



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204084946 U

(45) 授权公告日 2015. 01. 07

(21) 申请号 201420509740. 3

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2014. 09. 04

(73) 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区 100084 信箱 82
分箱清华大学专利办公室

(72) 发明人 李先庭 冉思源 吴伟 石文星
王宝龙

(74) 专利代理机构 北京鸿元知识产权代理有限公司 11327

代理人 邸更岩

(51) Int. Cl.

F25B 29/00 (2006. 01)

F25B 27/00 (2006. 01)

F25B 41/04 (2006. 01)

F25B 41/06 (2006. 01)

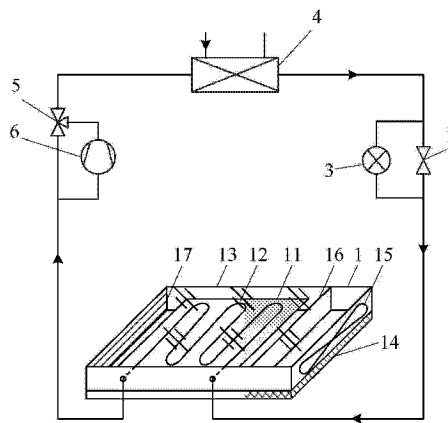
权利要求书1页 说明书5页 附图9页

(54) 实用新型名称

一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵

(57) 摘要

一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵, 包括集热-蒸发器、压缩机、冷凝器和节流阀; 在压缩机出口、集热-蒸发器出口和冷凝器入口之间的管路上设置三通阀, 在节流阀的两端并联一个阀门。集热-蒸发器包括集热板、制冷剂管道、玻璃盖板、保温材料、风机和围合面; 制冷剂管道与集热板的上部设置玻璃盖板, 底部设置保温材料; 玻璃盖板、保温材料和前后两侧面围合成空气通道。该复合热泵将太阳能集热器和风冷蒸发器有机结合, 有效降低制热系统的初投资, 提高不同辐射强度的太阳能和不同温度品位的空气热能的利用效率和利用程度。根据太阳辐射条件及室外气温, 可在多种运行模式之间合理切换, 最终实现高效供热和供生活热水。



1. 一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵,包括集热-蒸发器(1)、压缩机(6)、冷凝器(4)和节流阀(3);所述压缩机(6)、冷凝器(4)、节流阀(3)和集热-蒸发器(1)顺次连接构成热泵循环,其特征在于:所述压缩机(6)出口、集热-蒸发器(1)出口和冷凝器(4)入口之间的管路上设置一个三通阀(5),在节流阀(3)的两端并联一个阀门(2),集热-蒸发器(1)、三通阀(5)、冷凝器(4)和阀门(2)依次构成热管循环;所述集热-蒸发器(1)包括集热板(11)、制冷剂管道(12)、玻璃盖板(13)、保温材料(14)和风机(15);所述制冷剂管道(12)与集热板(11)构成无玻璃盖板式太阳能集热器,制冷剂管道(12)与集热板(11)的上部设置玻璃盖板(13),底部设置保温材料(14),所述玻璃盖板(13)、保温材料(14)和前后两侧面围合成空气通道;在空气通道的入口和出口分别设置第一围合面(16)和第二围合面(17),第一围合面(16)和第二围合面(17)采用开闭式结构,风机(15)位于空气通道内。

2. 根据权利要求1所述的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵,其特征在于:所述冷凝器(4)为水冷或风冷式换热器。

3. 根据权利要求1所述的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵,其特征在于:所述第一围合面(16)和第二围合面(17)为风阀、保温板、挡板或百叶帘。

4. 根据权利要求1所述的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵,其特征在于:所述风机(15)位于第一围合面(16)与第二围合面(17)之间、第一围合面(16)外侧或第二围合面(17)外侧。

5. 根据权利要求1所述的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵,其特征在于:所述制冷剂管道(12)位于集热板(11)的上部、下部或中间。

6. 根据权利要求1-6任一权利要求所述的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵,其特征在于:所述集热-蒸发器(1)倾斜放置,使制冷剂管道(12)的出口位置高于其入口位置。

一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵

背景技术

[0001] 全球建筑供热和生活热水能耗很大,发达国家较高的生活水平以及生活习惯造成了巨大的热水需求和能源消耗,而发展中国家则随着城镇化的发展和生活水平的提高会保持热水能耗的高速增长。我国常用的供热系统主要采用化石燃料燃烧的方式,不仅效率低,而且污染严重;而生活热水系统则主要采用燃气热水器和电热水器,存在能耗偏高和能源品位浪费的问题。供热和生活热水越来越成为节能减排、治理雾霾的重点关注领域之一。

[0002] 近年来,太阳能热水器和空气源热泵热水器得到了较大的发展。但是太阳能存在能量密度较低和不稳定的缺点,当太阳辐射较弱时,传统太阳能热水器需要较大的安装面积以保证制热量,当夜晚无太阳辐射时,太阳能热水器或供热系统将无法制热,通常需要一套备份电加热系统以保证供热的可靠性。因此,传统太阳能热泵需要较大的初投资和较高的运行费用,制约了其进一步大面积推广应用。对于空气源热泵热水器或供热系统,由于其制热效率和制热量均会随外界气温的降低而不断衰减,也就降低了其低温下的制热可靠性。空气源热泵只能利用空气中蕴含的热能,无法有效利用太阳辐射能,而实际上冬季很多时候气温虽然很低,但太阳辐射强度仍足以制取所需要的水。

[0003] 鉴于太阳能热水器无法充分利用低辐射太阳能、空气源热泵无法利用太阳辐射能的问题,将太阳能和热泵技术相结合的技术方案得到了越来越多的青睐。其中直膨式系统将制冷剂直接通入太阳能集热器中,可以实现较高的蒸发温度,有利于减少压缩机电耗,是一种效率较高的系统形式。目前这类技术方案主要分为两类:(1)只采用一个直膨式太阳能集热器作为热泵蒸发器,即太阳能是热泵的唯一热源(如专利 CN201110388936.2)。与传统太阳能热水器相比,此类方案在一定程度上更充分的利用了较弱的太阳辐射,但夜晚无太阳辐射时仍然无法制热,也无法利用空气热能,没有解决无太阳能时的制热问题;且太阳辐射较弱时,为了满足制热量的要求,需要采用面积较大的太阳能集热器,使其成本较高;(2)采用一个直膨式太阳能集热器和一个风冷蒸发器作为热泵蒸发器,太阳能辐射强的时候太阳能直接制热,没有太阳或辐射较弱的条件下运行空气源热泵模式(如专利 CN201120054202.6)。此类方案可以利用太阳能,也可以利用空气热能,但热泵系统需要采用两个蒸发器,其成本过高,系统复杂,且该类方案也不能实现空气热能的直接制热以及太阳能和空气热能的联合制热。

[0004] 值得注意的是,当一些情况下需要的热水温度较低或外温很高时(例如:夏天外温 30℃时,制取 10~20℃的低温热水,用于空气热能的跨季节蓄存),外界的空气热能也能够直接制热,而目前均是通过空气源热泵来实现的,导致制热的能耗偏高。

实用新型内容

[0005] 基于上述问题,本实用新型提出一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵,将太阳能利用技术和空气热能利用技术有机结合,实现这两种可再生能源的优势互补,有效降低制热系统的初投资。根据太阳能辐射条件及室外气温,集热-蒸发器在太阳能集热模式、风冷换热模式、太阳能集热-风冷换热联合模式、自然对流风冷换热模式以及太阳能集热-自

然对流风冷换热联合模式之间合理切换,系统流程在热泵模式和热管模式之间合理切换,最终实现高效供热和供生活热水。

[0006] 本实用新型的技术方案如下:

[0007] 一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵,包括集热-蒸发器、压缩机、冷凝器和节流阀;所述压缩机、冷凝器、节流阀和集热-蒸发器顺次连接构成热泵循环,其特征在于:所述压缩机出口、集热-蒸发器出口和冷凝器入口之间的管路上设置一个三通阀,在节流阀的两端并联一个阀门,集热-蒸发器、三通阀、冷凝器和阀门依次构成热管循环;所述集热-蒸发器包括集热板、制冷剂管道、玻璃盖板、保温材料和风机;所述制冷剂管道与集热板构成无玻璃盖板式太阳能集热器,制冷剂管道与集热板的上部设置玻璃盖板,底部设置保温材料,所述玻璃盖板、保温材料和前后两侧面围合成空气通道;在空气通道的入口和出口分别设置第一围合面和第二围合面,第一围合面和第二围合面采用开闭式结构,风机位于空气通道内。

[0008] 本实用新型所述的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵,其特征在于:所述冷凝器为水冷或风冷式换热器。

[0009] 本实用新型所述的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵,其特征在于:所述第一围合面和第二围合面为风阀、保温板、挡板或百叶帘。

[0010] 本实用新型所述的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵,其特征在于:所述风机位于第一围合面与第二围合面之间、第一围合面外侧或第二围合面外侧。

[0011] 本实用新型所述的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵,其特征在于:所述制冷剂管道位于集热板的上部、下部或中间。

[0012] 本实用新型所述的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵,其特征在于:所述集热-蒸发器倾斜放置,使制冷剂管道的出口位置高于其入口位置。

[0013] 本实用新型与现有热水制取系统相比具有如下优点及突出性的技术效果:

[0014] (1) 相对于太阳能热水系统,结合了空气热能的有效利用,通过一个蒸发器实现太阳能集热器和风冷换热器两种功能,能降低太阳能集热器的面积,减少辅助热源的能耗。

[0015] (2) 相对于空气源热泵系统,结合了太阳能的有效利用,太阳能充足时提高了蒸发器的换热量,进而在相同负荷需求的情况下降低了风冷换热器的面积,同时能提高系统蒸发温度,使得热泵系统更加高效。

[0016] (3) 相对于采用一个直膨式太阳能集热器和一个风冷蒸发器的热泵系统,以一个集热-蒸发器替代了太阳能集热器和风冷蒸发器,能在不影响性能的前提下显著降低成本。

[0017] (4) 具有多种系统运行模式,蒸发温度高的时候运行热管模式,制热能效高;蒸发温度低的时候运行热泵模式,能充分利用低辐射强度的太阳能和较低温度的空气热能。

[0018] (5) 具有多种集热-蒸发器运行模式,太阳辐射强时运行太阳能集热模式,实现很高的蒸发温度;太阳辐射较弱且空气温度较高时运行太阳能集热-风冷换热联合模式,充分利用太阳辐射和空气热能;无太阳辐射时运行风冷换热模式,利用空气热能同时保证供热可靠性。

[0019] 总的来说,本实用新型将太阳能和空气源热泵技术有机结合,实现两者的优势互补,有效降低制热系统的初投资和运行能耗,是一种较有应用前景的供热和生活热水方案。

附图说明

[0020] 图 1 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的结构原理示意图。

[0021] 图 2 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的集热-蒸发器结构示意图俯视图。

[0022] 图 3 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的集热-蒸发器结构示意图剖面图。

[0023] 图 4 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的太阳能热管模式示意图。

[0024] 图 5 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的太阳能热泵模式示意图。

[0025] 图 6 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的空气源热管模式示意图。

[0026] 图 7 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的空气源热泵模式示意图。

[0027] 图 8 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的太阳能-空气源联合热管模式示意图。

[0028] 图 9 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的太阳能-空气源联合热泵模式示意图。

[0029] 图 10 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的自然对流空气源热泵模式示意图。

[0030] 图 11 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的太阳能-自然对流空气源联合热泵模式示意图。

[0031] 其中：1-集热-蒸发器；2-阀门；3-节流阀；4-冷凝器；5-三通阀；6-压缩机；11-集热板；12-制冷剂管道；13-玻璃盖板；14-保温层；15-风机；16-第一围合面；17-第二围合面。

具体实施方式

[0032] 下面结合附图对本实用新型的结构和运行方式做进一步说明。

[0033] 图 1 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的结构原理图，图 2 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的集热-蒸发器结构示意图俯视图，图 3 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的集热-蒸发器结构示意图剖面图。该单蒸发器型太阳能空气源复合热泵包括集热-蒸发器 1、压缩机 6、冷凝器 4 和节流阀 3；所述压缩机 6、冷凝器 4、节流阀 3 和集热-蒸发器 1 顺次连接构成热泵循环；所述压缩机 6 出口、集热-蒸发器 1 出口和冷凝器 4 入口之间的管路上设置一个三通阀 5，在节流阀 3 的两端并联一个阀门 2，集热-蒸发器 1、三通阀 5、冷凝器 4 和阀门 2 依次构成热管循环；所述集热-蒸发器 1 包括集热板 11、制冷剂管道 12、玻璃盖板 13、保温材料 14 和风机 15；所述制冷剂管道 12 与集热板 11 构成无玻璃盖板式太阳能集热器，制冷剂管

道 12 与集热板 11 的上部设置玻璃盖板 13, 底部设置保温材料 14, 所述玻璃盖板 13、保温材料 14 和前后两侧面围合成空气通道; 在空气通道的入口和出口分别设置第一围合面 16 和第二围合面 17, 第一围合面 16 和第二围合面 17 采用开闭式结构, 风机 15 位于空气通道内。

[0034] 本实用新型所述冷凝器 4 采用水冷或风冷式换热器。所述第一围合面 16 和第二围合面 17 为风阀、保温板、挡板或百叶帘。所述风机 15 位于第一围合面 16 与第二围合面 17 之间, 或位于第一围合面 16 外侧, 也可设置在第二围合面 17 外侧。所述制冷剂管道 12 位于集热板 11 的上部、下部或中间。所述集热-蒸发器 1 倾斜放置, 使制冷剂管道 12 的出口位置高于冷剂管道的入口位置。

[0035] 图 4 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的太阳能热管模式示意图。该模式下压缩机 6 通过三通阀 5 的切换被旁通, 压缩机 6 和风机 15 停止运行, 第一围合面 16 和第二围合面 17 关闭, 节流阀 3 关闭。集热-蒸发器 1 运行太阳能集热模式, 系统流程运行热管模式。冷凝器 4 出口的制冷剂依次通过阀门 2、集热-蒸发器 1、三通阀 5 后回到冷凝器 4, 通过自然循环将集热-蒸发器 1 吸收的太阳能转移到冷凝器 4 中用于制热。该模式运行于太阳辐射较强的时候, 依靠热虹吸原理完成制冷剂的循环, 没有能源消耗, 具有很高的制热效率。

[0036] 图 5 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的太阳能热泵模式示意图。当太阳能辐射减弱导致太阳能热管模式无法制取所需温度的热水或者不足以驱动制冷剂自然循环的时候, 则可以运行太阳能热泵模式。通过三通阀 5 的切换连通压缩机 6, 压缩机 6 开启, 风机 15 仍保持停止, 第一围合面 16 和第二围合面 17 关闭, 阀门 2 关闭。集热-蒸发器 1 运行太阳能集热模式, 系统流程运行热泵模式。冷凝器 4 出口的制冷剂依次通过节流阀 3、集热-蒸发器 1、压缩机 6、三通阀 5 后回到冷凝器 4。虽然该模式运行于太阳能辐射不太强的时候, 但由于太阳能热泵循环具有较高的蒸发温度, 其制热 COP 也较高。

[0037] 图 6 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的空气源热管模式示意图。在没有太阳辐射的夜晚、且需求的热热水温度不高(如补热机组制取低温热水给土壤补热)而室外气温较高的时候, 则可以运行空气源热管模式。该模式下压缩机 6 被旁通, 压缩机 6 停止运行, 风机 15 开启运行, 第一围合面 16 和第二围合面 17 均开启, 节流阀 3 关闭。集热-蒸发器 1 运行风冷换热模式, 系统流程运行热管模式。冷凝器 4 出口的制冷剂依次通过阀门 2、集热-蒸发器 1、三通阀 5 后回到冷凝器 4, 通过自然循环将集热-蒸发器 1 吸收的空气热能转移到冷凝器 4 中用于制热。由于该模式依靠热虹吸原理完成制冷剂循环, 仅需要消耗少量的风机能耗, 也具有很高的制热效率。

[0038] 图 7 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的空气源热泵模式示意图。在没有太阳辐射的夜晚、但又不足以启动空气源热管模式的时候, 则可以运行空气源热泵模式。通过三通阀 5 的切换连通压缩机 6, 压缩机 6 和风机 15 均开启运行, 第一围合面 16 和第二围合面 17 均开启, 阀门 2 关闭。集热-蒸发器 1 运行风冷换热模式, 系统流程运行热泵模式。冷凝器 4 出口的制冷剂依次通过节流阀 3、集热-蒸发器 1、压缩机 6、三通阀 5 后回到冷凝器 4。该模式仅在冬季气温很低的晚上效率略差, 当气温不太低的时候仍具有较高的制热 COP。

[0039] 图 8 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的太阳能-空气源联合热管模式示意图。当太阳辐射偏弱, 但室外气温较高, 如夏季的黄昏, 如果需求的热

水温度不高(如补热机组制取低温热水给土壤补热),则可以运行太阳能-空气源联合热管模式。该模式下压缩机 6 被旁通,风机 15 开启运行,第一围合面 16 和第二围合面 17 均开启,节流阀 3 关闭。集热-蒸发器 1 运行太阳能集热-风冷换热联合模式,系统流程运行热管模式。冷凝器 4 出口的制冷剂依次通过阀门 2、集热-蒸发器 1、三通阀 5 后回到冷凝器 4。该模式下集热-蒸发器 1 同时吸收太阳辐射和空气热能,并将热量转移到冷凝器 4 中用于制热,依靠热虹吸原理完成制冷剂的循环,仅需要消耗少量的风机能耗,不仅具有很高的制热效率,而且与单纯的太阳能集热器或风冷蒸发器相比具有更大的制热量,可以缩短制热时间。

[0040] 图 9 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的太阳能-空气源联合热泵模式示意图。当太阳辐射和室外气温均不足以驱动制冷剂的循环、但仍具有一定的太阳能可资利用的时候,则可以运行太阳能-空气源联合热泵模式。通过三通阀 5 的切换连通压缩机 6,风机 15 开启运行,第一围合面 16 和第二围合面 17 均开启,阀门 2 关闭。集热-蒸发器 1 运行太阳能集热-风冷换热联合模式,系统流程运行热泵模式。冷凝器 4 出口的制冷剂依次通过节流阀 3、集热-蒸发器 1、压缩机 6、三通阀 5 后回到冷凝器 4。该模式实现了太阳能和空气热能的充分利用,具有较高的制热 COP 和较大的制热量。

[0041] 图 10 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的自然对流空气源热泵模式示意图。在没有太阳辐射的夜晚、环境温度较高、室外风速较大的时候,则可以运行自然对流空气源热泵模式。通过三通阀 5 的切换连通压缩机 6,压缩机 6 开启运行,风机 15 关闭,第一围合面 16 和第二围合面 17 均开启,阀门 2 关闭。集热-蒸发器 1 运行自然对流风冷换热模式,系统流程运行热泵模式。冷凝器 4 出口的制冷剂依次通过节流阀 3、集热-蒸发器 1、压缩机 6、三通阀 5 后回到冷凝器 4。该模式可节省风机电耗,在气温不太低且室外环境风速较大的时候具有较高的系统 COP。

[0042] 图 11 是本实用新型提供的一种单蒸发器型太阳能空气源复合热泵的太阳能-自然对流空气源联合热泵模式示意图。当太阳辐射较弱、室外气温较高、但不足以驱动制冷剂的循环、外界风速较大且所需制冷量较小的时候,则可以运行太阳能-自然对流空气源联合热泵模式。通过三通阀 5 的切换连通压缩机 6,风机 15 关闭,第一围合面 16 和第二围合面 17 均开启,阀门 2 关闭。集热-蒸发器 1 运行太阳能集热-自然对流风冷换热联合模式,系统流程运行热泵模式。冷凝器 4 出口的制冷剂依次通过节流阀 3、集热-蒸发器 1、压缩机 6、三通阀 5 后回到冷凝器 4。该模式实现了太阳能和空气热能的充分利用,且没有风机电耗,可达到较高的系统 COP。

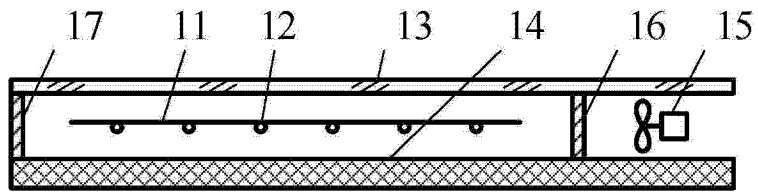


图 3

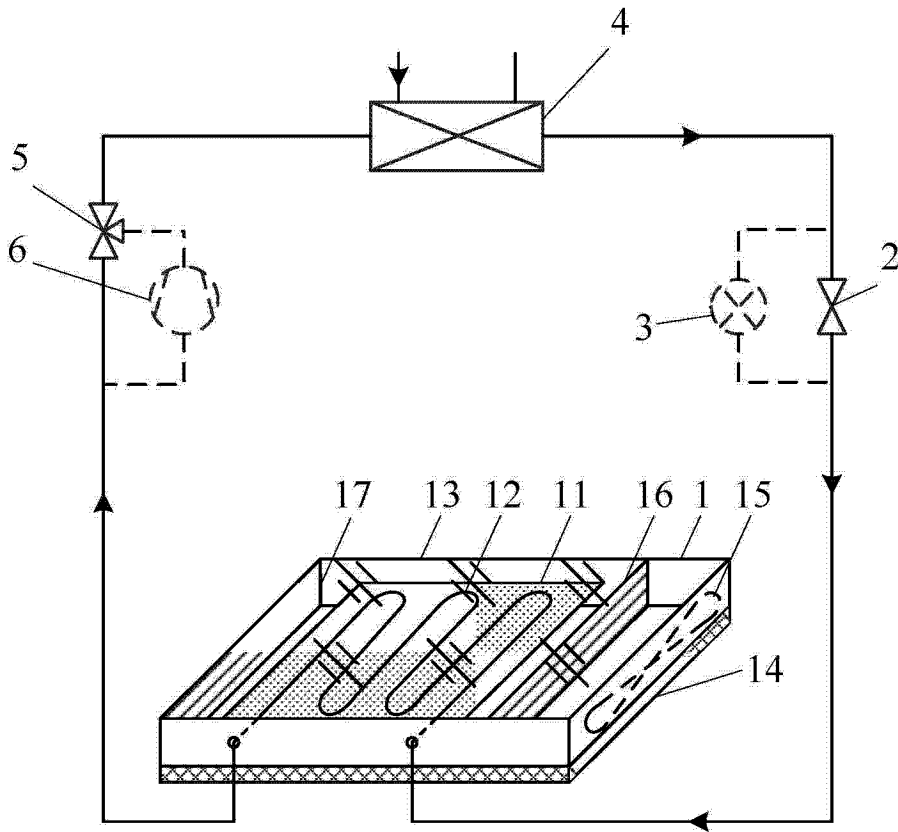


图 4

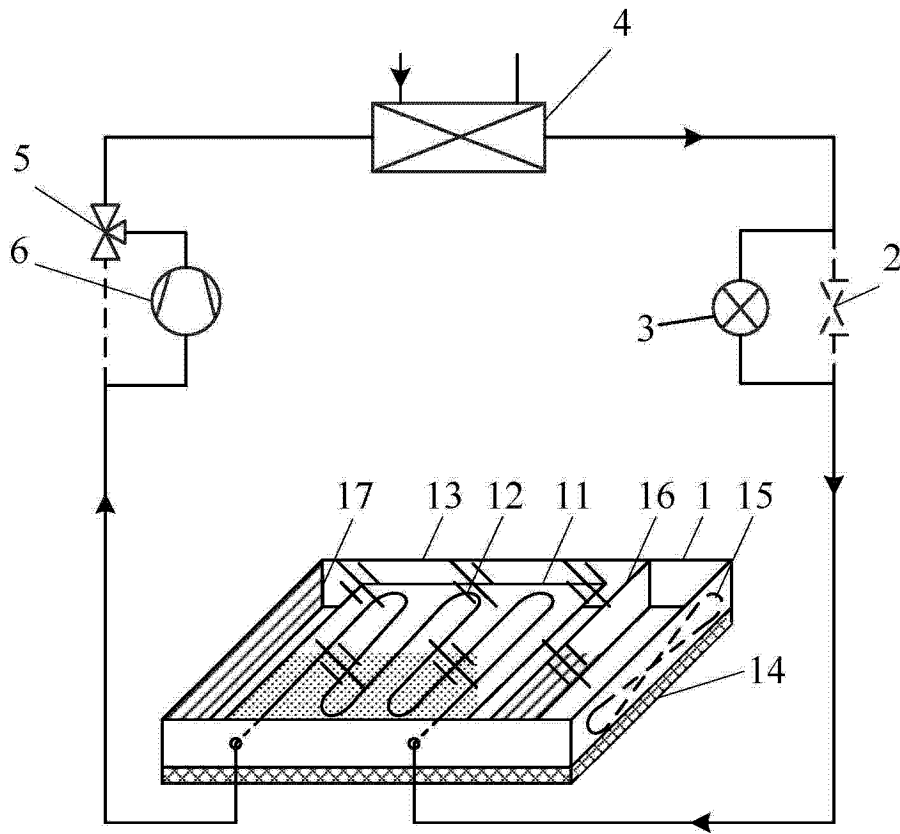


图 5

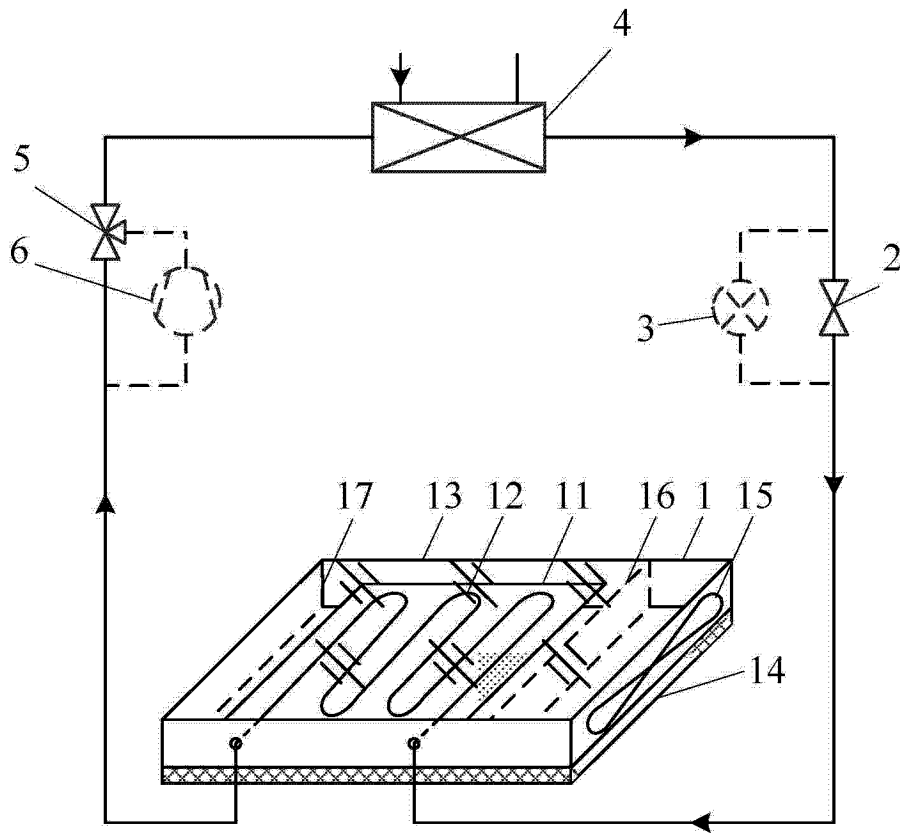


图 6

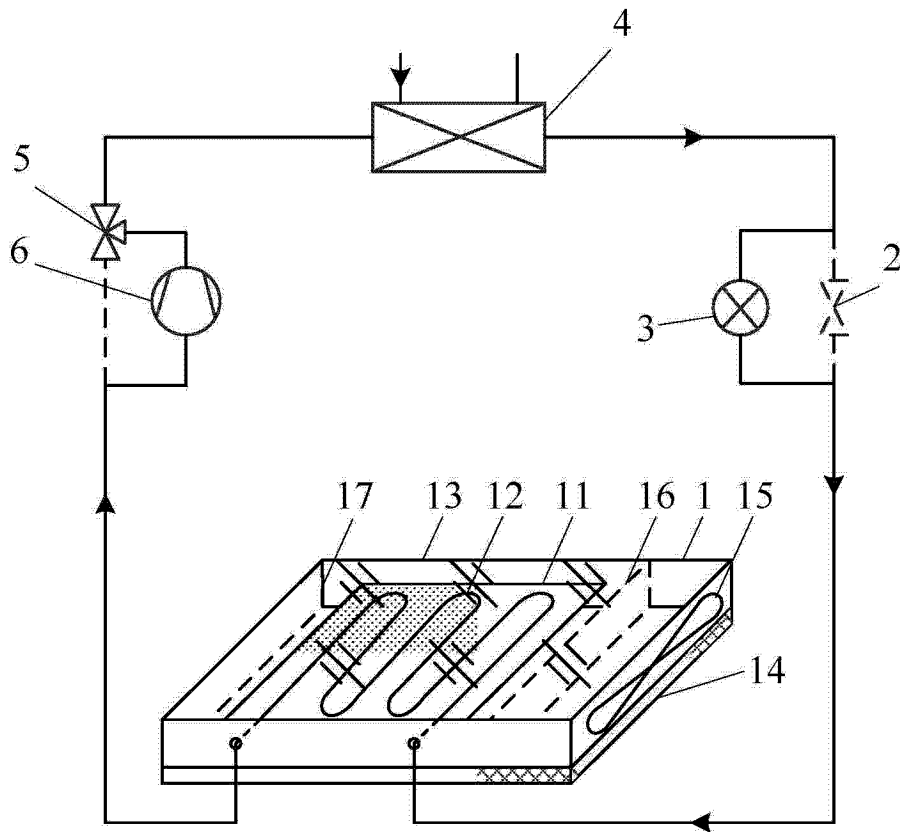


图 7

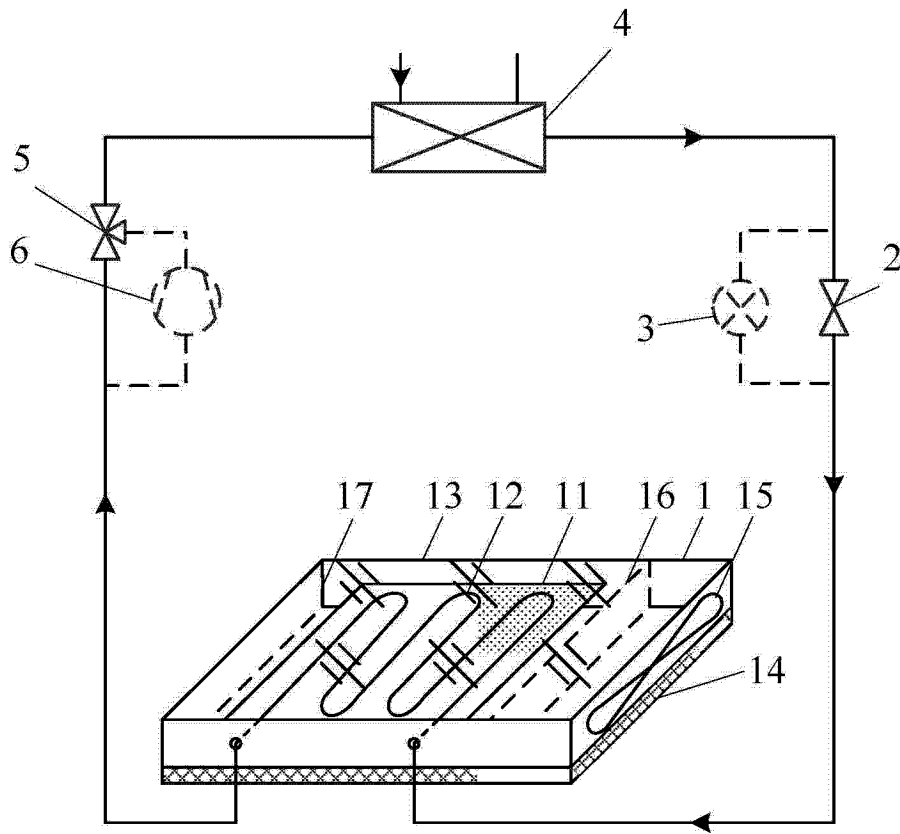


图 8

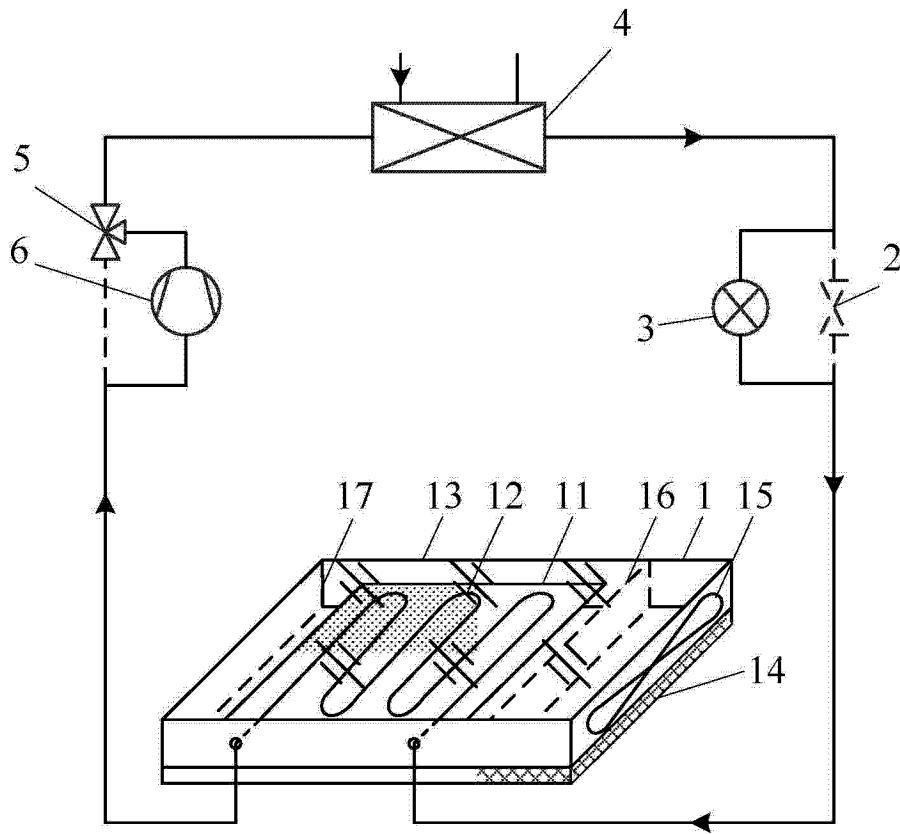


图 9

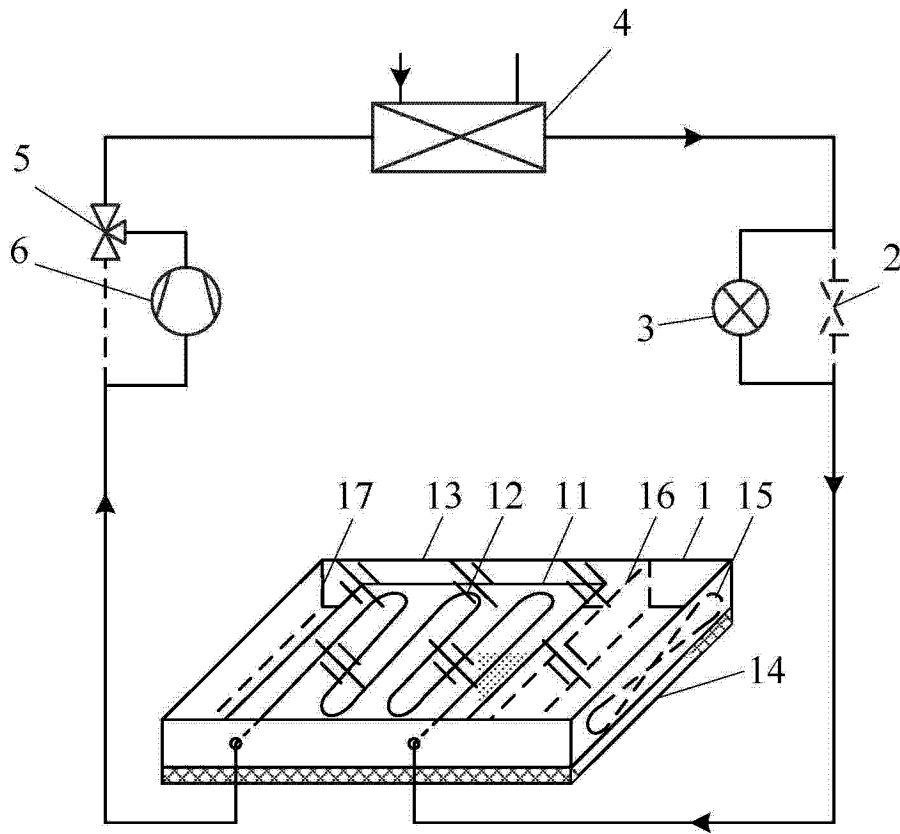


图 10

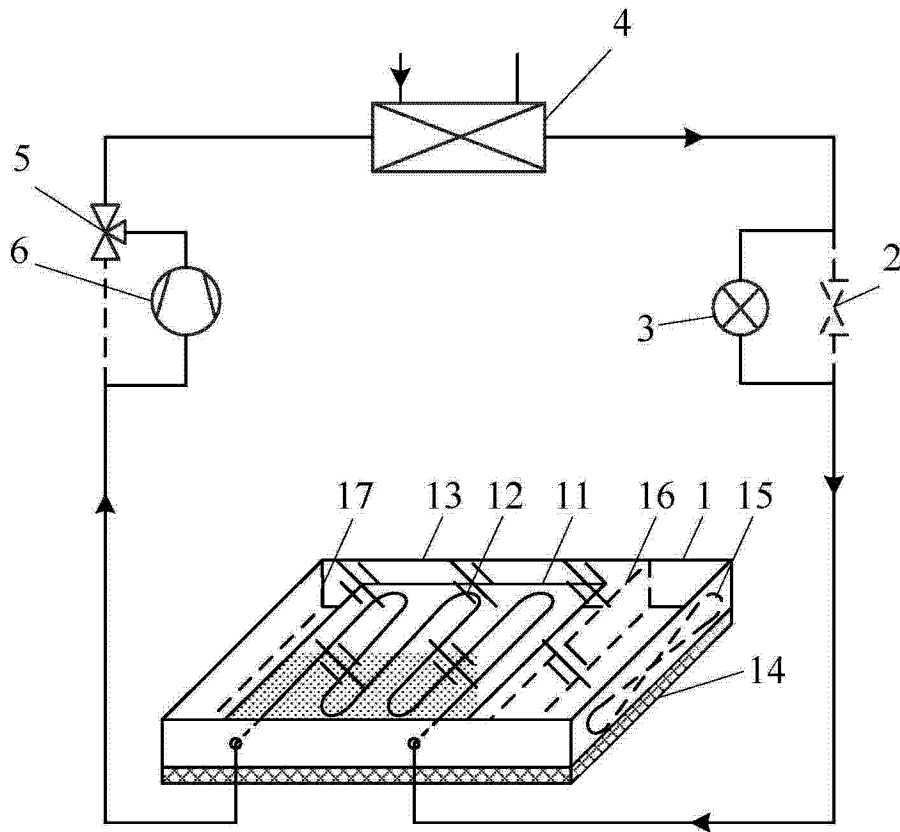


图 11