(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 212692158 U
(45)授权公告日 2021.03.12

(21)申请号 202020852489.6

(22)申请日 2020.05.20

(73)专利权人 浙江浙能技术研究院有限公司
地址 311121 浙江省杭州市余杭区五常街道余杭塘路2159-1号1幢5楼
专利权人 浙江浙能北仑发电有限公司

(72)发明人 彭浩 陈强峰 寿春晖 邬荣敏 沈曲 周剑武 李晓洁 李卓斌 洪凌 丁莞尔 黄绵吉 金胜利

(74)专利代理机构 杭州九洲专利事务所有限公司 33101
代理人 张羽振

(51)Int.Cl.
F24S 20/69(2018.01)
F24H 4/02(2006.01)
F24S 10/95(2018.01)
F24S 20/40(2018.01)
F24S 60/00(2018.01)
F24S 80/00(2018.01)
F25B 30/02(2006.01)
F25B 30/06(2006.01)
F25B 41/31(2021.01)
H02J 3/38(2006.01)
H02S 10/30(2014.01)
H02S 20/25(2014.01)
H02S 40/22(2014.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

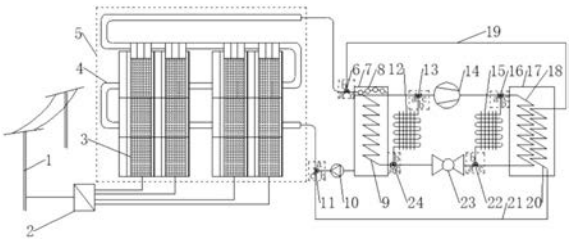
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)实用新型名称

适用于建筑的多热源间接式PVT热泵系统

(57)摘要

本实用新型涉及一种适用于建筑的多热源间接式PVT热泵系统，包括：电网、逆变器、PVT集热器瓦片、换热管道、屋顶或倾斜面、电磁三通阀A、集热器水箱、相变储热装置、热泵蒸发器、循环水泵、电磁三通阀B、风冷换热器A、电磁三通阀C、压缩机、风冷换热器B、电磁三通阀D、生活用水水箱、水冷冷凝器、管道A、水-水换热器、管道B、电磁三通阀E、膨胀阀、电磁三通阀F、瓦片凸起部分、光伏组件、平板式热管、保温材料、导热胶、瓦片平面部分、瓦片、相变微胶囊、金属网箱体、相变材料和外壳。本实用新型的有益效果是：安装和维护方便，在不破坏传统瓦片遮风挡雨和保温功能的条件下实现了真正意义上的建筑一体化，拓展了PVT技术的应用前景。



CN 212692158 U

1.一种适用于建筑的多热源间接式PVT热泵系统,其特征在于,包括:电网(1)、逆变器(2)、PVT集热器瓦片(3)、换热管道(4)、屋顶或倾斜面(5)、电磁三通阀A(6)、集热器水箱(7)、相变储热装置(8)、热泵蒸发器(9)、循环水泵(10)、电磁三通阀B(11)、风冷换热器A(12)、电磁三通阀C(13)、压缩机(14)、风冷换热器B(15)、电磁三通阀D(16)、生活用水水箱(17)、水冷冷凝器(18)、管道A(19)、水-水换热器(20)、管道B(21)、电磁三通阀E(22)、膨胀阀(23)、电磁三通阀F(24)、瓦片凸起部分(25)、光伏组件(26)、平板式热管(27)、保温材料(28)、导热胶(29)、瓦片平面部分(30)、瓦片(31)、相变微胶囊(32)、金属网箱体(33)、相变材料(34)和外壳(35);

多个PVT集热器瓦片(3)构成一个整体,通过逆变器(2)接入电网(1)中;PVT集热器瓦片(3)包括光伏组件(26)、一个或多个平板式热管(27)、保温材料(28)、导热胶(29)和瓦片(31);

所述瓦片(31)放置于具有倾斜角度的屋顶或倾斜面(5)上,单个瓦片(31)包含瓦片凸起部分(25)和瓦片平面部分(30),所述平板式热管(27)位于光伏组件(26)与瓦片平面部分(30)之间;光伏组件(26)的整个背光面与平板式热管(27)的蒸发段通过导热胶(29)相贴合;平板式热管(27)的背光面通过导热胶(29)与瓦片平面部分(30)相贴合;平板式热管(27)的冷凝段为圆弧形,平板式热管(27)的冷凝段通过导热胶(29)与换热管道(4)连接;换热管道(4)和平板式热管(27)未参与换热的部分全部包裹有保温材料(28);

所述电磁三通阀A(6)连接换热管道(4)、集热器水箱(7)上部和管道A(19);所述集热器水箱(7)内部设有相变储热装置(8)和热泵蒸发器(9);所述管道A(19)接入水-水换热器(20);所述相变储热装置(8)位于集热器水箱(7)内部且位于上部;相变储热装置(8)由相变微胶囊(32)和金属网箱体(33)组成,相变微胶囊(32)由相变材料(34)和外壳(35)构成;所述相变微胶囊(32)置于金属网箱体(33)中;金属网箱体(33)浸在水面以下;

所述电磁三通阀B(11)连接换热管道(4)、循环水泵(10)和管道B(21);所述循环水泵(10)连接集热器水箱(7)下部;所述管道B(21)接入水-水换热器(20);

所述电磁三通阀C(13)连接热泵蒸发器(9)、风冷换热器A(12)和压缩机(14);

所述电磁三通阀D(16)连接压缩机(14)、风冷换热器B(15)和水冷冷凝器(18);所述水冷冷凝器(18)和水-水换热器(20)位于生活用水水箱(17)内;

所述电磁三通阀E(22)连接膨胀阀(23)、风冷换热器B(15)和水冷冷凝器(18);

所述电磁三通阀F(24)连接热泵蒸发器(9)、风冷换热器A(12)和膨胀阀(23);

所述瓦片平面部分(30)表面粗糙,瓦片凸起部分(25)表面添加有反射涂层;

所述集热器水箱(7)和金属网箱体(33)为可开闭的箱体。

2.根据权利要求1所述适用于建筑的多热源间接式PVT热泵系统,其特征在于:所述平板式热管(27)的蒸发段覆盖光伏组件(26)的全部。

3.根据权利要求1所述适用于建筑的多热源间接式PVT热泵系统,其特征在于:所述金属网箱体(33)材质为不锈钢丝网或铜材质丝网;所述相变材料(34)的熔点在50℃以内。

4.根据权利要求1所述适用于建筑的多热源间接式PVT热泵系统,其特征在于:所述光伏组件(26)为晶硅电池、铜铟镓硒薄膜电池、碲化镉薄膜电池或钙钛矿薄膜电池。

适用于建筑的多热源间接式PVT热泵系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于太阳能利用领域，具体涉及适用于建筑的多热源间接式PVT热泵系统，有效降低建筑能耗。

背景技术

[0002] 建筑能耗占我国社会终端能源总消费量的比例已接近1/3，而且该比例还会随着经济水平的提高而继续增加，其中热力和电力消耗占建筑能耗的绝大部分。我国太阳能资源比较丰富，太阳能的利用可以有效缓解这方面的需求。日常生活中常见的太阳能利用方式为太阳能热水器和光伏发电，但这些技术需要较大的安装面积才能达到用户所需的电力和热力供应，对于外部面积有限的建筑而言有一定局限性。另外光伏发电效率一般较低，余下吸收而未能转化的太阳能会以热能的形式存在，导致组件温度升高，而光伏组件发电效率受温度影响较大，发电效率会随其温度的升高而降低，造成光伏发电系统效率进一步减小。

[0003] PVT热泵技术可以有效降低光伏组件温度，发电效率比传统光伏组件高，另外光伏组件余热可以有效提升热泵性能，产生生活所需热水或者用于供暖，系统单位面积太阳能利用率得到提高。根据热泵蒸发器的热源来源，PVT热泵技术分为直接式和间接式。直接式热泵系统的蒸发器直接吸收光伏组件余热，热损较少，系统制热系数COP高，制热时间短，但只适合热量需求稳定且大的场合。热需求不稳定的场合存在热水消纳不及时而影响系统正常运行的问题。间接式系统灵活性较大，集热过程与热泵系统的运行相对独立。集热过程采用水等液态介质吸收光伏组件的热量，液态介质升温后流入集热水箱，水箱温度达不到要求时再用热泵进行加热。间接式热泵系统集热制热时间比直接式长，可有效避免夏季热水过多而浪费的问题，对用户供热习惯的包容性更强。目前提出的间接式系统存在两个问题，一是与建筑的耦合的方式比较简单，限制了在建筑上的推广应用；二是随着集热过程的进行，换热工质温度增加，热损增加，光伏组件冷却效果下降，系统性能下降。

实用新型内容

[0004] 本实用新型的目的在于克服上述不足，提供适用于建筑的多热源间接式PVT热泵系统。

[0005] 这种适用于建筑的多热源间接式PVT热泵系统，包括：电网、逆变器、PVT集热器瓦片、换热管道、屋顶或倾斜面、电磁三通阀A、集热器水箱、相变储热装置、热泵蒸发器、循环水泵、电磁三通阀B、风冷换热器A、电磁三通阀C、压缩机、风冷换热器B、电磁三通阀D、生活用水水箱、水冷冷凝器、管道A、水-水换热器、管道B、电磁三通阀E、膨胀阀、电磁三通阀F、瓦片凸起部分、光伏组件、平板式热管、保温材料、导热胶、瓦片平面部分、瓦片、相变微胶囊、金属网箱体、相变材料和外壳；

[0006] 多个PVT集热器瓦片构成一个整体，通过逆变器接入电网中；PVT集热器瓦片包括光伏组件、一个或多个平板式热管、保温材料、导热胶和瓦片；

[0007] 所述瓦片放置于具有一定倾斜角度的屋顶或倾斜面上，单个瓦片包含瓦片凸起部分和瓦片平面部分，所述平板式热管位于光伏组件与瓦片平面部分之间；光伏组件的整个背光面与平板式热管的蒸发段通过导热胶相贴合；平板式热管的背光面通过导热胶与瓦片平面部分相贴合；平板式热管的冷凝段为圆弧形，平板式热管的冷凝段通过导热胶与换热管道连接；换热管道和平板式热管未参与换热的部分全部包裹有保温材料；

[0008] 所述电磁三通阀A连接换热管道、集热器水箱上部和管道A；所述集热器水箱内部设有相变储热装置和热泵蒸发器；所述管道A接入水-水换热器；所述相变储热装置位于集热器水箱内部且位于上部；相变储热装置由相变微胶囊和金属网箱体组成，相变微胶囊由相变材料和外壳构成；所述相变微胶囊置于金属网箱体中；金属网箱体浸在水面以下；

[0009] 所述电磁三通阀B连接换热管道、循环水泵和管道B；所述循环水泵连接集热器水箱下部；所述管道B接入水-水换热器；

[0010] 所述电磁三通阀C连接热泵蒸发器、风冷换热器A和压缩机；

[0011] 所述电磁三通阀D连接压缩机、风冷换热器B和水冷冷凝器；所述水冷冷凝器和水-水换热器位于生活用水水箱内；

[0012] 所述电磁三通阀E连接膨胀阀、风冷换热器B和水冷冷凝器；

[0013] 所述电磁三通阀F连接热泵蒸发器、风冷换热器A和膨胀阀；

[0014] 所述瓦片平面部分表面粗糙，瓦片凸起部分表面添加有反射涂层；

[0015] 所述集热器水箱和金属网箱体为灵活开闭的箱体。

[0016] 作为优选，所述平板式热管的蒸发段覆盖光伏组件的全部。

[0017] 作为优选，所述金属网箱体材质为不锈钢丝网或铜材质丝网；所述相变材料的熔点在50℃以内。

[0018] 作为优选，所述光伏组件为晶硅电池、铜铟镓硒薄膜电池、碲化镉薄膜电池或钙钛矿薄膜电池。

[0019] 本实用新型的有益效果是：安装和维护方便，在不破坏传统瓦片遮风挡雨和保温功能的条件下实现了真正意义上的建筑一体化，拓展了PVT技术的应用前景；集热器可以有效减小外部气候变化对室内热负荷的影响。夏季可以减少太阳辐射的影响，减缓室内温度增加；冬季增强屋顶的保温作用，减小室内热损；在集热器水箱中添加了相变储热装置，储热量根据季节调整，降低了集热器水箱温度增加速度，增加光伏组件冷却效果，减小了工质热损，同时其储热特性增强了系统的稳定性，降低了常规能源的消耗。

附图说明

[0020] 图1为基于屋顶瓦片的PVT集热及热泵系统循环原理图；

[0021] 图2为单个基于屋顶瓦片的PVT集热器示意图；

[0022] 图3为多个基于屋顶瓦片的PVT集热器组装后的示意图；

[0023] 图4为相变储热装置示意图；

[0024] 图5为相变微胶囊结构示意图。

[0025] 附图标记说明：电网1、逆变器2、PVT集热器瓦片3、换热管道4、屋顶或倾斜面5、电磁三通阀A6、集热器水箱7、相变储热装置8、热泵蒸发器9、循环水泵10、电磁三通阀B11、风冷换热器A12、电磁三通阀C13、压缩机14、风冷换热器B15、电磁三通阀D16、生活用水水箱

17、水冷冷凝器18、管道A19、水-水换热器20、管道B21、电磁三通阀E22、膨胀阀23、电磁三通阀F24、瓦片凸起部分25、光伏组件26、平板式热管27、保温材料28、导热胶29、瓦片平面部分30、瓦片31、相变微胶囊32、金属网箱体33、相变材料34、外壳35。

具体实施方式

[0026] 下面结合实施例对本实用新型做进一步描述。下述实施例的说明只是用于帮助理解本实用新型。应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本实用新型原理的前提下，还可以对本实用新型进行若干改进和修饰，这些改进和修饰也落入本实用新型权利要求的保护范围内。

[0027] 本实用新型提出了适用于建筑的多热源间接式PVT热泵系统，该系统实现真正意义上的光伏光热建筑一体化。利用瓦片的储热特性和反光特性，提高了系统的光电效率和光热效率。充分利用集热器水箱、相变储热装置、制冷循环放热、空气热源，提高了系统的稳定性和对不同天气的适应性。基于屋顶瓦片的PVT集热器和热泵，可以实现冷、热和电三联供，满足建筑的日常供能需求。

[0028] 这种适用于建筑的多热源间接式PVT热泵系统，包括：电网1、逆变器2、PVT集热器瓦片3、换热管道4、屋顶或倾斜面5、电磁三通阀A6、集热器水箱7、相变储热装置8、热泵蒸发器9、循环水泵10、电磁三通阀B11、风冷换热器A12、电磁三通阀C13、压缩机14、风冷换热器B15、电磁三通阀D16、生活用水水箱17、水冷冷凝器18、管道A19、水-水换热器20、管道B21、电磁三通阀E22、膨胀阀23、电磁三通阀F24、瓦片凸起部分25、光伏组件26、平板式热管27、保温材料28、导热胶29、瓦片平面部分30、瓦片31、相变微胶囊32、金属网箱体33、相变材料34和外壳35；

[0029] 多个PVT集热器瓦片3构成一个整体，通过逆变器2接入电网1中；PVT集热器瓦片3包括光伏组件26、一个或多个平板式热管27、保温材料28、导热胶29和瓦片31；平面部分30用于放置光伏组件26，未被光伏组件26覆盖的部分用于吸收太阳能；瓦片凸起部分25可以将入射太阳光反射至光伏组件26表面，提高光伏组件26表面入射光强，从而提高发电量；未被反射的太阳光则被吸收转化为热能；

[0030] 所述瓦片31放置于具有一定倾斜角度的屋顶或倾斜面5上，多个PVT集热器瓦片3构成一个整体。单个PVT集热器瓦片3包含了多个部件，从上而下的顺序依次为光伏组件26、导热胶29、平板式热管27、导热胶29和瓦片31，导热胶29将瓦片、光伏组件、平板式热管耦合起来形成一体；单个瓦片31包含瓦片凸起部分25和瓦片平面部分30，所述平板式热管27位于光伏组件26与瓦片平面部分30之间；光伏组件26的整个背光面与平板式热管27的蒸发段通过导热胶29相贴合；平板式热管27的蒸发段用于吸收光伏组件26和瓦片31的热量；平板式热管27的背光面通过导热胶29与瓦片平面部分30相贴合；平板式热管27的冷凝段为圆弧形，平板式热管27的冷凝段通过导热胶29与换热管道4连接；换热管道4和平板式热管27未参与换热的部分全部包裹有保温材料28，减少热量损失；

[0031] 所述屋顶瓦片平面部分30和瓦片凸起部分25的材质一致，深色，具有一定的导热性和储热性；瓦片平面部分30表面具有一定粗糙度，减少太阳光的反射；瓦片凸起部分25表面添加反射涂层，增强太阳光的反射，未被反射的太阳光则被吸收转化为热能，然后通过导热传递给平板式热管27；

[0032] 所述换热管道4根据当地太阳能资源、系统规模大小选择管路形式。太阳能资源较好、系统规模较大时采用并联形式；太阳能资源一般时采用串联形式；

[0033] 所述电磁三通阀A6连接换热管道4、集热器水箱7上部和管道A19；所述集热器水箱7内部设有相变储热装置8和热泵蒸发器9；所述管道A19接入水-水换热器20；所述相变储热装置8位于集热器水箱7内部且位于上部；相变储热装置8由相变微胶囊32和金属网箱体33组成，相变微胶囊32由相变材料34和外壳35构成；所述相变微胶囊32置于金属网箱体33中；金属网箱体33浸在水面以下；

[0034] 所述电磁三通阀B11连接换热管道4、循环水泵10和管道B21；所述循环水泵10连接集热器水箱7下部；所述管道B21接入水-水换热器20；

[0035] 所述电磁三通阀C13连接热泵蒸发器9、风冷换热器A12和压缩机14；

[0036] 所述电磁三通阀D16连接压缩机14、风冷换热器B15和水冷冷凝器18；所述水冷冷凝器18和水-水换热器20位于生活用水水箱17内；

[0037] 所述电磁三通阀E22连接膨胀阀23、风冷换热器B15和水冷冷凝器18；

[0038] 所述电磁三通阀F24连接热泵蒸发器9、风冷换热器A12和膨胀阀23；

[0039] 所述瓦片平面部分30表面粗糙，瓦片凸起部分25表面添加有反射涂层；

[0040] 所述集热器水箱7和金属网箱体33为灵活开闭的箱体。

[0041] 所述平板式热管27的蒸发段覆盖光伏组件26的全部。

[0042] 所述金属网箱体33材质为不锈钢丝网或铜材质丝网；所述相变材料34的熔点在50℃以内；相变微胶囊32的添加量与季节有关，夏季添加量高于冬季。

[0043] 这种相变储热装置8有3个优点：(a)相变微胶囊处于水箱上层，直接与换热管道4出口温度较高的水进行换热，液固温差大，有利于换热效率的提高。(b)水箱水面波动较大，该扰动有助于破坏相变微胶囊表面的边界层，提高对流换热系数。(c)相变微胶囊比表面积大，液固换热面积增加。

[0044] 所述光伏组件26既可以采用传统的晶硅电池，也可以采用铜铟镓硒、碲化镉、钙钛矿等薄膜电池。瓦片尺寸大小的光伏电池可以缓解因换热器换热不均而造成电池发电性能下降的问题。

[0045] 晴朗或多云的夏季条件下，系统将运行四个循环：PVT集热循环、水-水换热循环、热泵制冷循环和热泵制冷循环。

[0046] PVT集热循环：集热器水箱7下层温度较低的水工质通过循环泵10进入换热管道4，并与PVT集热器瓦片3进行换热。光伏组件26温度降低，发电效率增加，产生的直流电通过逆变器2进入电网1。水工质沿管程温度不断增加，由集热器水箱7上部进入。待集热器水箱7温度达到设定值后(一般在50℃以内)且高于生活用水水箱17温度，循环水泵10将集热器水箱7的水通过水-水换热器20与生活用水水箱17进行换热。在进行PVT集热循环和水-水换热循环时，可以同时运行热泵制冷循环。

[0047] 热泵制冷循环：制冷剂通过风冷换热器B15吸收室内空气热量，温度升高后的制冷剂经压缩机14进一步压缩升温，然后通过风冷换热器A12与环境进行换热，降温后的制冷剂经膨胀阀23进一步降温，然后再进行下一个制冷循环。在大量用热水前一段时间，若生活用水水箱17温度没有达到设定值时，制冷循环暂时中止，同时热泵制热循环开启。当集热器水箱7温度高于环境温度时，首先采用集热器水箱7作为热泵热源，制冷剂通过热泵蒸发器9吸

收集热器水箱7的热量，温度升高后的制冷剂经压缩机14进一步压缩，然后通过水冷冷凝器18将热量释放给生活用水水箱17，降温后的制冷剂再经节流阀23进一步降温进入下一个制热循环。当集热器水箱7温度低于环境温度时，开始启用空气热源模式。制冷剂通过风冷换热器A12吸收环境空气的热量，温度升高后的制冷剂经压缩机14进一步压缩，然后通过水冷冷凝器18将热量释放给生活用水水箱17，降温后的制冷剂再经节流阀23降温后进入下一个制热循环。

[0048] 阴雨天的夏季，PVT集热器停止工作，循环水泵10关闭。白天系统运行热泵制冷循环，降低室内温度。当集热器水箱7温度低于环境温度时，采用热泵蒸发器9作为制冷循环的冷凝器，制冷剂通过风冷换热器A12吸收室内空气热量，室内温度降低，温度升高后的制冷剂经压缩机14进一步压缩升温，然后通过热泵蒸发器9将热量传递给集热器水箱，降温后的制冷剂经膨胀阀23进一步降温后进行下一个制冷循环。当集热器水箱7温度高于环境温度时，采用空气进行散热。制冷剂通过风冷换热器B15吸收室内空气热量，室内温度降低，温度升高后的制冷剂经压缩机14进一步压缩升温，然后通过风冷换热器A12将热量传递给室外空气，降温后的制冷剂经膨胀阀23进一步降温后进行下一个制冷循环。在需要大量用热水前一段时间，热泵制冷循环暂时中止，同时开始进行热泵制热循环。当集热器水箱7温度高于环境温度时，采用集热器水箱7作为热泵热源，制冷剂通过热泵蒸发器9吸收集热器水箱7热量，温度升高后的制冷剂经压缩机14进一步压缩，然后通过水冷冷凝器18将热量释放给生活用水水箱17，降温后的制冷剂再经节流阀23进一步降温后进入下一个制热循环。当集热器水箱温度低于环境温度时，开始启用空气热源，制冷剂通过风冷换热器A12从室外环境吸收热量，温度升高后的制冷剂经压缩机14进一步压缩升温，然后通过水冷冷凝器18将热量释放给生活用水水箱17，降温后的制冷剂再经节流阀23进一步降温后进入下一个制热循环。

[0049] 环境温度大于0℃的春季、秋季和冬季主要是对热水有需求，而对于制冷需求较少，所以运行时除了没有制冷过程，制热过程与夏季运行模式一样。

[0050] 环境温度低于0℃时，PVT集热器不运行，而且需要在环境温度低于0℃前将换热管道4中的水排空，全部流入集热器水箱中。制热模式采用空气热源模式，产生的热水一方面用于生活用水，另一方面用于地暖供热。

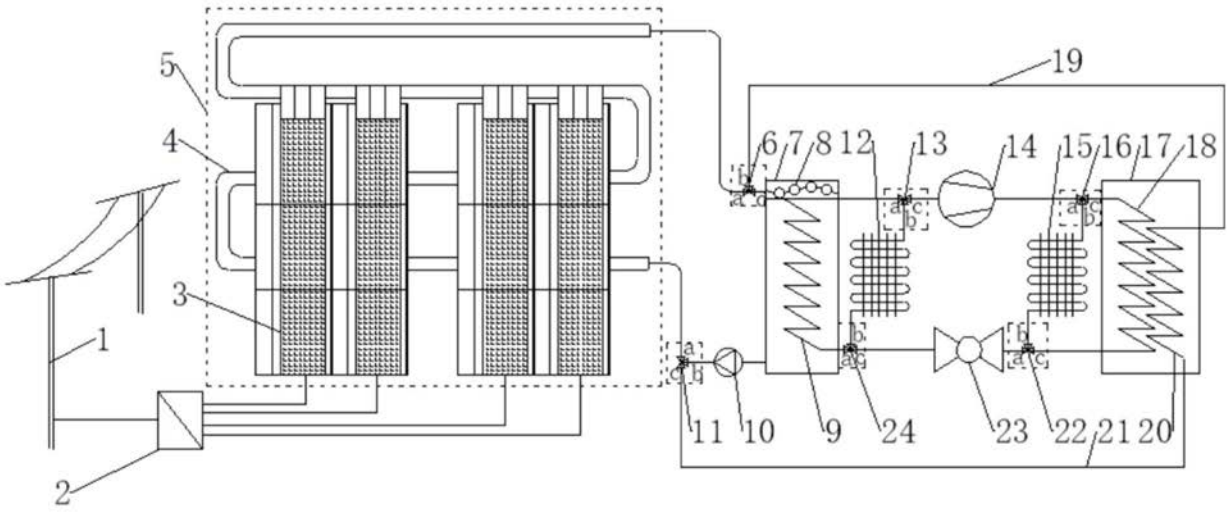

5
4
3
1
2
19
6
7
8
12
13
14
15
16
17
18
11
10
9
24
23
22
21
20

图1

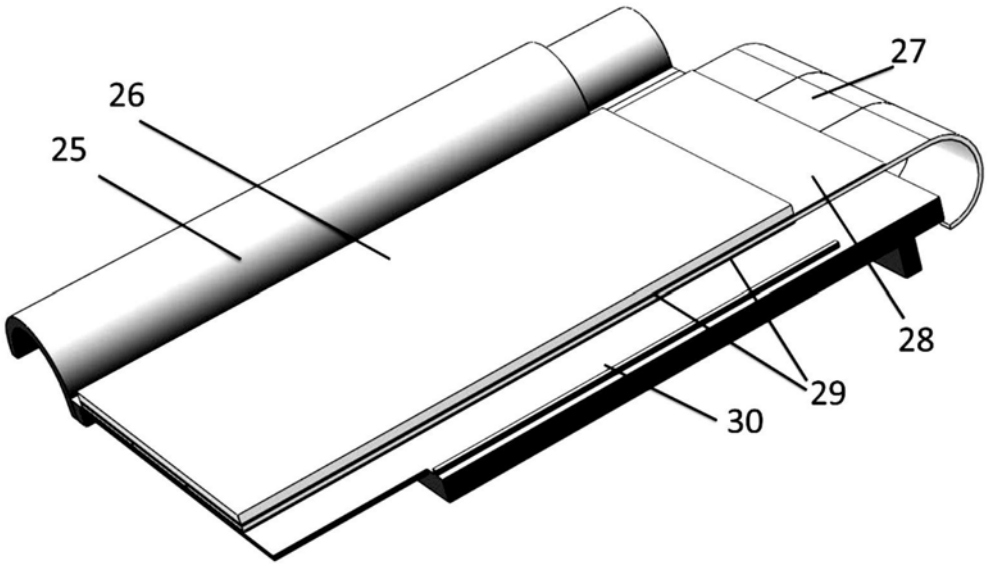

26
25
27
28
29
30

图2

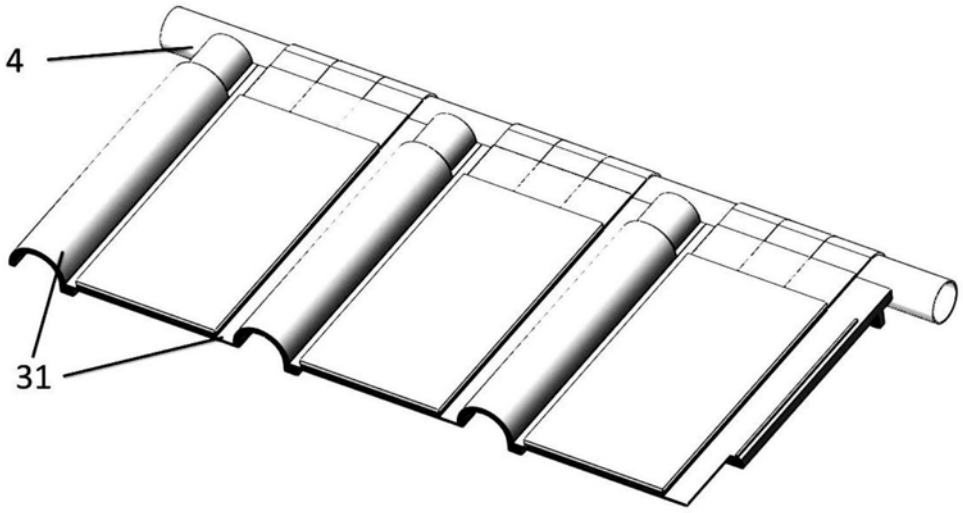


图3

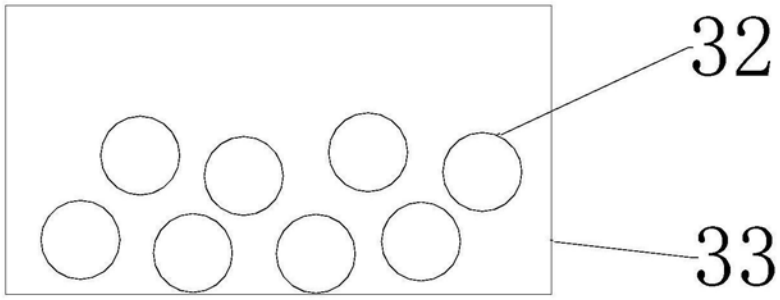


图4

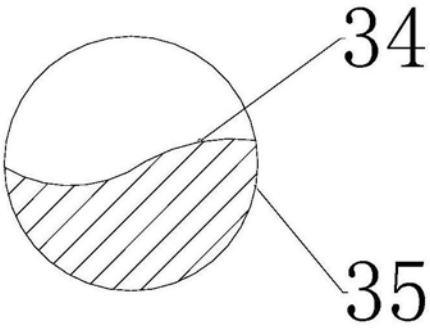


图5