,相邻两个部分可以通过管路连接件441连接在一起形成流体通路。

[0060] 该室内换热模块421设置在室内,室外换热模块425设置在室外,上述“室内”可以是医疗建筑内,具体地,室内换热模块421可以设置在医疗建筑的水冷设备间。相应地,“室外”可以是医疗建筑外部。

[0061] 可选地,该冷却系统400还可以包括控制器430,该控制器430可以基于室外温度开启或关闭第二流体回路420。

[0062] 在一个示例中,控制器430在室外温度较低时开启第二流体回路420,第二流体回路420中的室外换热模块425利用室外的冷空气将回路中的流体冷却至较低温度,该较低温度的流体流经室内换热模块421时与第一流体回路410中的较热流体交换热量,进而将第一流体回路410中的该较热流体冷却至散热所需的温度,无需采用致冷剂冷却装置(例如至少包括致冷剂压缩机)进行流体冷却,减少了能耗。

[0063] 在一个实施例中,当室外温度低于或等于特定温度时,控制器430开启该第二流体回路420;当该室外温度高于该特定温度时,控制器430开启该第三流体回路。该特定温度例如可以为10度左右。

[0064] 总之,该第二流体回路可以在室外温度较低时被开启,因此可以应用于冬季、夜间

或者其它温度较低的时段。因此,该控制器430还可以被设定为在第一预设时间段内开启该第二流体回路420,并在第二预设时间段内关闭该第二流体回路420。该第一预设时间段、第二预设时间段可以基于该时间段内的温度预测来确定。例如,该第一预设时间段和第二预设时间段可以分别包括连续的多个小时、多天、多个星期、多个月或多个季节。然而,当磁共振系统是在常年低温的地方被使用时,也可以一直使用第二流体回路,而无需基于室外温度来开启或关闭,这种情况下,可以不需要控制器430。

[0065] 本实用新型的实施例中,通过提供具有室外换热部分和室内换热部分的第二流体回路利用第二流体回路与第一流体回路进行热量交换来冷却第一流体回路中的流体,进而冷却与第一流体回路耦合的热负载,利用室外冷空气补充冷却系统所需的冷量,第一流体回路进而无需与致冷剂冷却模块进行换热而被冷却,减少了能耗。

[0066] 图5示出了本实用新型另一实施例的用于磁共振系统的冷却系统500,其中包括该第一流体回路410、第二流体回路420和控制器430,并且,该冷却系统500进一步包括致冷剂冷却模块510和第三流体回路520。该第三流体回路520包括该室外换热模块425,即第三流体回路520的该室外换热模块425可以是与第二流体回路420共享的换热模块。本实施例中,为了便于描述,图5中以虚线表示第三流体回路520中未与第二流体回路420共享的部分。第二流体回路420和第三流体回路520还可以共享更多的流体通道,这将在下文结合图6进行说明。

[0067] 该致冷剂冷却模块510用于分别与该第三流体回路520和该第一流体回路410进行换热,其中,致冷剂冷却模块510与第三流体回路520进行热交换以被冷却,致冷剂冷却模块与第一流体回路410进行热交换以冷却第一流体回路410。控制器430用于基于室外温度选择开启该第二流体回路或者开启该第三流体回路520和该致冷剂冷却模块510。

[0068] 上述的第三流体回路520和第二流体回路420共用室外换热模块425,当控制器430选择开启第三流体回路520时,致冷剂冷却模块510也被开启,致冷剂冷却模块510在工作时产生热量,第三流体回路520中的流体经由室外换热模块425进行冷却,并且该第三流体回路520进一步与致冷剂冷却模块510进行热量交换,以对致冷剂冷却模块510进行冷却,保证致冷剂冷却模块510能够正常工作。致冷剂冷却模块510正常工作时产生冷量,并且当其与第一流体回路410换热时将该冷量传递给第一流体回路410,使得第一流体回路410中受到热负载升温的流体被冷却,冷却的流体经由第一流体回路410循环回到热负载,以再次对热负载进行冷却,如此循环。

[0069] 在一个示例中,控制器430在室外温度较高时开启第三流体回路520,致冷剂冷却模块510工作时产生的较大热量可将流经其的流体升至较高温度,例如60摄氏度左右,该较高温度的流体流经室外换热模块425后被降温,例如至40摄氏度左右,降温后的流体在第三流体回路中被循环回到致冷剂冷却模块510,带走致冷剂冷却模块510的热量后被升温,如此循环,保证致冷剂冷却模块510正常工作,产生用于冷却第一流体回路410的冷量。

[0070] 图6示出了本实用新型另一实施例的用于磁共振系统的冷却系统600,其中包括第一流体回路410、第二流体回路420、第三流体回路520、致冷剂冷却模块510以及控制器430,如上所述,第三流体回路520和第二流体回路420共用室外换热模块425。并且进一步地,该第二流体回路420流经致冷剂冷却模块510,即,当致冷剂冷却模块510处于非工作状态时,其仅用于流通第二流体回路420中的流体,如此,使得第三流体回路520和第二流体回路420

还共用更多的流体通道,以节省冷却系统的配置资源,降低成本。

[0071] 如图6所示,该致冷剂冷却模块510包括致冷剂回路610、与该致冷剂回路610换热的第一流体通道620以及与该致冷剂回路610换热的第二流体通道630。该第三流体回路520包括该第一流体通道620,以通过第一流体通道620冷却致冷剂回路610中的较高温度的致冷剂。该第一流体回路410包括该第二流体通道630,以通过第二流体通道630接收来自致冷剂回路610产生的冷量。

[0072] 具体地,致冷剂回路610包括蒸发器611、压缩机612、冷凝器613和膨胀阀614。致冷剂回路610用于流通致冷剂,该致冷剂例如可以包括氟利昂流体,氟利昂流体整体经由压缩机612被压缩为高压气体,该高压气体流通至冷凝器613进行冷凝,冷凝过程产生热量,并且冷凝后的氟利昂液体流通至膨胀阀614被降压、降温,降温、降压后的氟利昂流体流通至蒸发器611,并在蒸发器611中被蒸发为气体,蒸发过程吸收热量,并且蒸发产生的气体被流通至压缩机612中进行压缩,如此循环。

[0073] 该冷凝器613包括第一致冷剂通道616,其用于与该第一流体通道620进行换热,该第一流体通道620例如可以设置在冷凝器613的一侧(例如外侧),冷凝器613的另一侧(例如内侧)用于流通该致冷剂,以此实现热量交换。

[0074] 该蒸发器611包括第二致冷剂通道617,其用于与该第二流体通道630进行换热,该第二流体通道630例如可以设置在蒸发器611的一侧(例如外侧),该蒸发器611的另一侧(例如内侧)可以用于流通该致冷剂,以此实现热量交换。

[0075] 压缩机612的两端分别连通第一致冷剂通道616的致冷剂入口和第二致冷剂通道617的致冷剂出口。膨胀阀614的两端分别连通第一致冷剂通道616的致冷剂出口和第二致冷剂通道617的致冷剂入口。

[0076] 本实用新型的实施例中,致冷剂冷却模块510为独立于室外换热模块425的模块化设备,其可以与室外换热模块425分开设置在不同空间并通过管路连通,例如,致冷剂冷却模块510可以放置在室内,并且其体积可以足够小以能够放置在水冷设备间的水冷机柜中。具体地,致冷剂冷却模块510可以和第一流体通道620以及第二流体通道630集成在一起形成模块化设备,使得安装或更换时直接操作模块化设备,无需操作致冷剂管路,提升了安全性和便捷性。

[0077] 本实用新型的一些实施例中,还包括切换阀680,该切换阀680用于切换该第三流体回路520和该第二流体回路420,具体地,控制器430通过操作该切换阀680选择开启该第二流体回路或第三流体回路,如图6所示的,该第二流体回路420和第三流体回路520共用部分管路,并且,本实用新型的实施例中,可以设置共用的切换阀680,其连接至第二流体回路420和第三流体回路520以在两者之间进行切换。

[0078] 具体地,该切换阀680包括第一端681、第二端682和第三端683,其中第一端681连通该室外换热模块425,该第二端682连通该室内换热模块421,该第三端683连通该致冷剂冷却模块510的该第一流体通道620。该控制器430用于控制切换阀680的该第一端681与第二端682连通或与该第三端683连通。

[0079] 为了便于说明,图6中以虚线示出第二流体回路420未与第三流体回路520重合的部分。

[0080] 图7示出了在室外温度较低时冷却系统600的工作状态,其中,以流体路径上的箭

头示出流体的流通方向。为了便于描述,图7以及下文将描述的图8中以虚线表示回路中未流通流体和致冷剂的部分。如图7所示,室外温度较低,例如小于或等于10摄氏度时,控制器430控制当切换阀680的第一端681和第二端682连通,第二流体回路420被开启,第三流体回路520被关闭。流体经由室外换热模块425与室外冷空气进行换热后温度降低,例如降低为12摄氏度,降温后的流体在室内换热模块421中吸收第一流体回路410的热量,第二流体回路420的流体温度升高,例如为18摄氏度。第二流体回路420中,升温后的流体流经冷凝器613中的第一流体通道620后返回室外换热模块425以再次被冷却至较低温度,例如12摄氏度,如此循环。第一流体回路410的热量在室内换热模块421中被吸收后,温度降低,并经由蒸发器611中的第二流体通道630流向热负载,吸收热负载热量后流向室内换热模块421,并在是被室内换热模块421中再次被冷却。

[0081] 第二流体回路420工作时,致冷剂冷却模块510不工作,仅用于流通第一流体回路410和第二流体回路420中的流体,即冷却剂回路610不发热也不产生冷量,对第一流体回路410和第二流体回路420的流体温度不产生影响。

[0082] 图8示出了在室外温度较高时冷却系统600的工作状态,其中,以箭头801示出流体的流通方向。如图8所示,室外温度较高,例如高于10摄氏度时,控制器430控制切换阀680的第一端681和第三端683连通,第三流体回路520被开启,同时致冷剂冷却模块510被开启,第二流体回路420被关闭。致冷剂在冷凝器613中被冷凝,第三流体回路520中的流体流经冷凝器613的第一流体通道620并吸收冷凝产生的热量,流体温度被升高至例如60摄氏度左右,升温后的流体经室外换热模块425与室外冷空气进行换热后温度降低,例如降低为40摄氏度左右,降温后的流体返回第一流体通道620以吸收冷凝产生的热量,如此循环。第一流体回路410的热量在蒸发器611中的第二流体通道630中与蒸发产生的冷量进行交换,使得第一流体回路410的流体被冷却,冷却的流体流经负载,吸收热负载热量后升温,升温的流体流经室内换热模块421后返回第二流体通道630被再次冷却,如此循环。

[0083] 参考图6-图8,本实用新型的实施例中,还可以包括室外温度检测单元691,其用于向控制器430发送检测该室外温度,使得控制器430能够基于室外温度开启或关闭该第二流体回路420,或者,在该第二流体回路420和第三流体回路520之间进行切换。该室外温度检测单元可以与室外换热模块425相耦合,例如,设置在室外换热模块425的流体入口处或者外壳上。

[0084] 本实用新型的实施例中,该室外换热模块425包括风扇651,其用于冷却流经该室外换热模块425的流体,具体地,该室外换热模块425可以包括流体通道,该风扇651用于对该室外换热模块425的流体通道吹风,使得室外换热模块425实现空气和流体之间的热量交换。当室外温度较低时,流经室外换热模块425的流体被冷却至第一温度,该第一温度的流体能够直接与第一流体回路410在室内换热模块421中进行流体和流体之间的热量交换,来冷却第一流体回路410。当室外温度较高时,流经室外换热模块425的流体被冷却至第二温度,该第二温度的流体适于对致冷剂冷却模块510进行散热,保证致冷剂冷却模块510正常工作。

[0085] 如上所述的,室外换热模块425的流体入口和第一流体通道620的出口连通,进一步地,该室外换热模块425的流体入口和该第一流体通道620之间还连接有流量调节模块692,该控制器430还用于基于室外温度操作该流量调节模块692,以控制从该第一流体通道

620流向该室外换热模块的流体量。通过操作该流量调节模块692进行流量控制,使得室外温度过低时,较少的流体流经室外换热模块425,避免大量流体被冷却造成的流体温度过低的问题。

[0086] 具体地,该流量调节模块692为流体混合阀,该流体混合阀包括第一端693、第二端694以及第三端695。流体混合阀的第一端693与室外换热模块425的流体入口连通,第二端694与第一流体通道620的流体出口连通,第三端695与室外换热模块425的流体出口连通。当室外温度较低时,例如低于0摄氏度时,可以仅将较少的流体分别经由第二端694和第一端693流向室外换热模块425,而将来自第一流体通道620的其余较多的流体分别经由第二端694和第三端695后,绕过室外换热模块425流向室外换热模块425的流体出口,因此在室外换热模块425的流体出口处混合低温流体和高温流体,以使混合流体具有合适的冷却温度。

[0087] 本实用新型的实施例中,第二流体回路420和第三流体回路520还分别包括用于流体循环的泵,如图6所示,其中为第二流体回路420和第三流体回路520提供共享的泵696。

[0088] 本实用新型的实施例中,第一流体回路410、第二流体回路420以及第三流体回路520可以分别连通有用于补充流体的水箱,例如,第一流体回路410与水箱697连通,第二流体回路420和第三流体回路520均与水箱698连通。

[0089] 本实用新型的实施例中,第一流体回路410也包括流量调节阀601,其可以为流体混合阀,例如包括三个端口,其中一个端口与第二流体通道630的流体出口连通,一个端口与室内换热模块421的流体入口以及热负载冷却管路的流体出口连通,另一个端口与热负载冷却管路的流体入口连通,该热负载冷却管路可以是第一流体回路中用于与热负载耦合的部分。

[0090] 第一流体回路410可以耦合有温度检测装置(图中未示出),用于向控制器430反馈检测的第一流体回路410的至少一个位置处的温度,控制器430可以基于该至少一个位置处的温度操作流量调节阀601,以控制流向热负载的冷水量。

[0091] 可选地,第一流体回路410还可包括流体循环的泵602。

[0092] 本实用新型的上述实施例中,提供了直接经由室外换热模块进行冷却的第二流体回路420,耦合至热负载的第一流体回路410与该第二流体回路420进行换热得以被冷却,进而对热负载进行散热。并且进一步提供经由室外换热模块进行冷却并对致冷剂冷却模块进行散热的第三流体回路520,耦合至热负载的第一流体回路410经由致冷剂冷却模块被冷却,进而对热负载进行散热。第三流体回路520和第二流体回路420经由控制器430被切换。

[0093] 如上所述的,第三流体回路520和第二流体回路420具有共用的部分,例如可以共享室外换热模块425、第一流体通道620、流量调节模块692、泵696、水箱697、切换阀680等组件中的至少一部分以及该至少一部分组件之间的连接管路,然而,如图9所示,该第二流体回路420可以与第三流体回路520相互独立,其中,冷却系统900可以包括两个室外换热模块921、922、两个流量调节模块991、992和两个切换阀(例如,第一切换阀981、第二切换阀982)以分别用于该第二流体回路420和第三流体回路520,并且,如图5和图9所示,该第二流体回路420可以不经过该第一流体通道620。上述两个室外换热模块921、922可以与相应的室外换热模块425具有类似的结构,两个流量调节模块991、992可以和流量调节模块692具有类似的结构,两个切换阀(例如,第一切换阀981、第二切换阀982)可以仅包括两个端口,其中

每个切换阀能够被操作以断开或连通其两个端口。

[0094] 控制器430可以在室外温度低于或等于特定温度时开启该第二流体回路420的该第一切换阀981以开启第二流体回路420,或者,在室外温度高于特定温度时开启该第三流体回路520的该第二切换阀982以开启第三流体回路520。

[0095] 为了便于理解,图9中以虚线表示第二流体回路420。

[0096] 以上描述的“流体”可以为水,也可以为其它能够流通的冷却液。

[0097] 基于上述实施例,本实用新型的可以提供一种用于磁共振系统100的冷却系统400、500、600、900,该冷却系统400、500、600、900包括:

[0098] 第一流体回路410,所述第一流体回路410耦合至所述磁共振系统100的热负载;以及,

[0099] 第二流体回路,所述第二流体回路420包括室内换热模块421和室外换热模块425、921,所述室内换热模块421与所述室外换热模块425或921相连通,所述第二流体回路420经由所述室外换热模块425与室外空气进行换热,并经由所述室内换热模块421与所述第一流体回路410换热;

[0100] 可选地,该冷却系统400、500、600、900还可以包括:

[0101] 第三流体回路520,所述第三流体回路520包括所述室外换热模块425或922;

[0102] 致冷剂冷却模块510,其用于与所述第三流体回路520换热以被冷却,并用于与所述第一流体回路410进行换热以冷却所述第一流体回路410;以及,

[0103] 控制器430,其用于基于室外温度选择开启所述第二流体回路420或所述第三流体回路520和所述致冷剂冷却模块510。

[0104] 可选地,所述致冷剂冷却模块510包括:

[0105] 致冷剂回路610;

[0106] 与所述致冷剂回路610换热的第一流体通道620;以及,

[0107] 与所述致冷剂回路换热的第二流体通道630;

[0108] 其中,所述第三流体回路520包括所述室外换热模块425或922以及所述第一流体通道620,所述第一流体回路410包括所述第二流体通道630。

[0109] 可选地,该冷却系统400、500、600、900还可以包括:用于切换所述第二流体回路420和所述第三流体回路520的切换阀680或切换阀(例如,第一切换阀981、第二切换阀982),所述控制器430通过操作所述切换阀680或切换阀(例如,第一切换阀981、第二切换阀982)选择开启所述第二流体回路420或所述第三流体回路520。

[0110] 可选地,所述第二流体回路420包括所述致冷剂冷却模块510的所述第一流体通道620。

[0111] 可选地,切换阀680包括:

[0112] 连通所述室外换热模块425的第一端681;

[0113] 连通所述室内换热模块421的第二端682;以及,

[0114] 连通所述致冷剂冷却模块510的所述第一流体通道620的第三端683。

[0115] 所述控制器430用于控制所述切换阀680的第一端681与所述第二端682连通以开启所述第二流体回路420,或控制所述切换阀680的第一端681与所述第三端683连通选择开启所述第三流体回路520。

[0116] 可选地,所述室外换热模块425、922的流体入口和所述第一流体通道620的流体出口连通,并且,所述室外换热模块425、922的所述流体入口和所述第一流体通道620的所述流体出口之间连接有流量调节模块692、992,所述控制器430用于基于所述室外温度操作所述流量调节模块692、992,以控制从所述第一流体通道620流向所述室外换热模块425或922的流体量。

[0117] 可选地,所述流量调节模块692、991、992可以为流体混合阀,例如,所述流体混合阀包括:

[0118] 与所述室外换热模块425的流体入口连通的第一端693;

[0119] 与所述第一流体通道620的流体出口连通的第二端694;以及,

[0120] 与所述室外换热模块425的流体出口连通的第三端695。

[0121] 可选地,所述致冷剂回路610包括蒸发器611、压缩机612、冷凝器613、和膨胀阀614,其中,

[0122] 所述冷凝器613包括:用于与所述第一流体通道620换热的第一致冷剂通道616;

[0123] 所述蒸发器611包括:用于与所述第二流体通道630换热的第二致冷剂通道617;

[0124] 所述压缩机612的两端分别连通所述第一致冷剂通道616的致冷剂入口和所述第二致冷剂通道617的致冷剂出口;

[0125] 所述膨胀阀614的两端分别连通所述第一致冷剂通道616的致冷剂出口和所述第二致冷剂通道617的致冷剂入口。

[0126] 可选地,该冷却系统400、500、600、900还可以包括室外温度检测单元691,其用于向所述控制器发送检测的所述室外温度。

[0127] 可选地,所述室外换热模块425、921、922包括用于冷却流经所述室外换热模块425、921、922的流体的风扇651。

[0128] 可选地,所述第二流体回路420包括流量调节模块991,所述流量调节模块991连接在所述室内换热模块421的流体出口和所述室外换热模块925的流体入口之间,所述控制器430用于基于所述室外温度操作所述流量调节模块992,以控制自所述室内换热模块421流向所述室外换热模块925的流体量。

[0129] 可选地,所述第二流体回路420包括第一切换阀981,所述第三流体回路包括第二切换阀982,所述控制器430用于操作所述第一切换阀981以开启或关闭所述第二流体回路420,并用于操作所述第二切换阀982以开启或关闭所述第三流体回路520。

[0130] 本实用新型的实施例还可以提供另一种用于磁共振系统的冷却系统400、500、600或900,其中控制器430用于在第一预设时间段内开启第二流体回路420,并在第二预设时间段内关闭第二流体回路420。

[0131] 本实用新型的实施例还可以提供一种磁共振系统100,其包括热负载和上述任一实施例的用于磁共振系统100的冷却系统400、500、600或900。

[0132] 除了任何先前指示的修改之外,本领域技术人员可以在不脱离本描述的实质和范围的情况下设计出许多其他变型和替换布置,并且所附权利要求书旨在覆盖此类修改和布置。因此,尽管上面已经结合当前被认为是最实际和最优选的方面对信息进行了具体和详细的描述,但对于本领域的普通技术人员将显而易见的是,在不脱离本文阐述的原理和概念的情况下,可以进行许多修改,包括但不限于形式、功能、操作方式和使用。同样,如本文

所使用的,在所有方面,示例和实施方案仅意图是说明性的,并且不应以任何方式解释为限制性的。

[0133] 提供以上具体的实施例的目的是为了使得对本实用新型的公开内容的理解更加透彻全面,但本实用新型并不限于这些具体的实施例。本领域技术人员应理解,还可以对本实用新型做各种修改、等同替换和变化等等,只要这些变换未违背本实用新型的精神,都应在本实用新型的保护范围之内。



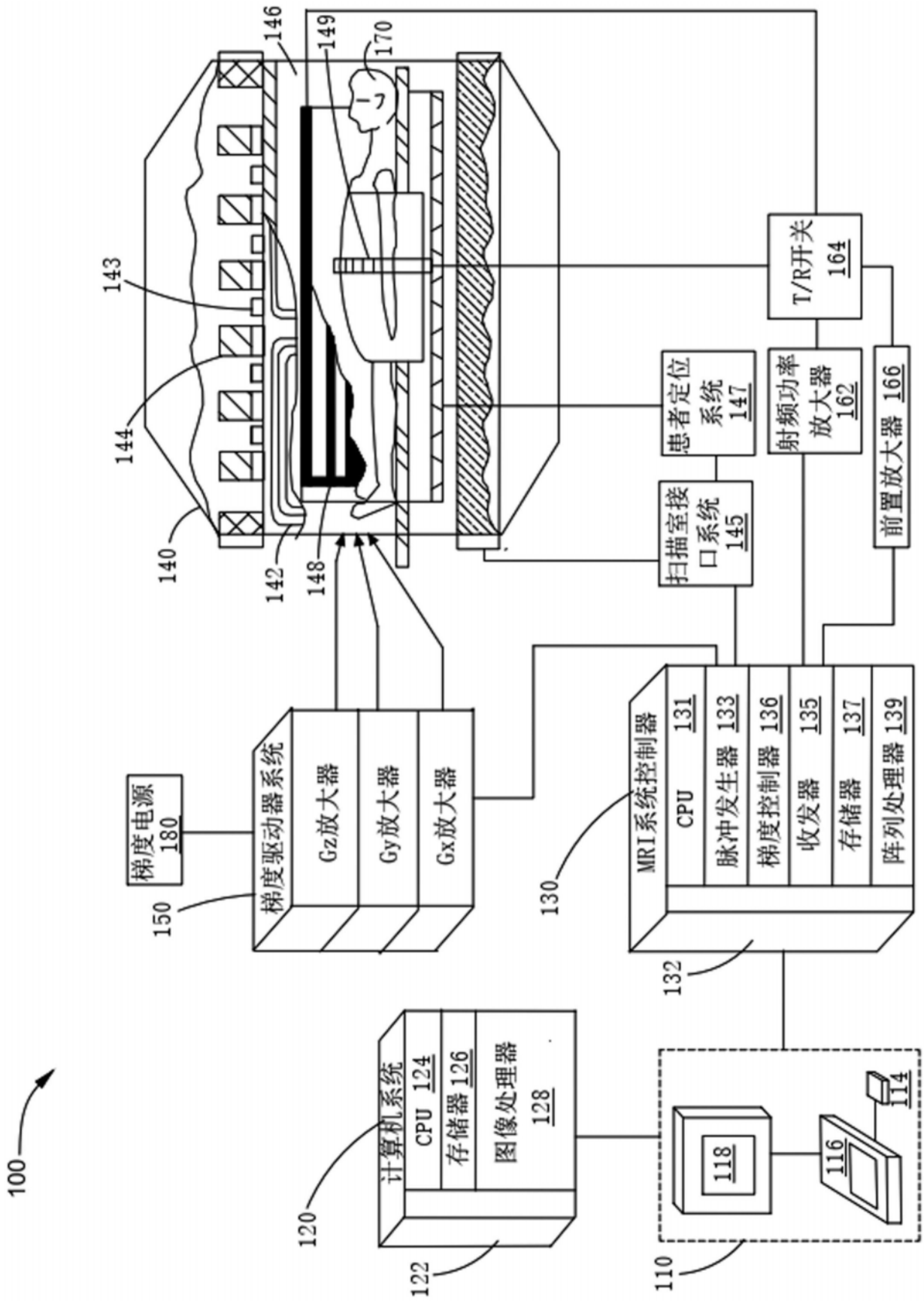


图1

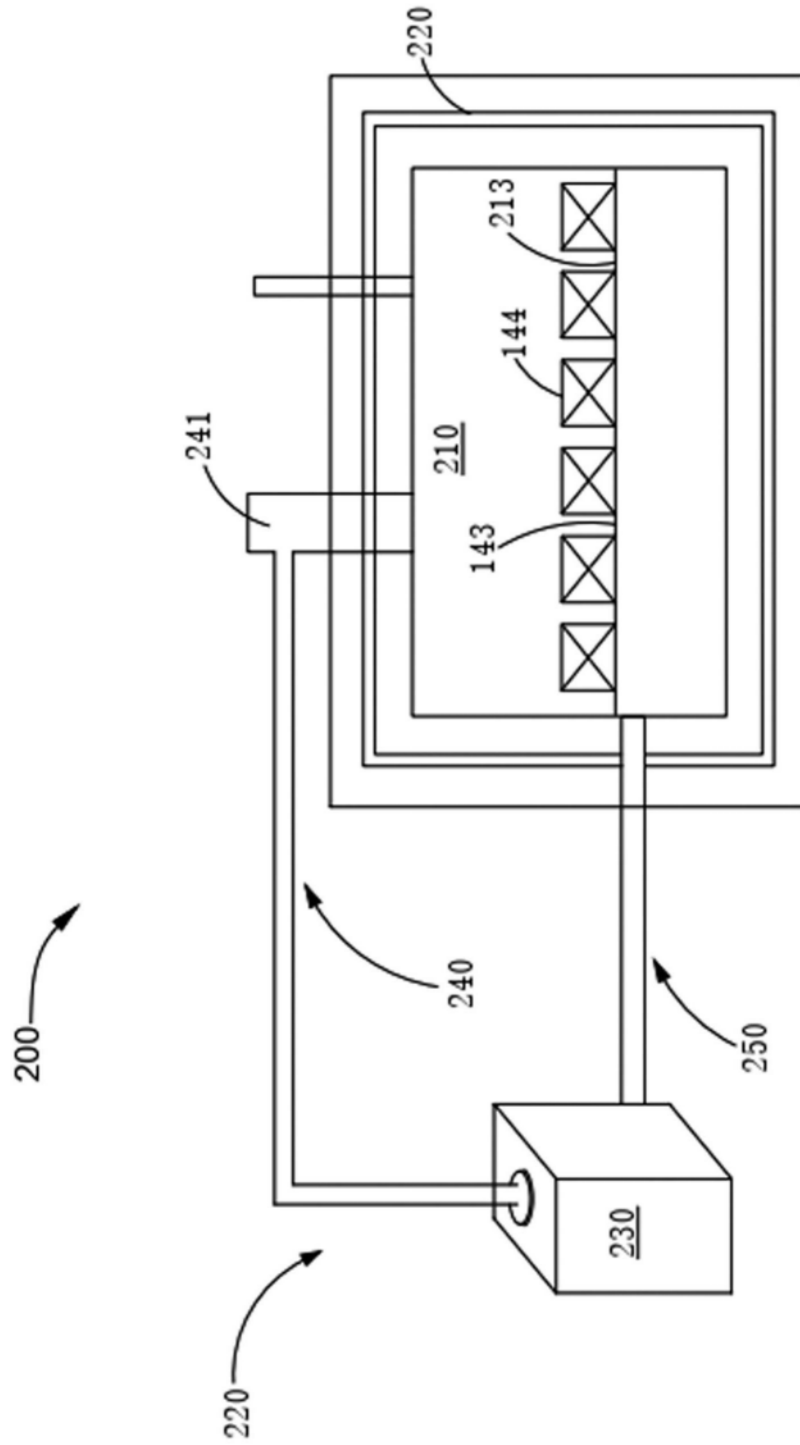


图2

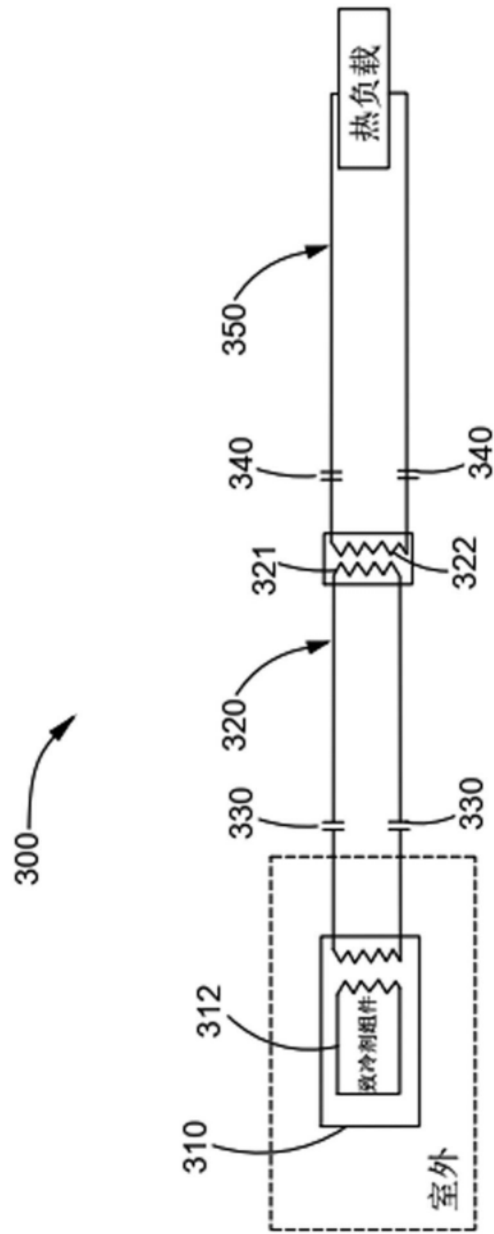


图3

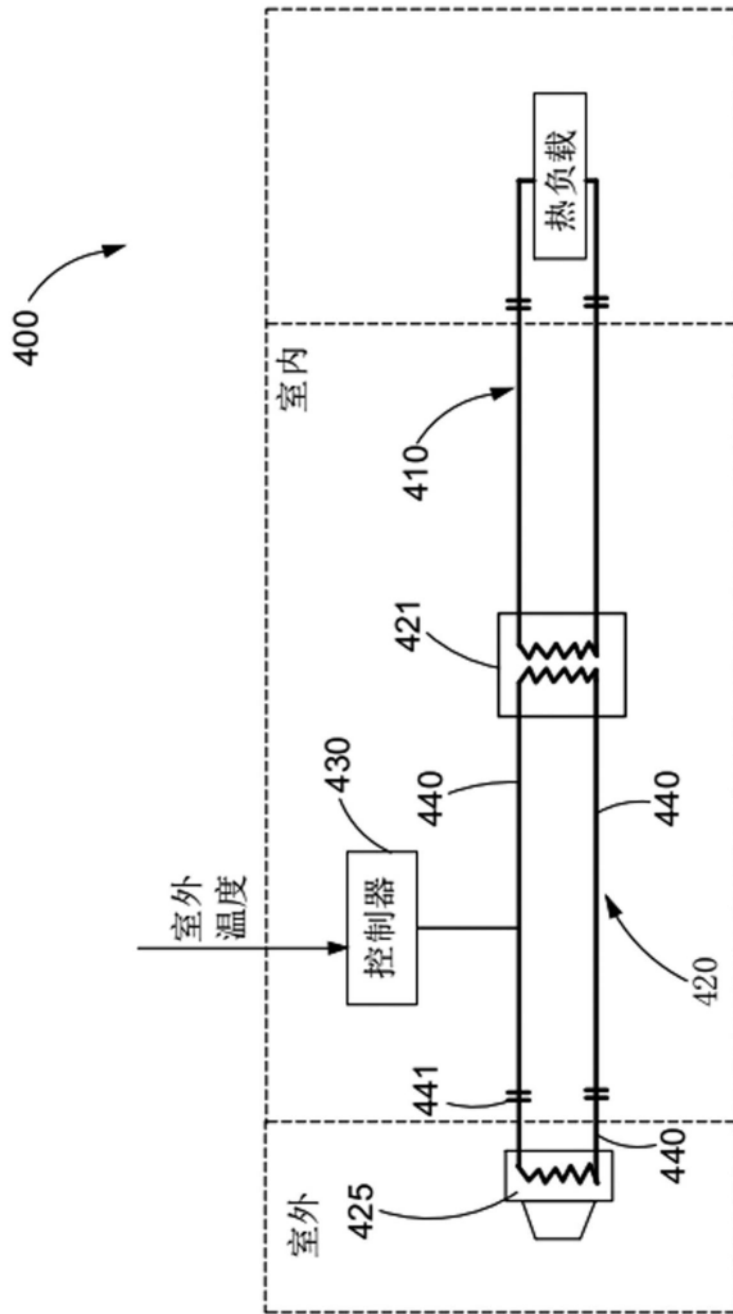


图4

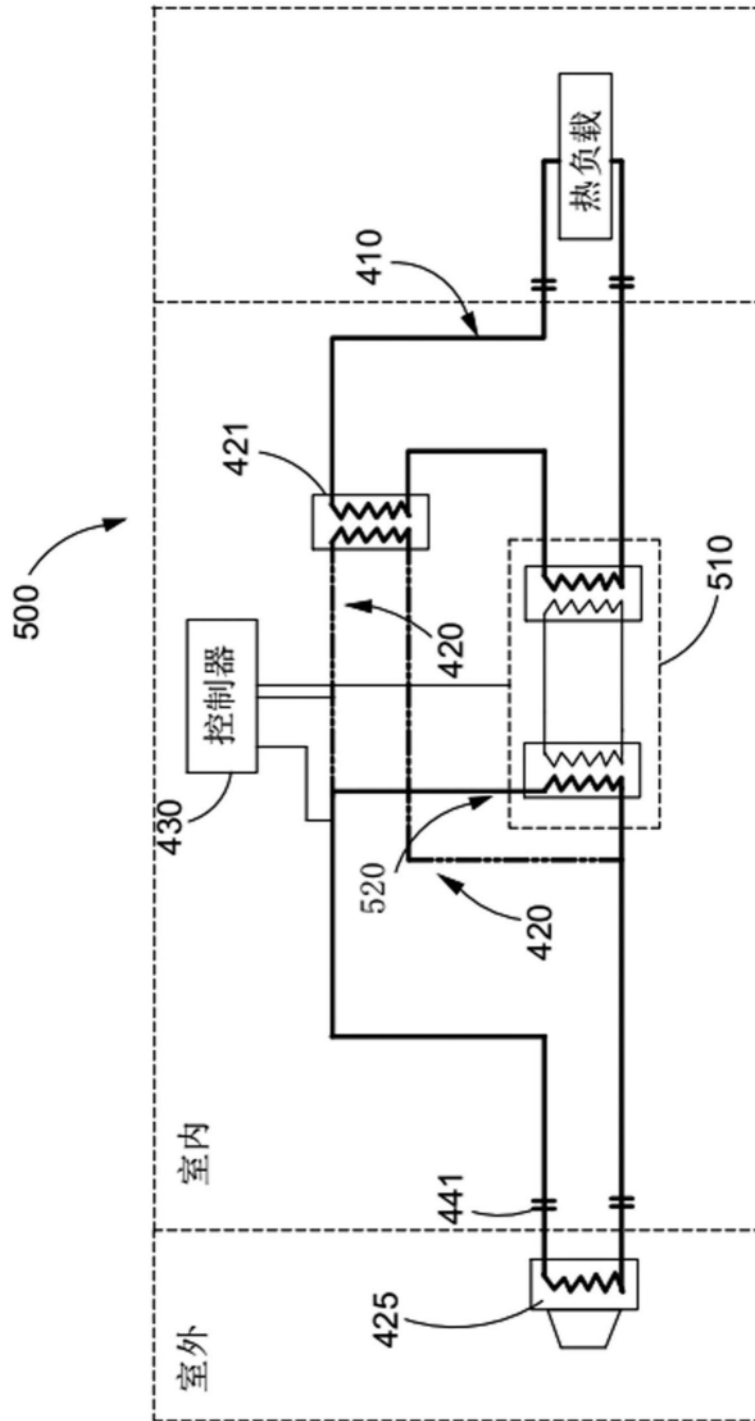


图5

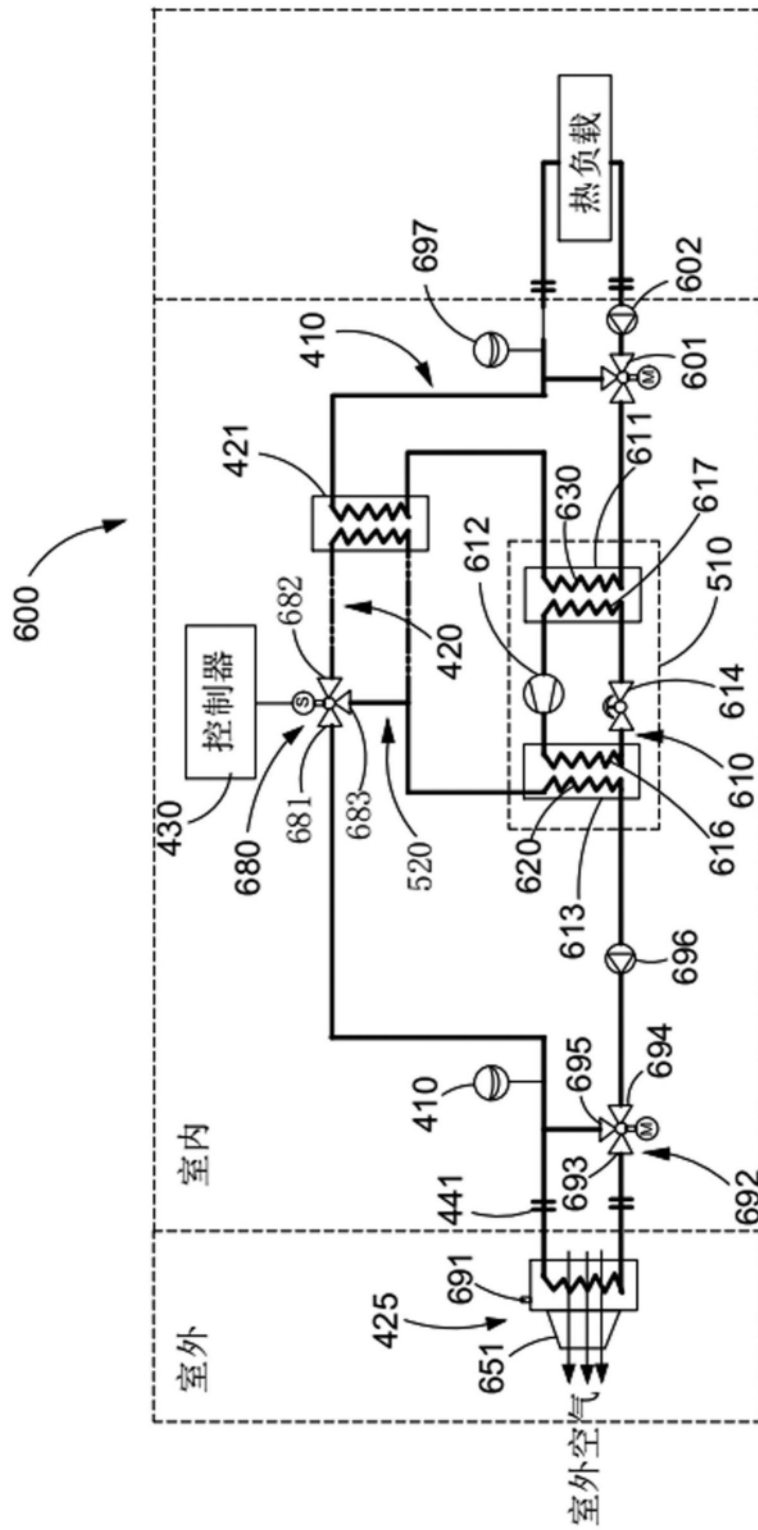


图6

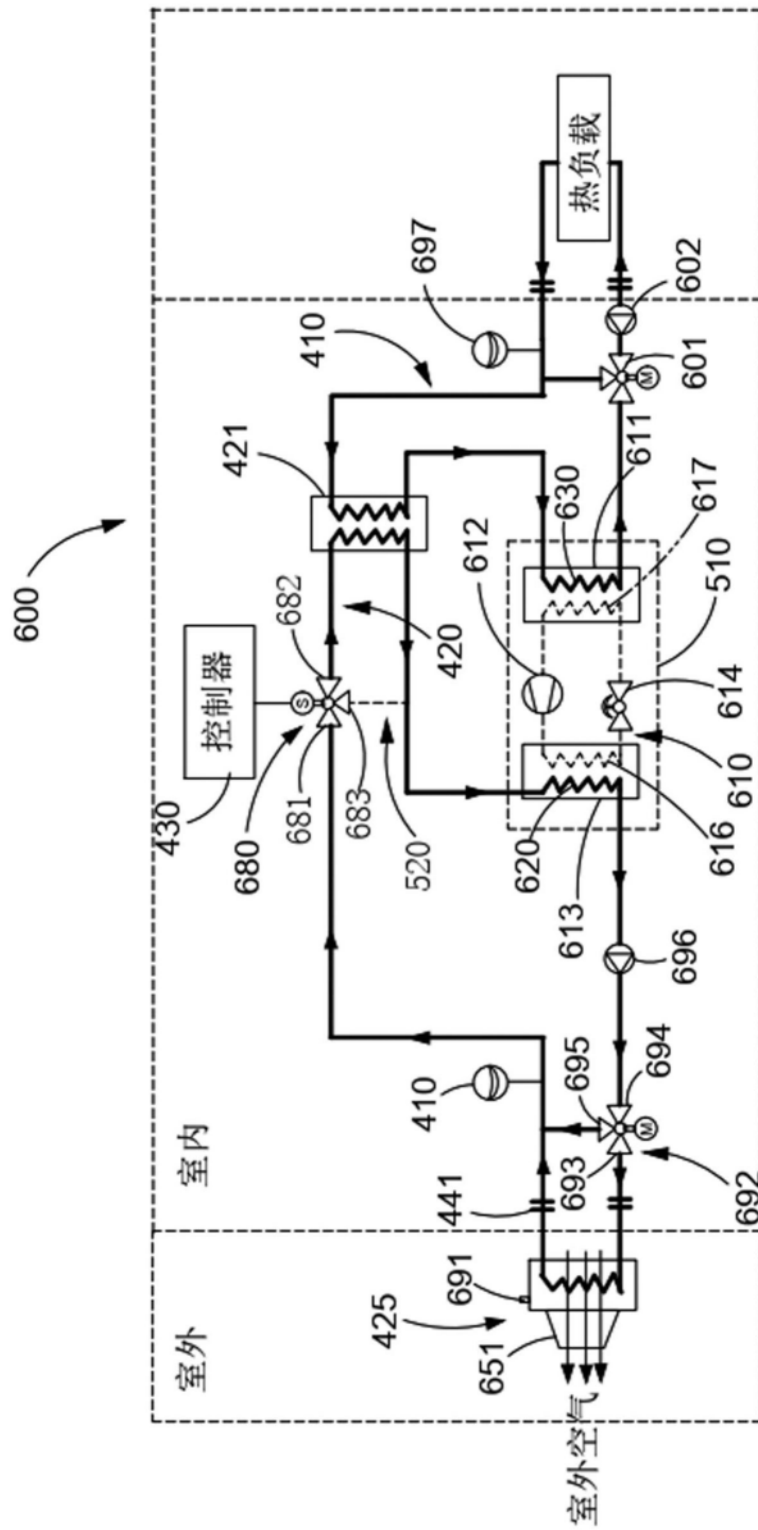


图7

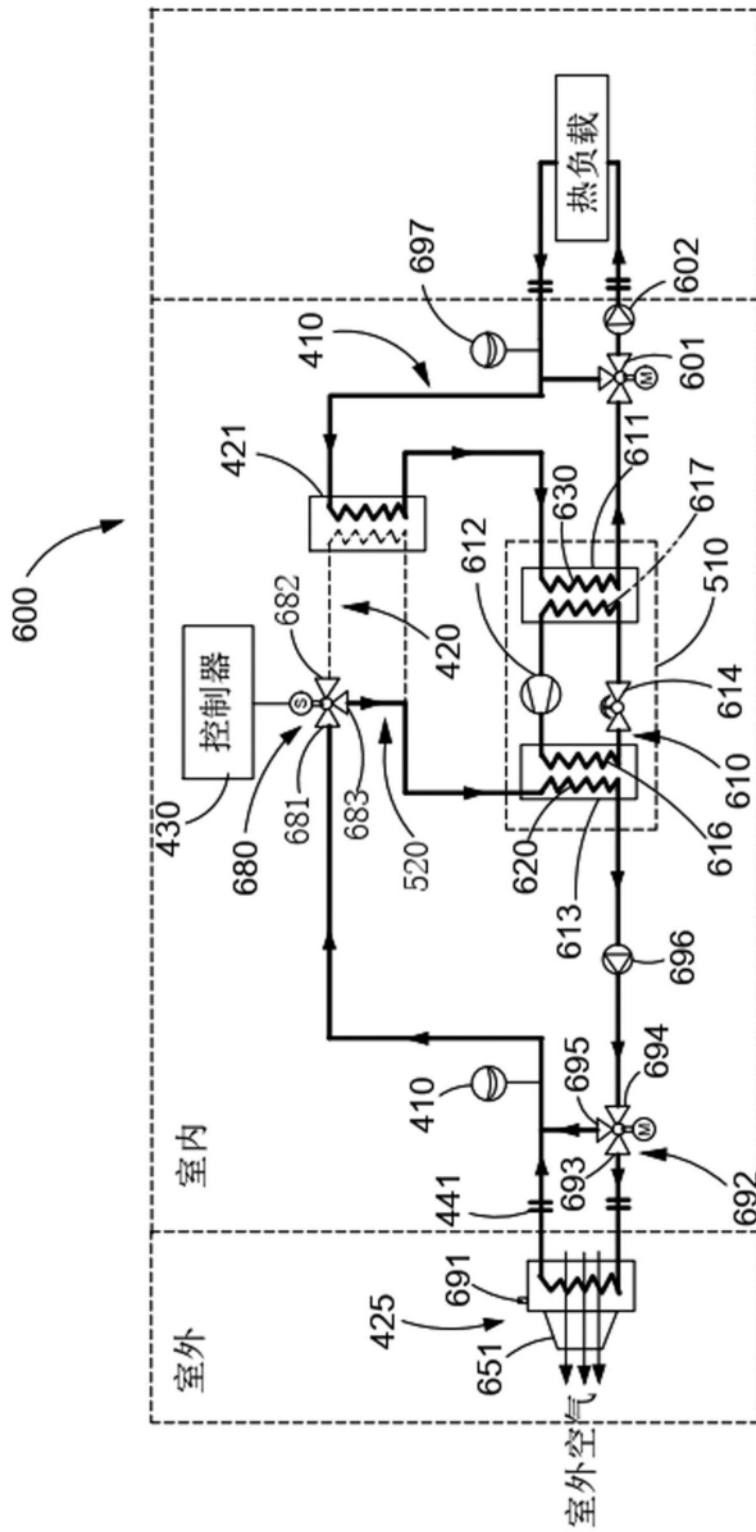


图8



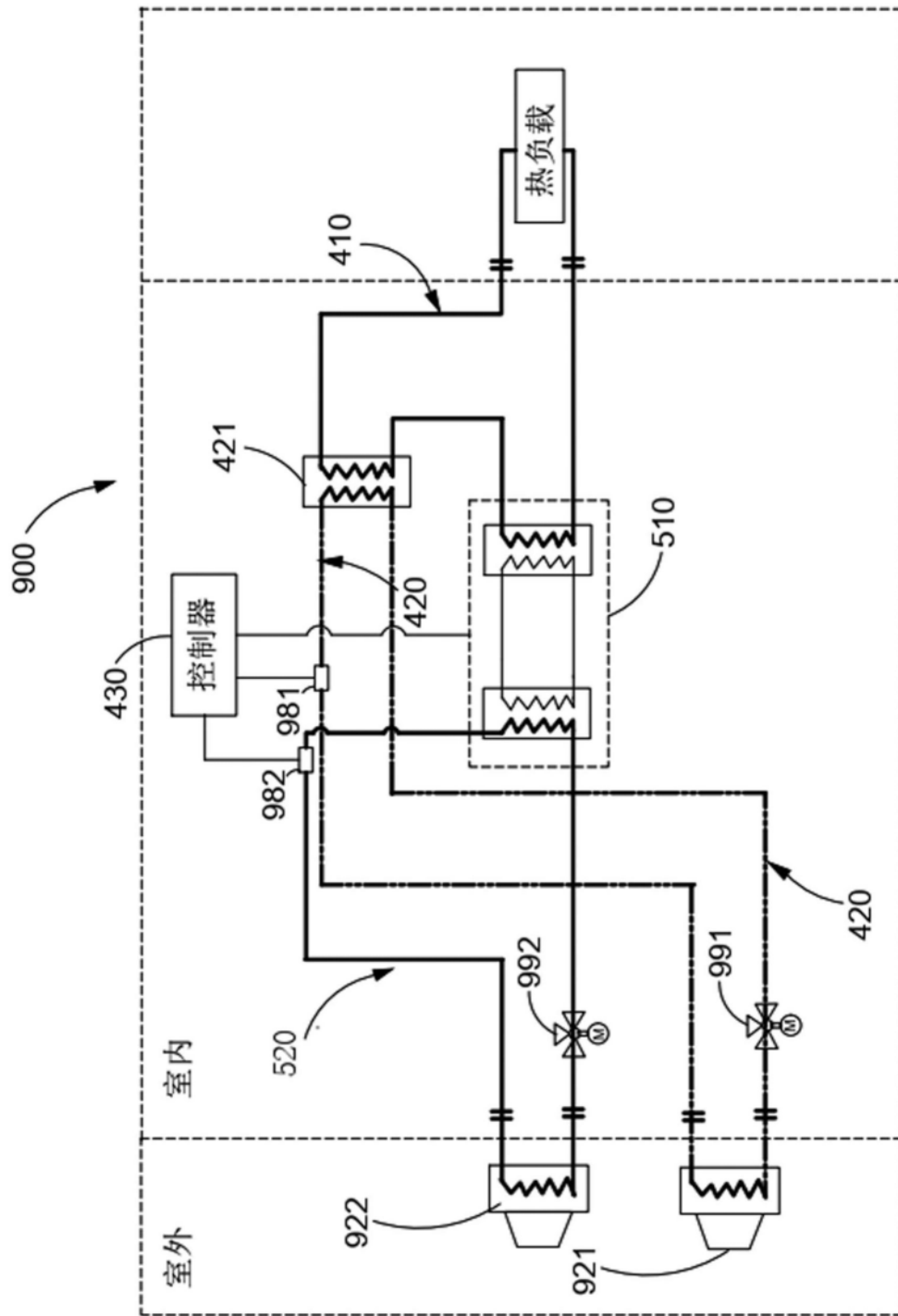


图9