



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103968574 A

(43) 申请公布日 2014. 08. 06

(21) 申请号 201410161999. 8

(22) 申请日 2014. 04. 21

(71) 申请人 南京师范大学

地址 210046 江苏省南京市亚东新城区文苑路1号

(72) 发明人 吴薇 苏鹏飞 王琴 张文杰 殷谦 陈圣炜 董江江 罗倩妮

(74) 专利代理机构 南京知识律师事务所 32207 代理人 李媛媛

(51) Int. Cl.

F24J 2/32(2006. 01)

F24J 2/34(2006. 01)

F24J 2/05(2006. 01)

F25B 27/00(2006. 01)

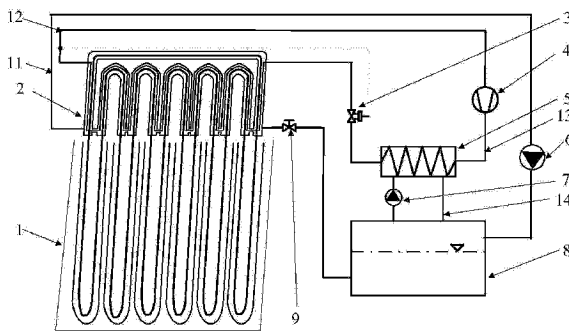
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种全天候运行的高效蓄能型太阳能热泵供热方法

(57) 摘要

本发明公开了一种全天候运行的高效蓄能型太阳能热泵供热方法,用以提供生活热水、或者提供给散热器用来冬季供暖。太阳能集热器中相变材料将瞬时或者之前储存的太阳能,通过振荡热管传递给复合换热器。夏季运行时,直接加热复合换热器中循环水实现供热水;冬季运行时,热量传递给复合换热器中的蒸发器提高蒸发温度,启动热泵循环加热热水;过渡季节运行时,热量一部分直接加热复合换热器中循环水,另一部分传递给复合换热器中的蒸发器,启动热泵系统将热水加热到所需温度。本方法直接利用太阳能供热水,或利用太阳能提高热泵系统蒸发温度来供热水,从而提高热泵系统的制热效率,优化蓄能型太阳能热泵热水系统的整体性能。



1. 一种全天候运行的高效蓄能型太阳能热泵供热方法,分为热管工质循环、热泵制冷剂循环和循环水循环,所用装置包括蓄能型太阳能振荡热管集热器、三股流复合换热器、热力膨胀阀、压缩机、水冷冷凝器、水泵 A、水泵 B、储水箱和截止阀,其中,蓄能型太阳能振荡热管集热器包括太阳能真空集热管、相变材料和振荡热管,其特征在于,供热方法的具体过程如下:

(1) 夏季运行时,所述热管工质循环:太阳辐射充足,蓄能型太阳能振荡热管集热器中相变材料传递的瞬时太阳能或者白天储存夜间放出的热量足够多,振荡热管的蒸发段吸收这部分太阳能后,通过振荡热管内的充注材料将热量高效传递给振荡热管的冷凝段,在三股流复合换热器中振荡热管直接将这部分热量用以加热复合换热器中的循环水,从而实现供热水;所述热泵循环停止工作;所述水循环:在三股流复合换热器中得到振荡热管传递的热量后温度升高的水,通过水泵 A 进入储水箱,经截止阀调节流量后进入三股流复合换热器中继续被加热提高温度;

(2) 冬季运行时,所述热管工质循环:太阳辐射不足,蓄能型太阳能振荡热管集热器中相变材料传递或者白天储存夜间放出的热量较低,振荡热管的蒸发段吸收这部分太阳能后,通过振荡热管内的充注材料将热量高效传递给振荡热管的冷凝段,振荡热管的冷凝段和热泵蒸发器管路在三股流复合换热器中进行热交换;所述热泵循环:热泵蒸发器管路中的制冷剂得到热管传递的热量后汽化成制冷剂蒸气,经压缩机加压后进入水冷冷凝器一侧的制冷剂管路,放出热量冷却凝结后的制冷剂液体通过热力膨胀阀节流,再进入热泵蒸发器管路中,继续吸收振荡热管传递的热量,如此完成一个循环;所述水循环:水冷冷凝器的制冷剂管路释放的热量用以加热水冷冷凝器另一侧的循环水,送至储水箱后又经水泵 B,进入水冷冷凝器中继续加热到所需温度;

(3) 过渡季节运行时,所述热管工质循环:辐射稍有不足,蓄能型太阳能振荡热管集热器中相变材料传递或者白天储存夜间放出的热量通过振荡热管传递后,不足以加热水到所需温度,振荡热管将这部分热量中的一部分用来加热三股流复合换热器中的循环水,另一部分传递给三股流复合换热器中的热泵蒸发器管路;所述热泵循环:热泵蒸发器管路中的制冷剂得到热管传递的热量后汽化成制冷剂蒸气,经压缩机加压后进入水冷冷凝器的制冷剂管路,放出热量冷却凝结后的制冷剂液体通过热力膨胀阀节流,再进入热泵蒸发器管路中,继续吸收振荡热管传递的热量,如此完成一个循环;所述水循环由两个并联管路组成,一根循环水管路在三股流复合换热器中得到振荡热管传递的热量后温度升高,通过水泵 A 进入储水箱,经截止阀调节流量后再次进入三股流复合换热器中继续被加热提高温度;另一根水管路在水冷冷凝器中得到制冷剂管路释放的热量,然后被送至储水箱后又经水泵 B,进入水冷冷凝器中继续加热到所需温度。

2. 根据权利要求 1 所述的一种全天候运行的高效蓄能型太阳能热泵供热方法,其特征在于,所述蓄能型太阳能振荡热管集热器中,振荡热管的蒸发段以 U 形管形式布置在太阳能真空集热管内,蒸发段上还设有毛刷,蓄能材料填充在振荡热管的蒸发段与太阳能真空集热管之间。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的一种全天候运行的高效蓄能型太阳能热泵供热方法,其特征在于,所述三股流复合换热器为套管式换热器,由换热器外壳、热泵蒸发器管路和振荡热管的冷凝段管路构成,循环水管路的进口和出口设置在换热器外壳上,热泵蒸发器管路

和振荡热管的冷凝段管路并行设置在换热器外壳内,换热器外壳内充满循环水;所述振荡热管冷凝段管路内流动的是热管工质,所述热泵蒸发器管路内流动的是制冷剂。

## 一种全天候运行的高效蓄能型太阳能热泵供热方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种供热水方法,具体说是一种通过太阳能集热管集热,蓄能材料相变储热,振荡热管高效传热相结合的热泵供热方法,属于太阳能利用领域。

### 背景技术

[0002] 随着社会的发展,人们提升生活品质的要求越来越高,采暖和生活对热水供应的需求越来越强烈,这方面的能源消耗占建筑总能耗的比重在逐年增加。利用可再生能源,走可持续发展道路是降低建筑能耗的有效途径之一。《中国的能源政策(2012)》白皮书提出大力发展新能源与可再生能源,指出“加大太阳能热水器普及力度,鼓励太阳能集中供热水、太阳能采暖”。国务院印发了能源发展“十二五”规划的通知,也指出“加快发展建筑一体化太阳能应用,鼓励太阳能采暖”。太阳能是可再生清洁能源,我国太阳能资源资源丰富,有2/3的地区年辐射总量大于5020MJ/m<sup>2</sup>、年日照小时在2200h以上。目前,太阳热水器已得到快速发展,但因太阳能本身的不稳定性和间歇性,使其不宜作为供热水系统的主要热源,需要与辅助加热设备一起使用。因此,发展全天候蓄能型太阳能热泵系统对节能降耗具有重要的现实意义。

[0003] 太阳能是可再生清洁能源,常规低温太阳能集热器集热温度在55-75℃,具有很高的集热效率,成本也相对低廉,低位太阳能集热器还有利于与建筑一体化结合。热泵节能优势明显,因而太阳能与热泵联合运行时,太阳能可提供比环境温度高的热源,作为热泵系统蒸发器侧热源后,可同时提高太阳能集热效率和热泵的性能。但是太阳辐射受各种复杂气象因素的影响强度随时变化,具有不稳定性和间歇性,从而导致太阳能热泵系统性能波动大,在阴雨天和日照时间短的冬季,很难实现全天候供热水。一旦太阳辐射强度低于250W/m<sup>2</sup>时,集热温度比外界环境温度还低,热泵蒸发器侧得不到足够的热量,系统无法运行。相变蓄能技术可以解决太阳能供求在时间和空间上不匹配矛盾,也就是在能量多时可以蓄能,在需要时释放出来,从而提高能源利用率。且利用潜热蓄能,蓄能密度大、温度变化小。目前的蓄能型太阳能热泵系统多为集热器、蓄热器、蒸发器分开布置,系统相对复杂,制造成本增大,且利用载热介质从蓄热器中取出热量作为热泵低位热源,而水系统在冬季夜间有管路冻裂的危险。

[0004] 中国专利CN200810020470.9“复合源集热/蓄能/蒸发一体化热泵热水系统”和CN200710190062.3“集热蓄能蒸发一体化太阳能热泵系统”中,热泵蒸发器均以U形管的形式布置于太阳能真空集热管中,每根蒸发管与真空集热管中间以相变材料填充起到蓄能容器的作用,减少了中间换热环节,节约了制造成本。但是这些系统制冷剂充灌量大,蒸发管路长导致管路压降大,使得压缩机容积效率减少,影响系统性能。振荡热管内部传热集显传热、相变传热、汽泡体积变化做功于一体,且不需要热管所必须的吸液芯,具有结构简单、操作方便、成本低、无需动力驱动、可远距离传输、当量导热系数大、热响应快、可根据使用要求弯曲等优点,其传热性能是普通热管的十几倍。有鉴于此,本发明提出利用振荡热管做媒介将集热器中相变材料储存的热量传递给三股流复合换热器中的循环水或者热泵系统

蒸发器,缩短热泵系统的管路,有效提高系统整体性能。

### 发明内容

[0005] 针对现有蓄能型太阳能热泵供热系统的缺陷,本发明提供一种全天候运行的、高效、节能的太阳能热泵供热方法,目的在于合理有效地利用蓄能介质实现对太阳能的收集及移峰填谷,并利用振荡热管进行高效传热,从而提高热泵系统的制热效率,优化蓄能型太阳能热泵热水系统的整体性能。

[0006] 本发明采用的技术方案如下:

[0007] 一种全天候运行的高效蓄能型太阳能热泵供热方法,分为热管工质循环、热泵制冷剂循环和循环水循环,所用装置包括蓄能型太阳能振荡热管集热器、三股流复合换热器、热力膨胀阀、压缩机、水冷冷凝器、水泵 A、水泵 B、储水箱和截止阀,其中,蓄能型太阳能振荡热管集热器包括太阳能真空集热管、相变材料和振荡热管,该供热方法的具体过程如下:

[0008] (1) 夏季运行时,所述热管工质循环:太阳辐射充足,蓄能型太阳能振荡热管集热器中相变材料传递的瞬时太阳能或者白天储存夜间放出的热量足够多,振荡热管的蒸发段吸收这部分太阳能后,通过振荡热管内的充注材料将热量高效传递给振荡热管的冷凝段,在三股流复合换热器中振荡热管直接将这部分热量用以加热复合换热器中的循环水,从而实现供热水;所述热泵循环停止工作;所述水循环:在三股流复合换热器中得到振荡热管传递的热量后温度升高的水,通过水泵 A 进入储水箱,经截止阀调节流量后进入三股流复合换热器中继续被加热提高温度;

[0009] (2) 冬季运行时,所述热管工质循环:太阳辐射不足,蓄能型太阳能振荡热管集热器中相变材料传递或者白天储存夜间放出的热量较低,振荡热管的蒸发段吸收这部分太阳能后,通过振荡热管内的充注材料将热量高效传递给振荡热管的冷凝段,振荡热管的冷凝段和热泵蒸发器管路在三股流复合换热器中进行热交换;所述热泵循环:热泵蒸发器管路中的制冷剂得到热管传递的热量后汽化成制冷剂蒸气,经压缩机加压后进入水冷冷凝器一侧的制冷剂管路,放出热量冷却凝结后的制冷剂液体通过热力膨胀阀节流,再进入热泵蒸发器管路中,继续吸收振荡热管传递的热量,如此完成一个循环;所述水循环:水冷冷凝器的制冷剂管路释放的热量用以加热水冷冷凝器另一侧的循环水,送至储水箱后又经水泵 B,进入水冷冷凝器中继续加热到所需温度;

[0010] (3) 过渡季节运行时,所述热管工质循环:辐射稍有不足,蓄能型太阳能振荡热管集热器中相变材料传递或者白天储存夜间放出的热量通过振荡热管传递后,不足以加热水到所需温度,振荡热管将这部分热量中的一部分用来加热三股流复合换热器中的循环水,另一部分传递给三股流复合换热器中的热泵蒸发器管路;所述热泵循环:热泵蒸发器管路中的制冷剂得到热管传递的热量后汽化成制冷剂蒸气,经压缩机加压后进入水冷冷凝器的制冷剂管路,放出热量冷却凝结后的制冷剂液体通过热力膨胀阀节流,再进入热泵蒸发器管路中,继续吸收振荡热管传递的热量,如此完成一个循环;所述水循环由两个并联管路组成,一根循环水管路在三股流复合换热器中得到振荡热管传递的热量后温度升高,通过水泵 A 进入储水箱,经截止阀调节流量后再次进入三股流复合换热器中继续被加热提高温度;另一根水管路在水冷冷凝器中得到制冷剂管路释放的热量,然后被送至储水箱后又经

水泵 B, 进入水冷冷凝器中继续加热到所需温度。

[0011] 所述蓄能型太阳能振荡热管集热器中, 振荡热管的蒸发段以 U 形管形式布置在太阳能真空集热管内, 蒸发段上还设有毛刷, 蓄能材料填充在振荡热管的蒸发段与太阳能真空集热管之间。

[0012] 所述三股流复合换热器为套管式换热器, 由换热器外壳、热泵蒸发器管路和振荡热管的冷凝段管路构成, 循环水管路的进口和出口设置在换热器外壳上, 热泵蒸发器管路和振荡热管的冷凝段管路并行设置在换热器外壳内, 换热器外壳内充满循环水; 所述振荡热管冷凝段管路内流动的是热管工质, 所述热泵蒸发器管路内流动的是制冷剂。

[0013] 本发明基于振荡热管作为热传递媒介, 将瞬时太阳能或者集热器中相变材料储存的太阳能传递给三股流换热器, 直接供热或利用热泵循环加热热水, 用以提供生活热水或者提供给散热器用以冬季供暖, 具有以下优点:

[0014] (1) 合理有效地利用相变蓄能实现对太阳能的集热及移峰填谷, 可以解决能量供求在时间上的不匹配矛盾, 也就是可以在能量多时可以蓄能, 在需要时释放出来, 从而延长能源利用时间, 提高能源利用率。

[0015] (2) 分阶段利用太阳能, 太阳辐射强时, 可以方便切换到蓄能型太阳能集热管加热水模式, 当太阳辐射弱时, 热泵系统作为辅助加热, 夜间或连续阴雨天时, 切换到蓄能型太阳能热泵循环模式, 发挥更高的热力性能, 从而解决太阳能热泵系统在能量供求空间上的不匹配矛盾。

[0016] (3) 该循环利用振荡热管进行高效传热, 将一体化蓄能型太阳能热泵系统蒸发管路从太阳能集热器中解耦出来, 克服了蒸发管路长、流动阻力大、压缩机性能差的缺点。系统紧凑, 动力消耗小, 构造简单, 为太阳能作为热泵系统低温热源的应用拓宽了途径。

[0017] (4) 本方法为太阳能作为热泵低温热源提供了一种可行的方法与方案, 只需要将技术已经很成熟的热泵系统、振荡热管和蓄能型太阳能真空管加以耦合和改造即可实现。

[0018] (5) 可选用平板式集热器, 和建筑外墙结合, 实现建筑一体化。

[0019] (6) 可实现全年节能、环保、高效地向家庭、大型宾馆、休闲场所、商务办公楼等提供热水, 或冬季向这些场所提供采暖热水。

## 附图说明

[0020] 图 1 是用以实现本发明方法的装置示意图, 其中: 蓄能型太阳能振荡热管集热器 1、三股流复合换热器 2、热力膨胀阀 3、压缩机 4、水冷冷凝器 5、水泵 A6、水泵 B7、储水箱 8 和截止阀 9、循环水管路 11、热泵蒸发器管路 12、水冷冷凝器的制冷剂管 13、水冷冷凝器水管 14。

[0021] 图 2 是本发明方法的夏季运行模式示意图。

[0022] 图 3 是本发明方法的冬季运行模式示意图。

[0023] 图 4 是本发明方法的过渡季节运行模式示意图。

[0024] 图 5 是蓄能型太阳能振荡热管集热器示意图。包括太阳能真空集热管 19、振荡热管 10、毛刷 21 和相变材料 20。

[0025] 图 6 是三股流复合换热器示意图。其中, 振荡热管 10、循环水管路 11、热泵蒸发器管路 12、换热器外壳 15。

[0026] 图 7 是三股流复合换热器的截面图。其中,蒸发器管路中的制冷剂 16、循环水 17、热管工质 18。

### 具体实施方式

[0027] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步详细说明。

[0028] 本发明提供了一种全天候运行的高效蓄能型太阳能热泵供热方法,其构成如图 1 所示,由热管工质循环、热泵制冷剂循环和循环水回路组成,包括蓄能型太阳能振荡热管集热器 1、三股流复合换热器 2、热力膨胀阀 3、压缩机 4、水冷冷凝器 5、水泵 A6、水泵 B7、储水箱 8 和截止阀 9。

[0029] 所述蓄能型太阳能振荡热管集热器 1 包括太阳能真空集热管 19、振荡热管 10、毛刷 21 和相变材料 20,振荡热管 10 的蒸发段以 U 形管形式布置在太阳能真空集热管 19 内。

[0030] 所述三股流复合换热器 2 为套管式换热器,由换热器外壳 15、热泵蒸发器管路 12 和振荡热管 10 的冷凝段构成,套管换热器外壳 15 内有两根传热管,一根是振荡热管 10 冷凝段管段,和它并行的是热泵蒸发器管段 12,两根并行管外大套管内充满的是来自水箱的循环水 17,循环水管路 11 的进口和出口设置在换热器外壳 15 上,振荡热管 10 冷凝段管段内流动的是热管工质 18,热泵蒸发器管段 12 内流动的是制冷剂 16。

[0031] 所述热泵制冷剂循环由热泵蒸发器管路 12 依次和压缩机 4、水冷冷凝器的制冷剂管 13、水冷冷凝器 5、热力膨胀阀 3 串联而成。

[0032] 所述水循环由两个并联管路组成:水冷冷凝器 5、水冷冷凝器水管 14、储水箱 8 和水泵 B7 串联连接成水冷冷凝器的水循环回路;三股流复合换热器内水循环管路 11 依次和水泵 A6、储水箱 8 和截止阀 9 串联连接成一个闭合的水循环回路。

[0033] 本发明的方法可以在以下三种模式运行:

[0034] (1)夏季运行时,所述热管工质循环:太阳辐射充足,太阳能真空集热管 19 中蓄能材料 20 传递的瞬时太阳能或者白天储存夜间放出的热量足够多,振荡热管 10 的蒸发段吸收这部分太阳能后,通过振荡热管内的工质 18 将热量高效传递给振荡热管 10 的冷凝段,在三股流复合换热器 2 中振荡热管 10 直接将这部分热量传递给复合换热器中的循环水管路 11,从而实现供热水。所述热泵循环停止工作;所述水循环:在三股流复合换热器 2 中得到振荡热管 10 传递的热量后温度升高的水,通过水泵 A6 进入储水箱 8,经截止阀 9 调节流量后进入三股流复合换热器 2 中继续被加热提高温度。

[0035] (2)冬季运行时,所述热管工质循环:太阳辐射不足,太阳能真空集热管 19 中蓄能材料 20 传递或者白天储存夜间放出的热量较低,振荡热管 10 的蒸发段吸收这部分太阳能后,通过振荡热管 10 内的工质 18 将热量高效传递给振荡热管 10 的冷凝段,振荡热管 10 的冷凝段和热泵蒸发器管路 12 在三股流复合换热器 2 中进行热交换。所述热泵循环:热泵蒸发器管路 12 中的制冷剂 16 得到热管传递的热量后汽化成制冷剂蒸气,经压缩机 4 加压后进入水冷冷凝器 5 的制冷剂管路 13,在其中放出热量冷却凝结后的制冷剂液体通过热力膨胀阀 3 节流,再进入热泵蒸发器管路 12 中,继续吸收振荡热管 10 传递的热量,如此完成一个循环。所述水循环:水冷冷凝器 5 的制冷剂管路 13 释放的热量用以加热水冷冷凝器另一侧的循环水 14,送至储水箱 8 后又经水泵 B7,进入水冷冷凝器 5 中继续加热到所需温度;

[0036] (3)过渡季节运行时,所述热管工质循环:辐射稍有不足,太阳能真空集热管 19 中

相变材料 20 传递或者白天储存夜间放出的热量通过振荡热管 10 传递后,不足以加热热水到所需温度,振荡热管 10 将这部分热量一部分加热三股流复合换热器 2 中循环水 17,另一部分传递给三股流复合换热器 2 中的热泵蒸发器管路 12。所述热泵循环:热泵蒸发器管路 12 中的制冷剂 16 得到振荡热管 10 传递的热量后汽化成制冷剂蒸气,经压缩机 4 加压后进入水冷冷凝器 5 的制冷剂管路 13,在其中放出热量冷却凝结后的制冷剂液体通过热力膨胀阀 3 节流,再进入热泵蒸发器管路 12 中,继续吸收振荡热管 10 传递的热量,如此完成一个循环。所述水循环由两个并联管路组成,一根循环水管路在三股流复合换热器 2 中得到振荡热管 10 传递的热量后温度升高,通过水泵 A6 进入储水箱 8,经截止阀 9 调节流量后再次进入三股流复合换热器 2 中继续被加热提高温度;另一根水管路在水冷冷凝器 5 中得到制冷剂管路 13 释放的热量,然后被送至储水箱 8 后又经水泵 B7,进入水冷冷凝器 5 中继续加热到所需温度。



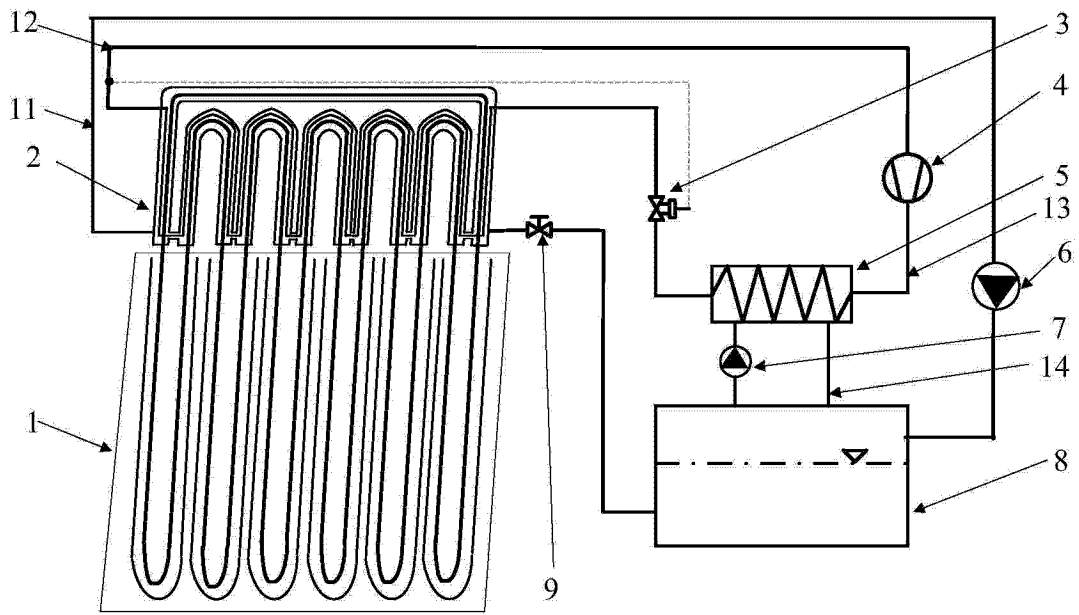


图 1

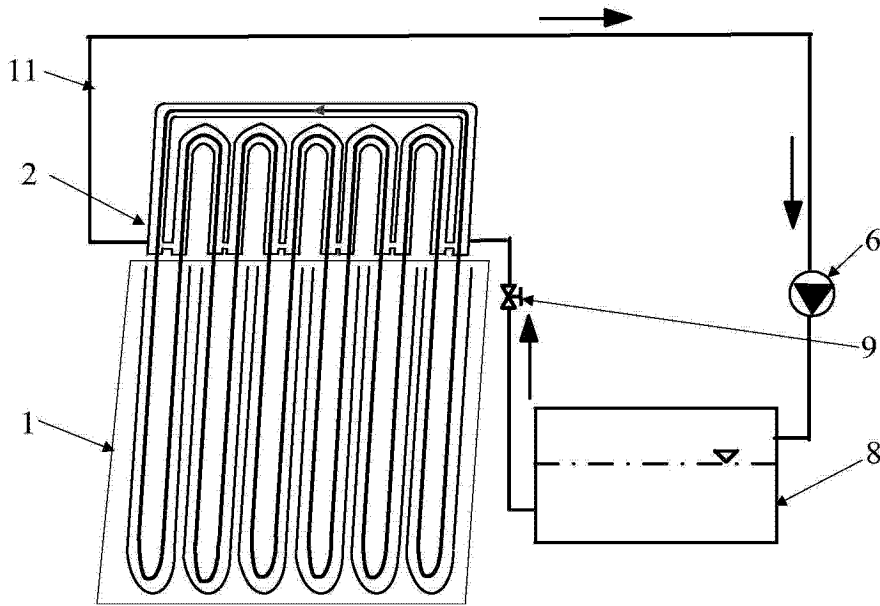


图 2

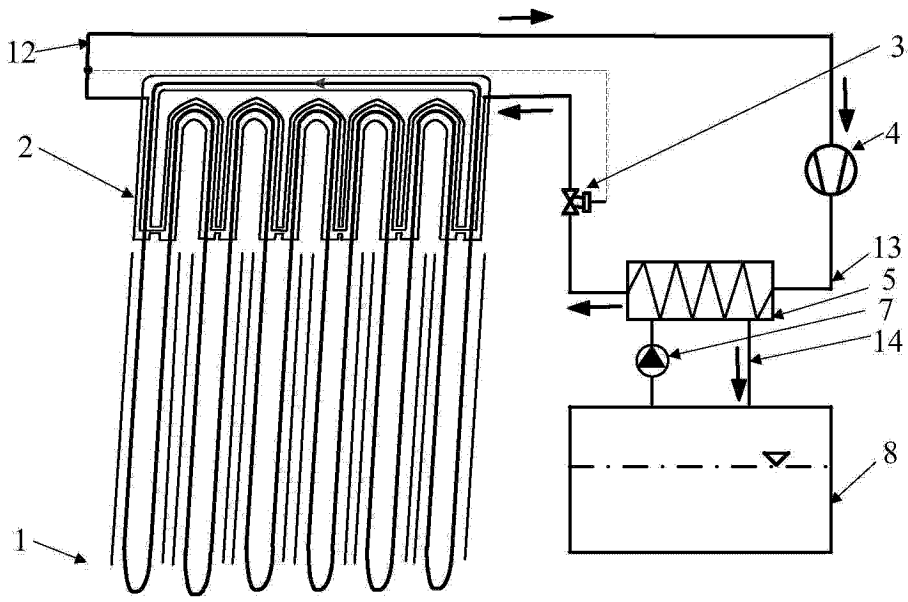


图 3

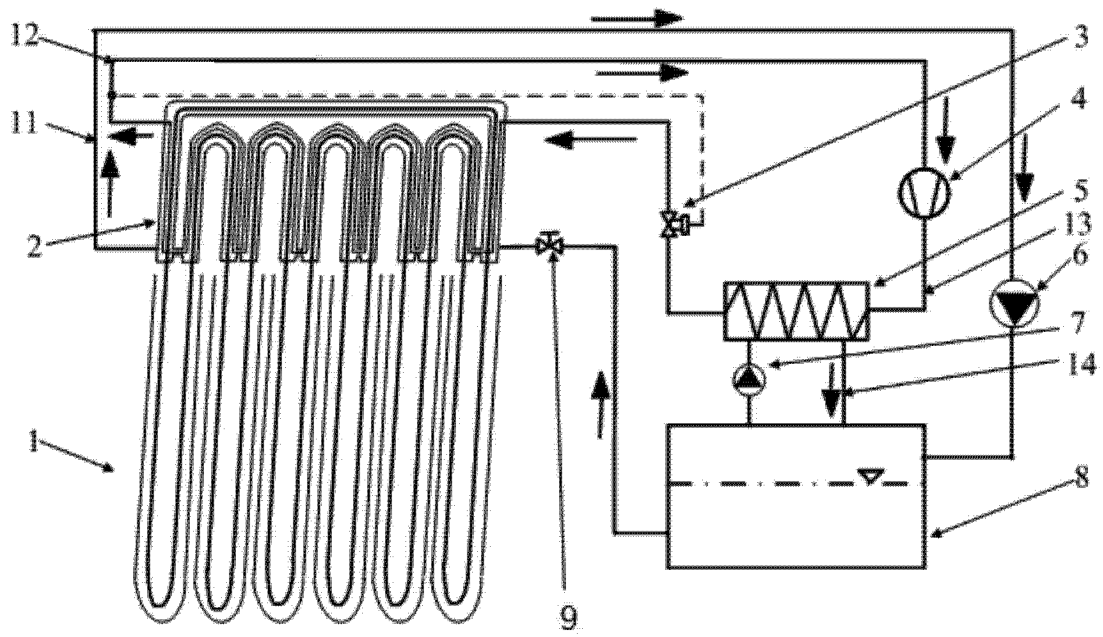


图 4

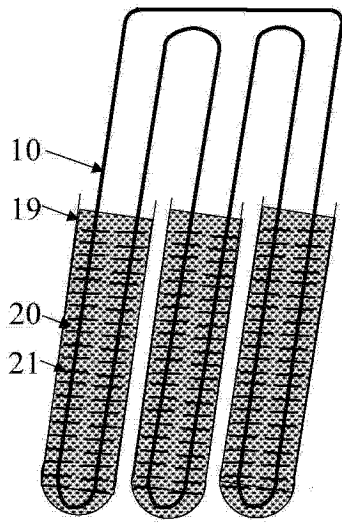


图 5

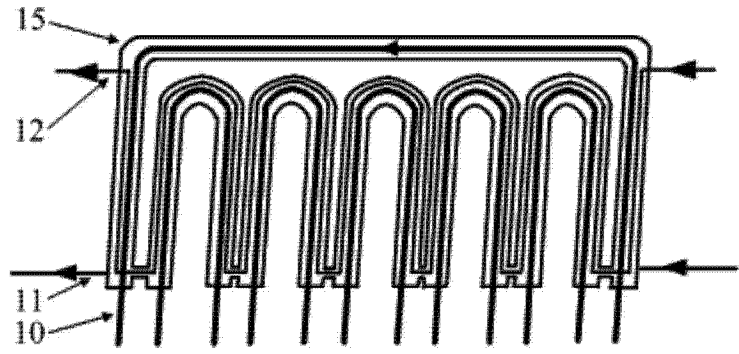


图 6

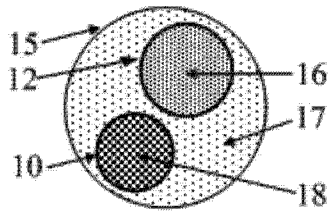


图 7