



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103225898 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 07

(21) 申请号 201310148747. 7

(22) 申请日 2013. 04. 26

(73) 专利权人 中国科学院上海技术物理研究所
地址 200083 上海市虹口区玉田路 500 号

(72) 发明人 陆卫 陈飞良 俞立明 王少伟
刘星星 王晓芳 简明 陈效双

(74) 专利代理机构 上海新天专利代理有限公司
31213

代理人 郭英

(51) Int. Cl.

F24J 2/05(2006. 01)

F24J 2/24(2006. 01)

F24J 2/46(2006. 01)

F24J 2/48(2006. 01)

F24J 2/50(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102943548 A, 2013. 02. 27,

CN 102141304 A, 2011. 08. 03,

US 4414958 , 1983. 11. 15,

CN 201583009 U, 2010. 09. 15,

JP 特开 2006-284072 A, 2006. 10. 19,

审查员 李薇

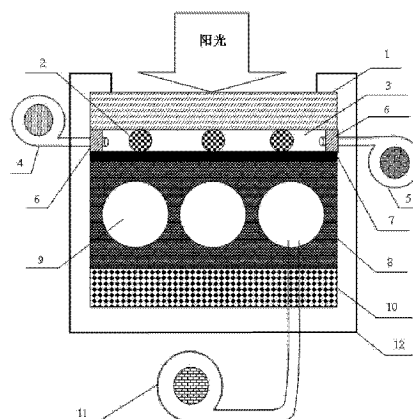
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种低成本智能防过热塑料平板太阳能集热器

(57) 摘要

本发明公开了一种低成本智能防过热塑料平板太阳能集热器,其特点在于采用集热板与水管一体化的带管道的耐高温导热塑料基板替代了传统平板集热器使用的金属基板与金属管道,既降低了集热器的成本、减轻了重量,又增大了吸热板芯与工作介质流体的接触面积。同时,塑料伸缩性好,不存在夏天炸管,冬天冻裂等问题,提高了集热器安全系数。更重要的是,本发明的集热器在透明盖板和吸热板芯之间采用了中空设计,可实现智能抽空或充气,抽真空时可以显著降低集热器上表面的热损失,提高集热效率;充气时可以迅速降低集热器温度,防止因突然停水引起集热器空烧造成的损伤甚至损坏,该功能可以通过设置使用温度范围来实现,起到智能调节与自动保护的作用。



1. 一种低成本智能防过热塑料平板太阳能集热器,其特征在于:自顶层到底层依次由透明盖板(1)、透明玻璃珠(2)、中空层(3)、抽气薄膜泵(4)、充气泵(5)、密封胶条(6)、太阳能选择性吸收涂层(7)、带管道的耐高温导热塑料基板(8)、工作介质(9)、保温层(10)、水泵(11)、边框(12)构成;透明盖板(1)与镀有太阳能选择性吸收涂层(7)的带管道的耐高温导热塑料基板(8)之间构成中空层(3);透明玻璃珠(2)用透明胶水散布黏附于透明盖板(1)上作为中空层(3)的支撑,其直径为 $0.5\text{mm} \sim 20\text{mm}$;所述的中空层(3)的厚度由透明玻璃珠(2)的直径调整,其范围在 $0.5\text{mm} \sim 20\text{mm}$,密封胶条(6)将中空层两端边框密封起来;抽气薄膜泵(4)和充气泵(5)位于中空层(3)两端为中空层抽真空和充气;水泵(11)与集热器管道相连,带有温度传感器和自动控制器,并与抽气薄膜泵(4)和充气泵(5)的自动控制器相连,水泵(11)与带管道的耐高温导热塑料基板(8)的管道连通,以控制管道中工作介质(9)的流速;铝合金或高强度工程塑料的边框(12)将整个集热器固定为一体。

2. 根据权利要求1所述的一种低成本智能防过热塑料平板太阳能集热器,其特征在于:所述的透明盖板(1)是透明玻璃或透明塑料,厚度为 $2 \sim 20\text{mm}$ 。

3. 根据权利要求1所述的一种低成本智能防过热塑料平板太阳能集热器,其特征在于:所述的抽气薄膜泵(4)连接在中空层一端,带有自动控制器以控制其通断,并与水泵(11)所带的温度传感器相连。

4. 根据权利要求1所述的一种低成本智能防过热塑料平板太阳能集热器,其特征在于:所述的充气泵(5)连接在中空层另一端,带有自动控制器以控制其通断,并与水泵(11)所带的温度传感器相连。

5. 根据权利要求1所述的一种低成本智能防过热塑料平板太阳能集热器,其特征在于:镀制在带管道的耐高温导热塑料基板(8)的上表面的所述的太阳能选择性吸收涂层(7)由底层金属薄膜和吸收薄膜组成,其中金属薄膜是铜、铝、银或镍具有红外高反射率的材料,吸收薄膜是 CrO_x 、 NiS-ZnS 、 CoO_x 、 CuO_x 、 NiCrN 、 NiO_x 、 CrN_xO_y 、 TiN_xO_y 、 AlN_xO_y 、 AlCuFe 、 AlN-Al 、 TiAlN 、 TiAlN_xO_y 、 TiSiN 或 Fe_3O_4 对太阳光高吸收的材料。

6. 根据权利要求1所述的一种低成本智能防过热塑料平板太阳能集热器,其特征在于:所述的带管道的耐高温导热塑料基板(8)材质是耐高温导热塑料,在塑料基板的上表面镀有选择性吸收涂层(7),在塑料基板中间带有中空管道。

7. 根据权利要求1所述的一种低成本智能防过热塑料平板太阳能集热器,其特征在于:所述的工作介质(9)是水、防冻液或油类导热流体。

8. 根据权利要求1所述的一种低成本智能防过热塑料平板太阳能集热器,其特征在于:所述的保温层(10)材料是岩棉、玻璃棉、聚氨酯、聚苯乙烯、气凝胶或酚醛泡沫中的一种或多种。

一种低成本智能防过热塑料平板太阳能集热器

技术领域

[0001] 本发明涉及平板太阳能集热器,具体是指一种低成本、轻巧型、可智能调节、放冻、防空晒过热造成系统受损的塑料平板太阳能集热器,属于太阳能技术领域。

背景技术

[0002] 众所周知,能源问题是当今世界面临的最突出问题之一,而太阳能是一种取之不尽、用之不竭的清洁能源。太阳能光热转换是目前世界范围内太阳能利用的一种最普及、最主要的形式,其中最具代表性的就是太阳能热水器。我国已成为世界上生产太阳能热水器最多的国家,同时也拥有世界上最大的太阳能热水器市场。

[0003] 已经大量应用的太阳能集热器主要有真空管式太阳能集热器和平板式太阳能集热器,其中真空管式太阳能集热器目前仍然占国内 85% 以上的集热器市场,而在国外,则恰恰相反,平板集热器已经占到集热器市场 90% 以上的份额。究其原因,主要还是在于目前国内的平板集热器成本仍然过高,与已经很成熟的真空管式太阳能集热器相比,价格上存在很大劣势,因此在国内市场上反而不如低成本的管式集热器更受青睐。

[0004] 然而,随着国内城市化进程的加快,别墅、高层和小高层的崛起留给真空管集热器的机会越来越少,热水工程的不断发展也要求普及平板太阳能。借鉴国外经验,要有效地解决好太阳能与建筑一体化问题,平板太阳能应该是首选。而且平板式太阳能集热器的日平均效率比真空管式太阳能集热器要高,同时其承压能力强、吸热面积大。由于平板太阳能热水器与储水箱分离,与建筑结合更灵活、更完美,容易实现与建筑一体化,替代屋顶面板、墙板等,也同时节约了相应建筑材料费用,从而平板太阳能集热器应用于大型工程更有优势。因此,从太阳能集能器的发展趋势来看,平板式太阳能热水器具有巨大的发展潜力,

[0005] 平板集热器成本过高的主要原因在于目前的平板集热器大多采用价格高昂的铜板或铝板材料,而且大都需要采用超声波点焊或高频焊接将金属水管焊接到集热器板材上,从而造成成本进一步地提升。

[0006] 此外,目前的平板集热器盖板玻璃与吸收板芯之间直接是大气互通,这样就不可避免有对流导热,从而在整块盖板上大面积散热,保温性能较差,造成集热器热集热效率的下降。同时,不同于真空管集热器,目前常见的平板集热器本身并不具备防冻功能,严寒的冬天使用时易造成集热器中水的冻结,不仅影响了集热器的正常运转,而且一旦水管中结冰极易导致集热管的胀裂。

[0007] 由于平板集热器本身并不具备智能防冻防过热特性,因此,目前平板集热器太阳能系统通常采用真空电磁阀抽空输水管道、恒温循环泵定温循环管箱水源或采用防回流排空装置等防冻保温措施。在我国北方及其他冬天较寒冷的国家和地区,为保障在气温低于 0℃ 以下时热水器正常使用,通常采取对输水管道配备电伴热带通电保温、装用真空电磁阀抽空输水管道、采用恒温循环泵定温循环管箱水源或采用防回流排空装置等防冻保温措施,否则太阳能热水器将“冬眠”无法使用。这些借助外力对输水管路“防冻”成为现阶段平板太阳能热水器必不可少的辅助配置,但这一方面造成了系统的复杂化和维护的困难化,

另一方面更重要的是又造成了成本的进一步增加。而在炎热的夏天,目前的平板集热器结构万一遇到停水的状况,会使得集热器处于空晒状态,造成集热器系统过热,一些零部件受损,严重缩短了集热器的使用寿命。

发明内容

[0008] 针对现有平板太阳能集热器技术和产品的不足,本发明公开了一种低成本智能防过热塑料平板太阳能集热器,具体是指一种盖板与吸热板芯之间采用了智能可控的中空结构的低热损失、可防止空晒造成系统过热的低成本、轻巧型塑料平板太阳能集热器。

[0009] 为了提高太阳能集热器的效率,有效的办法是在保持最大限度地采集太阳能的同时尽可能减小其对流和辐射热损失。而在空晒造成系统过热时,为了降低系统温度,有效的办法是增加系统与外界环境的热对流。

[0010] 因此,本发明提出一种采用集热板与水管一体化的带管道的耐高温导热塑料基板替代了传统平板集热器使用的金属基板与金属管道,既降低了集热器的成本、减轻了重量,又增大了吸热板芯与工作介质流体的接触面积。同时,塑料伸缩性好,不存在夏天炸管,冬天冻裂等问题,提高了集热器安全系数。更重要的是,本发明的集热器在透明盖板和吸热板芯之间采用了中空设计,可实现智能抽空或充气,抽真空时可以显著降低集热器上表面的热损失,提高集热效率;充气时可以迅速降低集热器温度,防止因突然停水引起集热器空烧造成的损伤甚至损坏,该功能可以通过设置使用温度范围来实现,起到智能调节与自动保护的作用。

[0011] 本发明的平板太阳能集热器具体结构见附图 1。

[0012] 最上层是透明盖板 1,其材质是透明玻璃或透明塑料,可以是钢化玻璃、浮法玻璃、中空玻璃、防弹玻璃、玻璃增强塑料(FRP)、透光率 92% 的有机玻璃(PMMA)以及聚碳酸酯(PC),厚度在 2 ~ 20mm ;

[0013] 在透明盖板下表面采用透明胶水粘一层透明玻璃珠 2 作为玻璃盖板与吸热板芯间中空层的间隔支撑物,透明玻璃珠的直径在 0.5mm ~ 2mm ;

[0014] 采用密封胶条 6 将中空层两端边框密封起来,所述的密封胶条是具有弹性的材料,以防止位于中空层两侧的玻璃与塑料热膨胀系数不同造成中空层漏气 ;

[0015] 在中空层 3 两端分别使用价格低廉的抽气薄膜泵 4 和充气泵 5,这两个泵均带有自动控制器,并且与水泵 11 所带的温度传感器相连,通过温度传感器控制自动控制器,以控制泵的通断。其中,通过薄膜泵对中空层进行抽真空,通过充气泵对中空层进行充气。对于小面积集热器,采用微型薄膜泵和充气泵即可。对于大面积集热器,如屋顶或墙板,只需要统一采用一个薄膜泵和一个充气泵即可,这样维护简单方便,成本仍然可以维持较低 ;

[0016] 中空层的下层是镀有太阳能选择性吸收涂层 7 的带管道的耐高温导热塑料基板 8,其基板材质是耐高温导热塑料,在塑料基板的上表面镀有选择性吸收涂层,在塑料板中间是中空的管道。其中,耐高温导热塑料比铝材轻 40-50%,导热性从 $1\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})^{-1}$ 到 $20\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})^{-1}$ 以上,某些品级可达 $100\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})^{-1}$ 以上,几乎接近金属,比玻璃真空管式太阳能集热器所使用的硼硅玻璃 3.3 的导热系数 $1.2\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})^{-1}$ 还要好。由于塑料改性比较容易,成本低廉,可以采用能耐 200℃ 持续高温的 PPA (聚邻苯二甲酰胺)、PA 高导热复合塑料(导热系数 :5 ~ $15\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})^{-1}$)、可在 200 ~ 240℃ 下长期使用的 PPS 基材改性塑料、液晶聚合物

LCP、工作温度在-196度到300度的铁氟龙、工作温度在350℃以上的聚酰亚胺(PI)等工程塑料;在塑料板中是直接以模具做出的中空管道,相比与传统平板集热器采用超声点焊铜管与吸热板芯的方式,本方法中工作介质与吸热板芯间的热传导接触面积更大更充分,成本大大降低。同时由于塑料在负荷下的耐蠕变性好,硬度高,耐磨性高,耐化学腐蚀性好,因此很适合做管道;

[0017] 耐高温导热塑料基板8的管道中,充有工作介质9,所述的工作介质9是导热流体,可以是水、防冻液或油类;

[0018] 塑料基板上表面镀制有太阳能选择性吸收涂层7,其材料是由底层金属薄膜和吸收薄膜组成。其中,金属薄膜是具有红外高反射率的材料,如铜、铝、银、镍;吸收薄膜对太阳光高吸收的材料,如黑铬(CrO_x)、黑镍(NiS-ZnS)、黑钴(CoO_x)、黑铜(CuO_x)、 NiCrN 、 NiO_x 、 CrN_xO_y 、 TiN_xO_y 、 AlN_xO_y 、 AlCuFe 、 AlN-A 、 TiAlN 、 TiAlN_xO_y 、 TiSiN 或 Fe_3O_4 。所述的太阳能选择性吸收涂层吸收率可达96%以上,发射率低于4%,光热利用率高;

[0019] 在塑料板的下方是保温层10,选用热导率小,不易变形或挥发,不产生有毒气体的材料,通常要求热导率不大于 $0.06\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})^{-1}$ 。可选用的材料有:岩棉、玻璃棉、聚氨酯、聚苯乙烯、气凝胶或酚醛泡沫。可根据工作温度选用合适的隔热材料。

[0020] 水泵11与集热器管道相连,带有温度传感器和自动控制器,并与抽气薄膜泵4和充气泵5的自动控制器相连,以控制集热器中工作介质的流速及温度。

[0021] 整个集热器由边框12固定一体,边框材料可以选用铝合金,也可以采用高强度工程塑料,如,PBT加玻纤,尼龙加玻纤,PPS加玻纤,PP0加玻纤等。

[0022] 本发明的低成本、智能、低热损失、可防止空晒造成系统过热的塑料平板太阳能集热器工作原理如下:

[0023] 根据集热器的实际使用需求,可以自行设置集热器的使用温度。在普通光照和冬天低温下,当集热器中工作介质的温度低于使用温度时,水泵所带的温度传感器将信号传给抽气薄膜泵的自动控制器,使其自动启动,将中空层抽为真空以减小对流热损失,提高集热效率,从而提升温度;同时,在严寒的冬季真空的中空层也隔绝了集热器与外界的热对流,防止外界低温将集热器中的水冻结,从而使平板集热器本身具有了防冻功能。此外,在平板集热器与建筑一体化用作屋顶、墙板时,将中空层抽为真空,集热器还具有隔噪音效果。

[0024] 在夏季高温炙热太阳光照下,若出现停水的情况,集热器将成为空晒状态。这时,当集热器温度高于使用温度时,水泵所带的温度传感器将信号传给抽气薄膜泵和充气泵的自动控制器,将两泵同时自动启动,使中空层变为空气流通层,这样就大大增加了吸热板芯上表面的热对流,将热量散发出去,从而降低了集热器系统的温度,大大延长了集热器的使用寿命。

[0025] 这样,本发明的平板集热器就具备了智能调控作用。

[0026] 本发明的平板集热器具有以下优点:

[0027] 1、采用集热板与水管一体化的塑料基板,大大降低了集热器成本,也减小了集热器的重量;

[0028] 2、采用可智能抽真空的中空结构,降低了系统的热损失,同时冬天还可防冻;与建筑一体化用作屋顶、墙板时还具有隔噪音效果;

[0029] 3、采用可智能充气中空结构增加对流导热，可防止夏天停水时集热器空晒造成系统过热受损；

[0030] 4、塑料伸缩性好，不存在夏天炸管，冬天冻裂等问题，安全性高；

[0031] 5、系统使用寿命长，维护成本低。

附图说明

[0032] 附图1 本发明所公开的一种低成本智能防过热塑料平板太阳能集热器结构示意图；附图1中标号为：1、透明盖板；2、透明玻璃珠；3、中空层；4、薄膜抽气泵；5、充气泵；6、密封胶条；7、选择性吸收涂层；8、耐高温导热塑料；9、工作介质；10、保温层；11、水泵；12、边框。

[0033] 附图2 中空层透明盖板与玻璃珠的俯视图；附图2中标号为：1、透明盖板；2、透明玻璃珠。

具体实施方式

[0034] 为使本发明的内容、技术方案和优点更加清楚明白，以下结合具体实施例进一步阐述本发明，这些实施例仅用于说明本发明，但本发明不仅仅限于以下实施例。下面结合附图对本发明的具体实施方式作详细说明：

[0035] 实施例1：全塑料智能防过热的低成本塑料平板太阳能集热器

[0036] 本实施例的平板太阳能集热器具体结构见附图1。

[0037] 最上层是聚碳酸酯(PC)盖板，厚度为3mm；

[0038] 在盖板下表面采用透明胶水粘一层透明玻璃珠作为玻璃盖板与吸热板芯间中空层的间隔支撑物，玻璃珠的直径在2mm；

[0039] 中空层的下层是吸热板芯，其基板材质是工作温度在-196度到300度的铁氟龙，厚度为40mm；

[0040] 在塑料基板的上表面镀有金属铜薄膜及TiAlN吸收膜组成的太阳能选择性吸收涂层，其吸收率大于96%，发射率低于3%；

[0041] 在塑料板中间是直接以模具做出的中空水管道，相比与传统平板集热器采用超声点焊铜管与吸热板芯的方式，本方法中水与吸热板芯间的热传导接触面积更大更充分，成本大大降低。同时由于塑料在负荷下的耐蠕变性好，硬度高，耐磨性高，耐化学腐蚀性好，因此很适合做流体管道。

[0042] 采用丁基胶作为密封胶条将中空层两端边框密封起来。

[0043] 在中空层两端分别使用价格低廉的抽气薄膜泵和充气泵，这两个泵均带有自动控制器，并于水泵所带的温度传感器相连，通过温度传感器控制自动控制器，以控制泵的通断。其中，通过薄膜泵对中空层进行抽真空，通过充气泵对中空层进行充气。对于小面积集热器，采用微型薄膜泵和充气泵即可。对于大面积集热器，如屋顶或墙板，只需要采用一个薄膜泵和一个充气泵即可，这样成本仍然较低。

[0044] 在集热器外，有带温度传感器和自动控制器的抽水泵与塑料管道相连，以控制集热器中的工作介质流速及温度。

[0045] 在塑料板的下方是隔热保温层，选用热导率小，不易变形或挥发，不产生有毒气体

的酚醛泡沫。

[0046] 整个集热器由边框固定一体,边框材料选用可加工的高强度工程塑料尼龙加玻纤。

[0047] 本实施例的特点在于采用了全塑料材料,轻巧耐用,成本低廉。

[0048] 实施例 2:玻璃盖板、铝合金边框的低成本智能防过热塑料平板太阳能集热器。

[0049] 本实施例的平板太阳能集热器具体结构见附图 1。

[0050] 最上层是钢化玻璃盖板,厚度为 5mm;

[0051] 在玻璃盖板下表面采用透明胶水粘一层透明玻璃珠作为玻璃盖板与吸热板芯间中空层的间隔支撑物,玻璃珠的直径在 1mm;

[0052] 中空层的下层是吸热板芯,其基板材质是可在 200 ~ 240℃下长期使用的 PPS 基材改性耐高温导热塑料,导热系数在 $5\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})^{-1}$,厚度为 50mm;

[0053] 在塑料基板的上表面镀有金属铜薄膜及 TiN_xO_y 吸收膜组成的太阳能选择性吸收涂层,其吸收率在 96%,发射率在 4%;

[0054] 在塑料板中间是直接以模具做出的中空水管道,相比与传统平板集热器采用超声点焊铜管与吸热板芯的方式,本方法中水与吸热板芯间的热传导接触面积更大更充分,成本大大降低。同时由于塑料在负荷下的耐蠕变性好,硬度高,耐磨性高,耐化学腐蚀性好,因此很适合做流体管道。

[0055] 采用丁基胶作为密封胶条将中空层两端边框密封起来。

[0056] 在中空层两端分别使用价格低廉的抽气薄膜泵和充气泵,这两个泵均带有自动控制器,并于水泵所带的温度传感器相连,通过温度传感器控制自动控制器,以控制泵的通断。其中,通过薄膜泵对中空层进行抽真空,通过充气泵对中空层进行充气。对于小面积集热器,采用微型薄膜泵和充气泵即可。对于大面积集热器,如屋顶或墙板,只需要采用一个薄膜泵和一个充气泵即可,这样成本仍然较低。

[0057] 在集热器外,有带温度传感器和自动控制器的抽水泵与塑料管道相连,以控制集热器中的工作介质流速及温度。

[0058] 在塑料板的下方是隔热保温层,选用热导率小成本低的聚苯乙烯。

[0059] 整个集热器由边框固定为一体,边框材料选用铝合金。

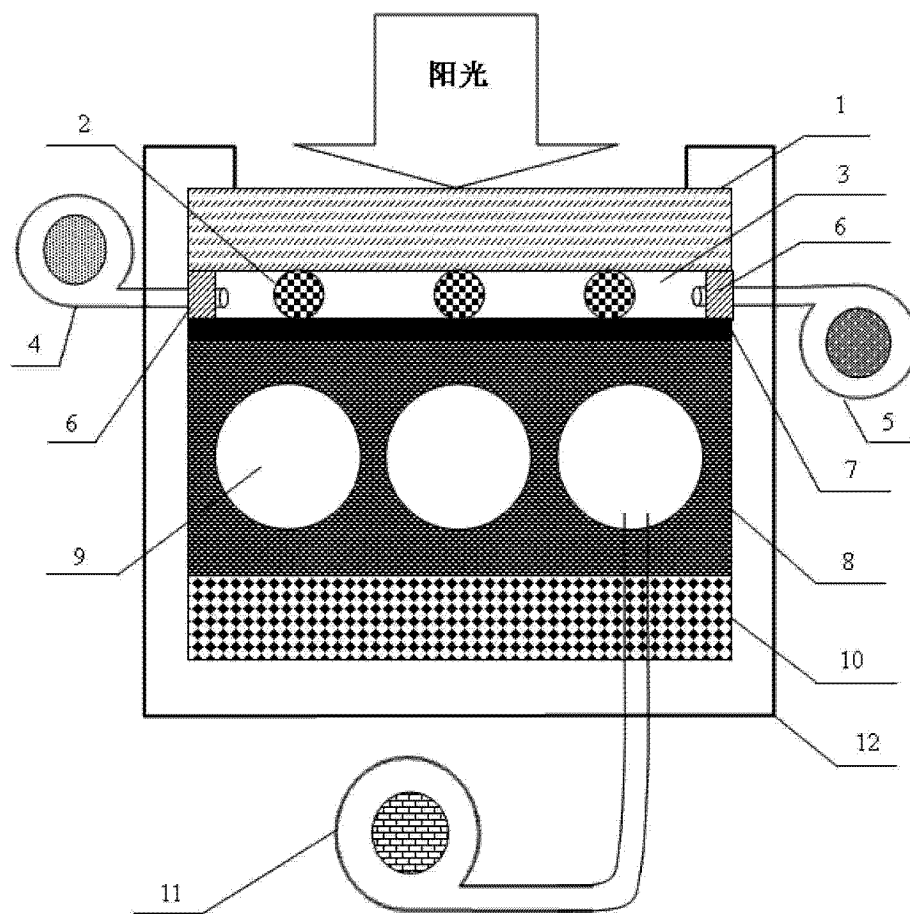


图 1

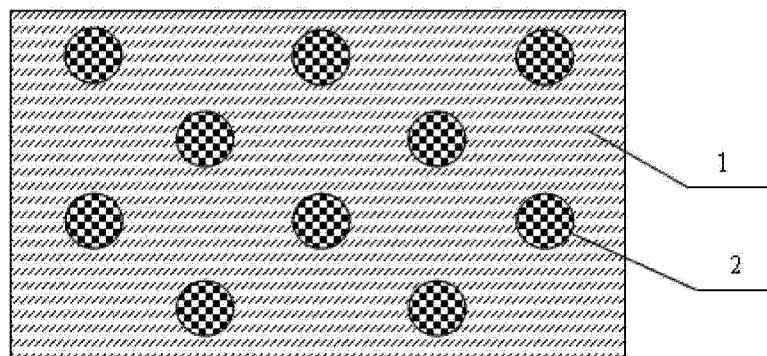


图 2