



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110230882 A

(43)申请公布日 2019. 09. 13

(21)申请号 201910342638.6

F28D 20/00(2006.01)

(22)申请日 2019.04.26

(71)申请人 南京霍普医疗科技有限公司

地址 210009 江苏省南京市鼓楼区幕府东路199号A35-1

(72)发明人 虞中旻 王栋 张苏韩 陶乐仁

(74)专利代理机构 浙江千克知识产权代理有限公司 33246

代理人 周希良

(51)Int.Cl.

F24H 4/02(2006.01)

F25B 30/02(2006.01)

F25B 41/06(2006.01)

F25B 47/02(2006.01)

F25B 49/02(2006.01)

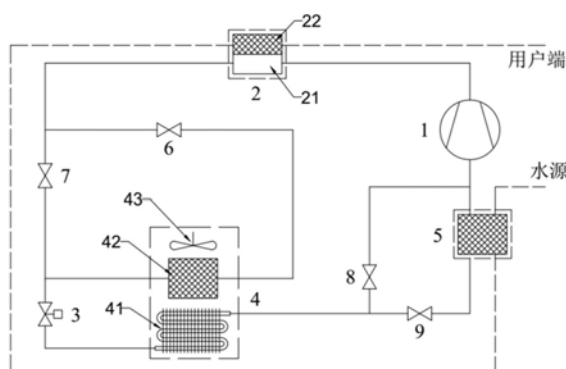
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

## (54)发明名称

一种采用相变蓄能的跨临界CO<sub>2</sub>空气源系统

## (57)摘要

本发明提供一种采用相变蓄能的跨临界CO<sub>2</sub>空气源系统,包括压缩机、第一蓄热模块、节流装置、第二蓄热模块和蓄冷模块,所述第一蓄热模块包括串联设置的气冷器和第一蓄热装置;所述第二蓄热模块包括蒸发器、风机和第二蓄热装置,所述第二蓄热装置通过节流装置与蒸发器串联;包括蓄能运行模式和正常制热模式,蓄能运行模式下,第一蓄热装置、第二蓄热装置蓄热,蓄冷器蓄冷;正常制热模式下,水源依次经蓄冷模块降温、气冷器和第一蓄热装置升温后送入用户端。本发明所述系统将相变蓄能技术与热泵技术相结合,解决热泵运行时电网峰负荷过大,充分利用低谷电,实现削峰填谷的目的。



1. 一种采用相变蓄能的跨临界CO<sub>2</sub>空气源系统,其特征在于:包括压缩机(1)、第一蓄热模块(2)、节流装置(3)、第二蓄热模块(4)和蓄冷模块(5),

所述第一蓄热模块(2)包括串联设置的气冷器(21)和第一蓄热装置(22);

所述第二蓄热模块(4)包括蒸发器(41)、风机(43)和第二蓄热装置(42),所述第二蓄热装置(42)通过节流装置(3)与蒸发器(41)串联;

所述系统包括蓄能运行模式和正常制热模式,

蓄能运行模式下,制冷剂经压缩机(1)排出,依次进入第一蓄热装置(22)、气冷器(21)、第二蓄热装置(42)、节流装置(3)、蒸发器(41)、蓄冷模块(5)后,返回至压缩机(1);

正常制热模式下,制冷剂经压缩机(1)排出,依次进入第一蓄热装置(22)、气冷器(21)、节流装置(3)、蒸发器(41)后,返回至压缩机;水源依次经蓄冷模块(5)、气冷器(21)和第一蓄热装置(22)后送入用户端。

2. 根据权利要求1所述的一种采用相变蓄能的跨临界CO<sub>2</sub>空气源系统,其特征在于,所述气冷器(21)与节流装置(3)之间并联设有第一电磁阀(6)和第二电磁阀(7),第一电磁阀(6)连通第二蓄热装置(42),第二电磁阀(7)连通节流装置(3)。

3. 根据权利要求2所述的一种采用相变蓄能的跨临界CO<sub>2</sub>空气源系统,其特征在于,所述蒸发器(41)与蓄冷模块(5)之间并联设有第三电磁阀(8)和第四电磁阀(9),第三电磁阀(8)连通压缩机(1),第四电磁阀(9)连通蓄冷模块(5)。

4. 根据权利要求3所述的一种采用相变蓄能的跨临界CO<sub>2</sub>空气源系统,其特征在于,还包括控制器,所述水源连接有水泵;

所述控制器控制第一电磁阀(6)、第二电磁阀(7)、第三电磁阀(8)、第四电磁阀(9)以及风机(43)和水泵的开闭状态,使系统处于正常制热模式或蓄能运行模式。

5. 根据权利要求4所述的一种采用相变蓄能的跨临界CO<sub>2</sub>空气源系统,其特征在于,还包括室外温度传感器,室外温度传感器与控制器电性连接,

蓄能运行模式下,第一蓄热装置(22)进行蓄热,蓄冷模块(5)进行蓄冷,且当室外空气温度低于第一阈值时,控制器控制第二蓄热装置(42)开始蓄热;当室外空气温度高于第二阈值时,控制器第二蓄热装置(42)停止蓄热。

6. 根据权利要求1所述的一种采用相变蓄能的跨临界CO<sub>2</sub>空气源系统,其特征在于,所述第一蓄热装置(22)的相变蓄热材料的相变温度为50-65℃,所述相变蓄热材料是石蜡、Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>\*12H<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>\*10H<sub>2</sub>O中的一种。

7. 根据权利要求1所述的一种采用相变蓄能的跨临界CO<sub>2</sub>空气源系统,其特征在于,所述第二蓄热装置(42)的相变蓄热材料的相变温度为22-35℃,所述相变蓄热材料是石蜡、Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>\*12H<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>\*10H<sub>2</sub>O中的一种。

8. 根据权利要求1所述的一种采用相变蓄能的跨临界CO<sub>2</sub>空气源系统,其特征在于,所述蓄冷模块(5)的相变蓄冷材料的相变温度为0-10℃,所述相变蓄冷材料是石蜡、Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>\*12H<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>\*10H<sub>2</sub>O中的一种。

9. 根据权利要求1所述的一种采用相变蓄能的跨临界CO<sub>2</sub>空气源系统,其特征在于,所述第一蓄热模块(2)中,第一蓄热装置(22)设于气冷器(21)上方,第一蓄热装置(22)的底部通过集液器(203)连通气冷器(21),所述气冷器(21)采用套管式换热器;

所述第二蓄热模块(4)中,第二蓄热装置(42)设于蒸发器(41)和风机(43)之间,蒸发器

(41) 采用管翅式换热器。

10. 根据权利要求1-9中任一项所述的一种采用相变蓄能的跨临界CO<sub>2</sub>空气源系统, 其特征在于, 在分时优惠电价期间或低负荷需求工况下, 开启蓄能运行模式; 在高峰电价期间, 开启正常制热运行模式。

## 一种采用相变蓄能的跨临界CO<sub>2</sub>空气源系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及热泵系统技术领域,尤其是涉及一种采用相变蓄能的跨临界CO<sub>2</sub>空气源系统。

### 背景技术

[0002] 作为一种节能环保的供热方式,跨临界CO<sub>2</sub>空气源热泵技术开发研究方面备受关注。在系统运行过程中,气冷器内制冷剂处于超临界状态,温度与压力为相互独立的参数,在整个放热过程中,制冷剂侧温度滑移特性与水温的温升过程相匹配,减少了换热过程的不可逆性,因此特别适合用于制取热水。跨临界CO<sub>2</sub>空气源热泵热水系统运行时存在一些不足:水侧入口温度对系统性能影响较大。高温工况下水侧温度较高会导致气冷器换热性能变差,制热量减少,不能满足用户需求;低温工况下空气侧温度较低,系统易出现结霜现象,严重影响系统运行的稳定性和高效性。

[0003] 相变材料在温度不变的情况下其物相变化过程中能提供潜热,利用高效的相变材料吸收或释放潜热进行蓄能,充分利用低谷电,具有良好的性能和经济效益。但现阶段相变材料存在以下问题:在循环过程中热物理性质的退化问题;相变材料易从基体的泄漏问题;相变材料对基体材料的作用问题。

[0004] 专利CN201706780U描述了一种相变蓄能热泵热水器,冷凝器进口端与压缩机之间设有四通阀,四通阀一出口端与风冷换热器连通,另一出口端通过气液分离器与压缩机连通,实现节能、提高设备利用率,四通换向阀承压有限,应用于跨临界CO<sub>2</sub>热泵系统中易出现泄露问题。

[0005] 专利CN105222400A描述了一种采用相变蓄能的空气源热泵供热供冷系统,通过热泵制得的热量或冷量传送至相变蓄能装置内,经过相变蓄能装置的存储转化。在低负荷需求工况下蓄热或蓄冷可大幅度降低运行费用,空气源热泵性能影响蓄能效果,节能效果有限。

[0006] 因此,为了解决跨临界CO<sub>2</sub>热泵系统的问题,本发明提出一种采用相变蓄能的跨临界CO<sub>2</sub>空气源系统,进一步解决现有技术的问题。

### 发明内容

[0007] 为了解决跨临界CO<sub>2</sub>热泵系统技术的不足,本发明提出一种采用相变蓄能的跨临界CO<sub>2</sub>空气源系统,在分时优惠电价期间或低负荷需求工况运行蓄能模式,在高峰电价期间,运行供热模式。利用优惠电价或低负荷需求工况下蓄能,大幅度降低运行费用,提高跨临界CO<sub>2</sub>空气源系统的稳定性。

[0008] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0009] 一种采用相变蓄能的跨临界CO<sub>2</sub>空气源系统,包括压缩机、第一蓄热模块、节流装置、第二蓄热模块和蓄冷模块,所述第一蓄热模块包括串联设置的气冷器和第一蓄热装置;所述第二蓄热模块包括蒸发器、风机和第二蓄热装置,所述第二蓄热装置通过节流装置与

蒸发器串联;所述系统包括蓄能运行模式和正常制热模式,蓄能运行模式下,制冷剂经压缩机排出,依次进入第一蓄热装置、气冷器、第二蓄热装置、节流装置、蒸发器、蓄冷器后,返回至压缩机;正常制热模式下,制冷剂经压缩机排出,依次进入第一蓄热装置、气冷器、蒸发器后,返回至压缩机;水源依次经蓄冷模块、气冷器和第一蓄热装置后送入用户端。

[0010] 进一步地,所述气冷器与节流装置之间并联设有第一电磁阀和第二电磁阀,第一电磁阀连通第二蓄热装置,第二电磁阀连通节流装置。

[0011] 所述蒸发器与蓄冷模块之间并联设有第三电磁阀和第四电磁阀,第三电磁阀连通压缩机,第四电磁阀连通蓄冷模块。

[0012] 进一步地,所述系统还包括控制器,所述水源连接有水泵;控制器控制第一电磁阀、第二电磁阀、第三电磁阀、第四电磁阀以及风机和水泵的开闭状态,使系统处于正常制热模式或蓄能运行模式。

[0013] 进一步地,还包括室外温度传感器,用于检测室外空气温度,蓄能运行模式下,第一蓄热装置进行蓄热,蓄冷模块进行蓄冷,且当室外空气温度低于第一阈值时,第二蓄热装置开始蓄热;当室外空气温度高于第二阈值时,第二蓄热装置停止蓄热。

[0014] 进一步地,所述第一蓄热装置的相变蓄热材料的相变温度为 50-65℃,所述相变蓄热材料是石蜡、 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 中的一种。

[0015] 进一步地,所述第二蓄热装置的相变蓄热材料的相变温度为22-35℃,所述相变蓄热材料是石蜡、 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 中的一种。

[0016] 进一步地,所述蓄冷模块的相变蓄冷材料的相变温度为0-10℃,所述相变蓄冷材料是石蜡、 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 中的一种。

[0017] 进一步地,所述第一蓄热模块中,第一蓄热装置设于气冷器上方,第一蓄热装置的底部通过集液器连通气冷器,所述气冷器采用套管式换热器;所述第二蓄热模块中,第二蓄热装置设于蒸发器和风机之间,蒸发器采用管翅式换热器。

[0018] 进一步地,在分时优惠电价期间或低负荷需求工况下,开启蓄能运行模式;在高峰电价期间,开启正常制热运行模式。

[0019] 相比于现有技术,本发明至少包括以下有益效果:

[0020] 采用第一蓄热模块提供热补偿,保证出水温度维持在设定值;采用第二蓄热模块提高入风温度,避免低温工况下蒸发器结霜,同时提高蒸发压力,减少制冷剂循环量,提高系统效率;采用蓄冷模块降低水侧入口温度,提高系统效率。

[0021] 本发明所述系统将相变蓄能技术与热泵技术相结合,解决热泵运行时电网峰负荷过大,充分利用低谷电,实现削峰填谷的目的。

[0022] 本发明的其他优点、目标和特征将部分通过下面的说明体现,部分还将通过对本发明的研究和实践而为本领域的技术人员所理解。

## 附图说明

[0023] 图1为本发明所述系统组成示意图;

[0024] 图2为本发明的第一蓄热模块结构示意图

[0025] 图3为本发明的第二蓄热模块结构示意图

[0026] 图4为本发明的蓄冷模块结构示意图

[0027] 图5为本发明所述系统蓄热运行模式下的流程示意图；

[0028] 图6为本发明所述系统正常制热模式下的流程示意图。

[0029] 附图标记：

[0030] 1-压缩机,2-第一蓄热模块,21-气冷器,22-第一蓄热装置,201-机壳,202-第一蓄热材料,203-集液器,205-CO<sub>2</sub>进料口,206-CO<sub>2</sub>出料口,207-气冷器CO<sub>2</sub>出口,208-气冷器进水口,209-气冷器出水口,210-第一蓄热装置出水口,3-节流装置,4-第二蓄热模块,41-蒸发器,42-第二蓄热装置,402-第二蓄热材料,43-风机,5-蓄冷模块,501-蓄冷模块机壳,502-蓄冷材料,503-分液器,504-蓄冷模块CO<sub>2</sub>进料口,505-蓄冷模块CO<sub>2</sub>出料口,506-蓄冷模块进水口,507-蓄冷模块出水口,6-第一电磁阀,7-第二电磁阀,8-第三电磁阀,9-第四电磁阀。

### 具体实施方式

[0031] 下面通过具体实施例对本发明的技术方案作进一步描述说明,以令本领域技术人员参照说明书文字能够据以实施。

[0032] 如图1所示,本发明所述采用相变蓄能的跨临界CO<sub>2</sub>空气源系统,包括压缩机1、第一蓄热模块2、节流装置3、第二蓄热模块4和蓄冷模块5。本实施例中,节流装置3采用电子膨胀阀。

[0033] 第一蓄热模块2包括串联设置的气冷器21和第一蓄热装置22;第二蓄热模块4包括蒸发器41、风机43和第二蓄热装置42,所述第二蓄热装置42通过节流装置3与蒸发器41串联;气冷器21与节流装置3之间并联设有第一电磁阀6和第二电磁阀7,第一电磁阀6连通第二蓄热装置42,第二电磁阀7连通节流装置3;蒸发器41与蓄冷模块5之间并联设有第三电磁阀8和第四电磁阀9,第三电磁阀8连通压缩机1,第四电磁阀9连通蓄冷模块5。

[0034] 第一蓄热装置22的CO<sub>2</sub>进料口与压缩机1的出口连接,第一蓄热装置22的CO<sub>2</sub>出料口与气冷器21的CO<sub>2</sub>进料口连接;所述蓄冷模块5的CO<sub>2</sub>出料口与压缩机1的进口连接。

[0035] 所述第一蓄热模块2和蓄冷模块5均设有进水口和出水口,蓄冷模块5的进水口连通水源,蓄冷模块5的出水口连接第一蓄热模块2的进水口,第一蓄热模块2的出水口连接用户端。

[0036] 本实施例中,在系统中配置控制器,水源连接有水泵;通过控制器调节第一电磁阀6、第二电磁阀7、第三电磁阀8、第四电磁阀9以及风机43和水泵的开闭状态,以使系统处于正常制热模式或蓄能运行模式。

[0037] 如图2所示,本实施例采用的第一蓄热模块2分为上下两部分,上部为第一蓄热装置22,由第一蓄热材料202、集液器203、CO<sub>2</sub>进料口205、CO<sub>2</sub>出料口206、出水口210组成;下部为气冷器21,采用套管式换热器,由套管式换热器、气冷器CO<sub>2</sub>出口207、气冷器进水口208、气冷器出水口209组成。第一蓄热材料202的熔点为50-65℃的有机相变材料固体石蜡。

[0038] 如图3所示,本实施例采用的第二蓄热模块4分为三个部分,前部为蒸发器,采用管翅式换热器;中部为第二蓄热材料42;后部为风扇43。第二蓄热材料42的熔点为22-35℃的有机相变材料固体石蜡。

[0039] 如图4所示,本实施例采用的蓄冷模块5由蓄冷模块机壳501、蓄冷材料502、分液器503、CO<sub>2</sub>进料口504、CO<sub>2</sub>出料口505、蓄冷模块进水口506、蓄冷模块出水口507组成。蓄冷材料

5的相变温度为 22-35℃的有机相变材料液体石蜡。

[0040] 本发明所述系统进行蓄能运行模式时,流程如图5所示:

[0041] 当空气侧温度低于第一阈值A时,第一阈值A的范围可取 $10+1^{\circ}\text{C}$ ,控制器开启第一电磁阀6和第四电磁阀9,关闭第二电磁阀7和第三电磁阀8,第二蓄热模块4运行,蓄冷模块5运行;关闭水泵和风机。

[0042] 制冷剂 $\text{CO}_2$ 的流程如图5实线和箭头所示,低温低压制冷剂气体在压缩机1中压缩至超临界状态,压缩机1出口端高温高压气态制冷剂经管路,在第一蓄热模块2中 $\text{CO}_2$ 进料口205进入分液器203,均匀流进第一蓄热材料202,制冷剂 $\text{CO}_2$ 的热量将第一蓄热材料202熔化,以潜热和少部分显热的形式储存于第一蓄热材料202。第一蓄热材料202的熔点为50-65℃的有机相变材料固体石蜡,减少对系统的腐蚀。制冷剂经集液器203聚集,通过 $\text{CO}_2$ 出料口206进入气冷器204中,气冷器204中并未通入冷水,释放的热量全部储存于第一蓄热材料202中。制冷剂经气冷器 $\text{CO}_2$ 出口207进入第二蓄热模块4中的第二蓄热材料42中,制冷剂 $\text{CO}_2$ 的热量将第二蓄热材料43熔化,以潜热和少部分显热的形式储存于第二蓄热材料43。第二蓄热材料43的熔点为22-35℃的有机相变材料固体石蜡,减少对系统的腐蚀。制冷剂 $\text{CO}_2$ 气体通过节流装置3降压,节流后的气体温度下降,部分气体液化,湿蒸汽通过蓄冷模块5中 $\text{CO}_2$ 进料口504进入分液器503,均匀流进蓄冷材料502,蓄冷材料502吸收制冷剂的冷量。制冷剂通过集液器503聚集,通过 $\text{CO}_2$ 出料口505进入压缩机1中。蓄冷材料的相变温度12-22℃的有机相变材料液体石蜡。

[0043] 在蓄能运行模式下,控制器调节压缩机1的功率和节流装置3的开度,控制各蓄能装置中的换热量,保证蓄热材料达到所需温度。需要注意的是,在空气温度高于第二阈值B时,第二阈值B的范围可取 $25+1^{\circ}\text{C}$ ,不可打开第一电磁阀6,运行第二蓄热模块4。空气侧温度过高,导致压缩机排气温度过高,易对系统产生危害。

[0044] 本发明所述系统进行正常制热运行模式时,流程如图6所示:

[0045] 控制器开启第二电磁阀7和第三电磁阀8,关闭第一电磁阀6和第四电磁阀9,第二蓄热模块4停止运行,蓄冷模块5停止运行。同时,开启水泵和风机。

[0046] 制冷剂 $\text{CO}_2$ 的流程如图6实线和箭头所示,压缩机1产生的高温高压的气态制冷剂,从压缩机1出口端经管路在第一蓄热模块2中 $\text{CO}_2$ 进料口205进入分液器203,均匀流进第一蓄热材料202,制冷剂 $\text{CO}_2$ 的热量将第一蓄热材料202熔化,以潜热和少部分显热的形式储存于第一蓄热材料202。第一蓄热材料202的熔点为50-65℃的有机相变材料固体石蜡,减少对系统的腐蚀。制冷剂经集液器203聚集,通过 $\text{CO}_2$ 出料口206进入气冷器204中,气冷器204采用套管式换热器,制冷剂在套管式换热器中与水进行热交换被冷却后,经气冷器 $\text{CO}_2$ 出口207进入电子膨胀阀3。制冷剂 $\text{CO}_2$ 气体通过电子膨胀阀3 降压,节流后的气体温度下降,部分气体液化,湿蒸汽进入蒸发器41中汽化。蒸发器41采用管翅式换热器。低温低压气态制冷剂回到压缩机1完成循环。

[0047] 水的流程如图6中虚线和箭头所示,水源经水侧进口,通过蓄冷模块5中的进水口506进入分液器503,均匀流进蓄冷材料502,吸收蓄冷材料的冷量降低温度后,再流入分液器503聚集,通过出水口507进入第一蓄热模块2,通过气冷器21进水口208进入套管式换热器进行热交换,吸收制冷剂的热量,再经气冷器出水口209进入集液器203,均匀流进第一蓄热材料202吸收制冷剂的热量,被加热至 50-65℃,通过集液器203聚集,从第一蓄热装置22

的出水口210流入用户端,为用户提供热水。本实施例中,水源先经蓄冷模块降温,可以适当降低水侧入口温度,提高水在第一蓄热模块中的换热效率,从而提高系统制热效率。

[0048] 当空气侧温度低于第一阈值A时,第一阈值A的范围可取 $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ ,在蓄能模式下,开启第一电磁阀6,第二蓄热模块4运行。第二蓄热材料42吸收制冷剂的热量后温度升高;当进入正常制热模式时,低温空气通过第二蓄热模块4中的风扇43进入第二蓄热材料42中进行换热升温,避免制冷剂在蒸发器41换热进行蒸发的过程中出现结霜。利用相变蓄能材料作为除霜的低位热源,由于相变蓄能材料在除霜过程中提供了足够的热量,提高除霜速度,保证除霜期间系统稳定性。

[0049] 采用相变蓄能的跨临界CO<sub>2</sub>空气源系统运行正常制热模式,同时在分时优惠电价期间或低负荷需求工况运行蓄能模式,在高峰电价期间,运行制热模式。利用优惠电价或低负荷需求工况下蓄能,大幅度降低运行费用,提高跨临界CO<sub>2</sub>空气源系统的稳定性。同时,本发明采用复合的有机相变材料,密封性好,提高换热效率,减小对系统的腐蚀。

[0050] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0051] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。此外,在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0052] 本发明已经通过上述实施例进行了说明,但应当理解的是,上述实施例只是用于举例和说明的目的,而非意在将本发明限制于所描述的实施例范围内。此外本领域技术人员可以理解的是,本发明并不局限于上述实施例,根据本发明的教导还可以做出更多种的变型和修改,这些变型和修改均落在本发明所要求保护的范围以内。本发明的保护范围由附属的权利要求书及其等效范围所界定。

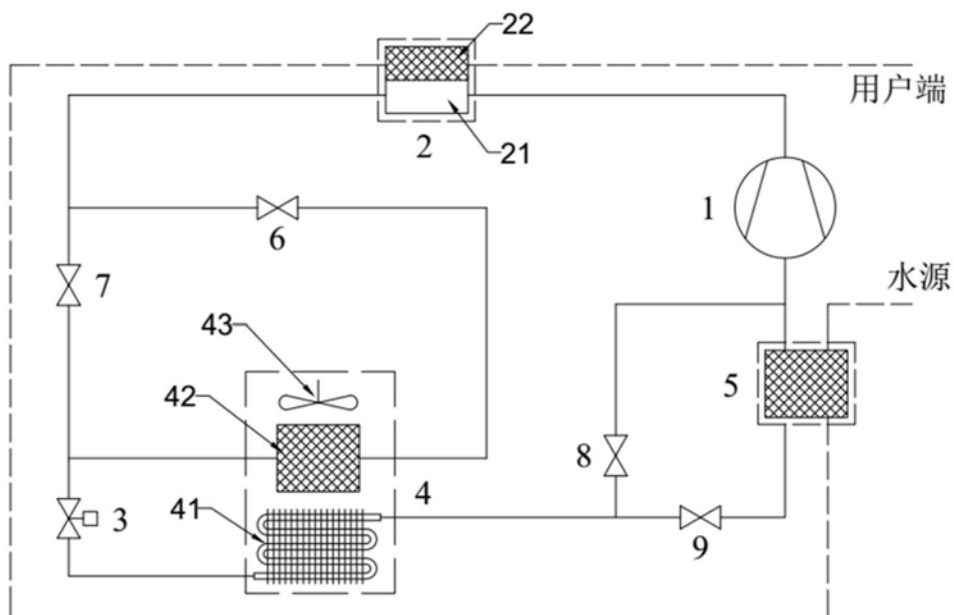


图1

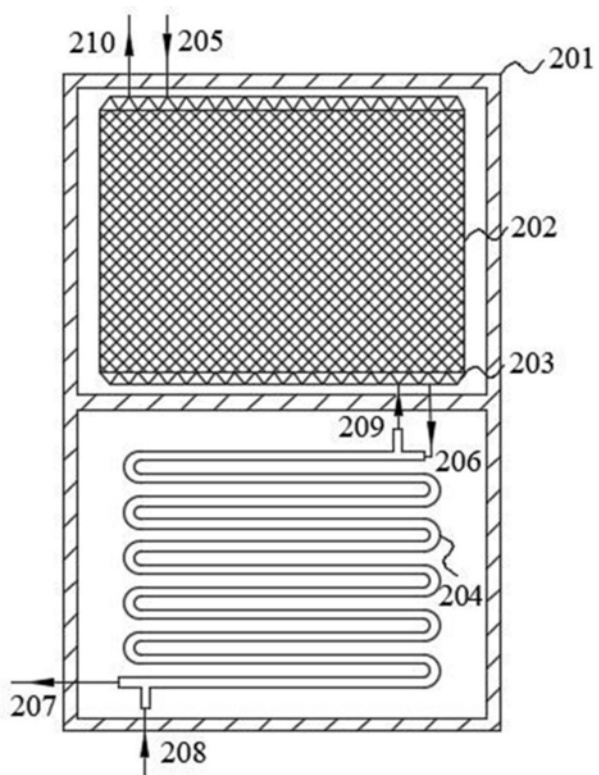


图2

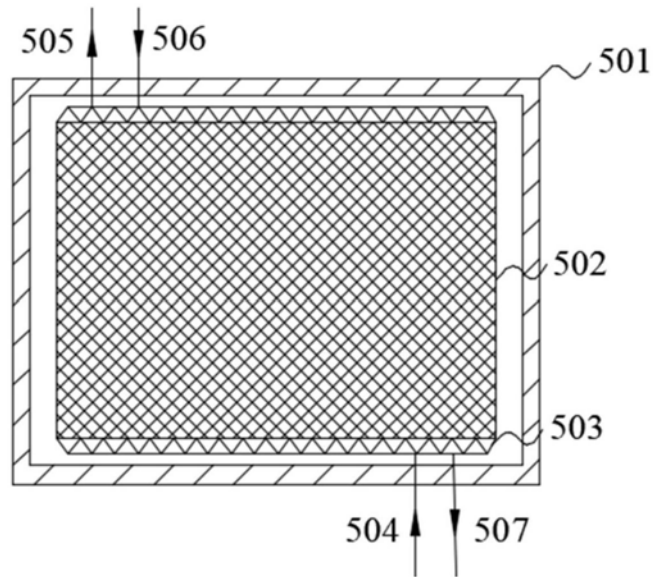


图3

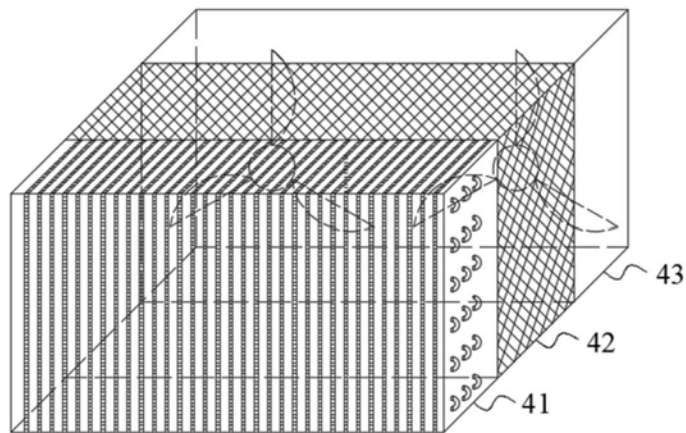


图4

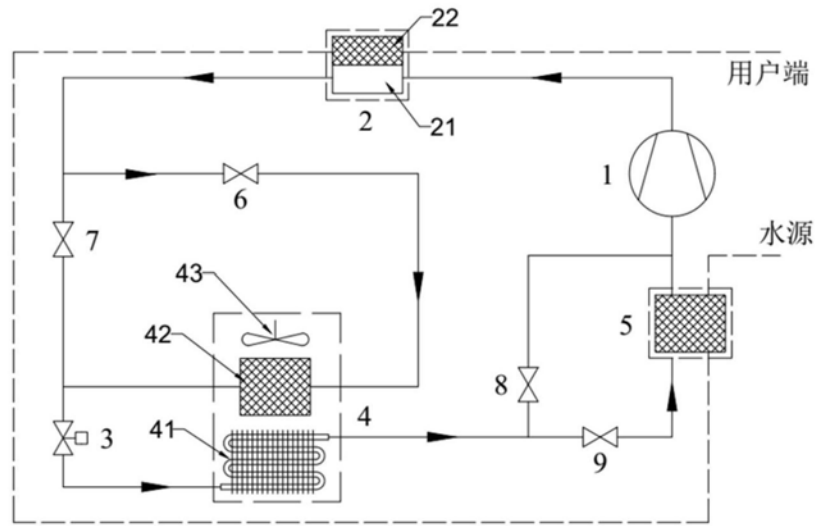


图5

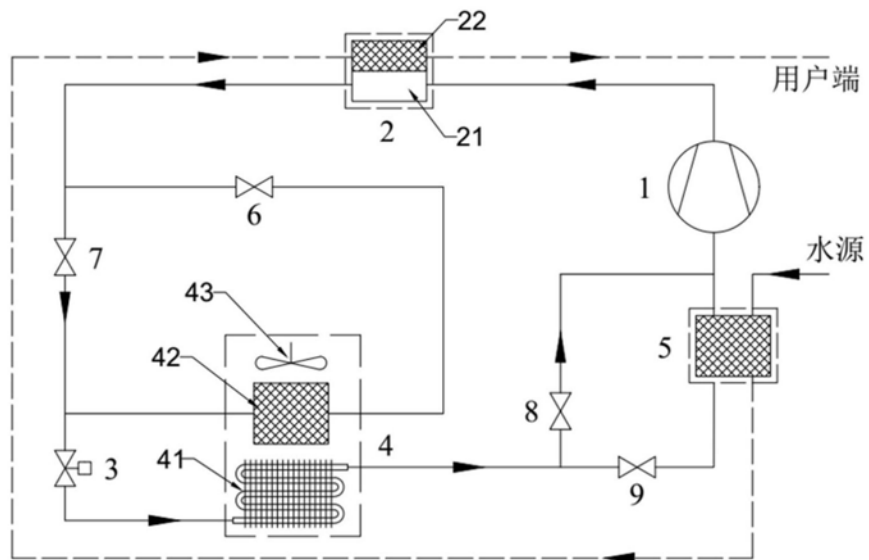


图6