(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102646742 A
(43)申请公布日 2012.08.22

(21)申请号 201210125709.5
(22)申请日 2012.04.26
(71)申请人 中南大学
地址 410083 湖南省长沙市岳麓区麓山南路932号
(72)发明人 刘仙萍 廖胜明 李红民 饶政华
(74)专利代理机构 长沙市融智专利事务所 43114
代理人 邓建辉
(51)Int.Cl.
H01L 31/052(2006.01)
H01L 31/058(2006.01)
H01L 31/048(2006.01)
F28D 15/02(2006.01)

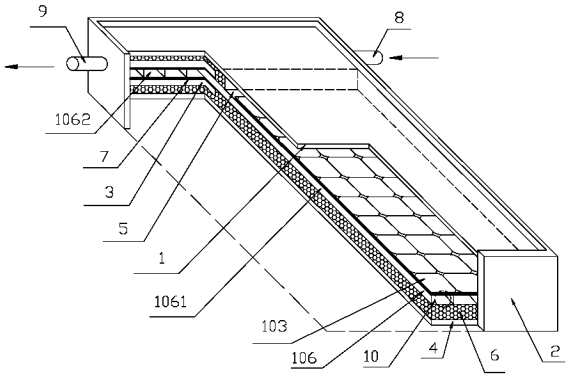
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54)发明名称

平板热管太阳能光伏光热复合集热器及其制作工艺

(57)摘要

本发明公开了一种平板热管太阳能光伏光热复合集热器及其制作工艺，从顶层到底层依次分别为玻璃顶盖板(1)、空气间层(5)、光伏光热复合组件(10)、与所述的光伏光热复合组件(10)粘合连接的绝热层(6)与防护背板(4)；所述的光伏光热复合组件(10)由平板热管蒸发段1061与光伏电池103通过层压工艺高度集成，冷凝段(1062)通过套筒(7)与集热换热器(3)连接；所有部件都固定在框架(2)内，在所述的框架(2)的侧面设有分别连接至所述的集热换热器(3)的循环水入口接管(8)和循环水出口接管(9)。本发明是一种能大大降低光伏电池温度，并使光伏电池冷却效果更快速、均匀，输出电能的同时能输出热水，使太阳能综合利用效率大幅度增加的平板热管太阳能光伏光热复合集热器。其制作工艺简单且高效可行。



CN 102646742 A

1. 一种平板热管太阳能光伏光热复合集热器，其特征是：从顶层到底层依次分别为玻璃顶盖板 (1)、空气间层 (5)、光伏光热复合组件 (10)、与所述的光伏光热复合组件 (10) 粘合连接的绝热层 (6) 与防护背板 (4)；所述的光伏光热复合组件 (10) 的冷凝段 (1062) 通过套筒 (7) 与集热换热器 (3) 连接，所有部件都固定在框架 (2) 内，在所述的框架 (2) 的侧面设有分别连接至所述的集热换热器 (3) 的循环水入口接管 (8) 和循环水出口接管 (9)。

2. 根据权利要求 1 所述的平板热管太阳能光伏光热复合集热器，其特征是：所述的光伏光热复合组件 (10)，包括光伏电池封装玻璃 (101)、光伏电池 (103)、表面阳极处理的平板热管 (106)、光伏电池封装玻璃 (101) 与光伏电池 (103) 之间的第一层粘接聚合物 EVA(102)、光伏电池 (103) 与光伏电池背板膜 TPT(104) 之间的第二层粘接聚合物 EVA(1022)、光伏电池背板膜 TPT(104) 与经过阳极绝缘处理的平板热管 (106) 的蒸发段 (1061) 之间的第三层粘接聚合物 EVA(1023)，各叠层采用热压层压的工艺进行粘合连接。

3. 根据权利要求 2 所述的平板热管太阳能光伏光热复合集热器，其特征是：所述的平板热管 (106)，至少与所述的光伏电池 (103) 接触的表面需要进行阳极绝缘处理，保证良好的电绝缘性能和耐蚀性。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的平板热管太阳能光伏光热复合集热器，其特征是：所述平板热管 (106) 内结构为单排若干个独立的热管并列，独立热管内截面形状为矩形或者椭圆形或者标准圆形，或者其他异形，所述的平板热管 (106) 的上下外表面均为平面，热管内充注起相变传热的流动的工质。

5. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的平板热管太阳能光伏光热复合集热器，其特征是：所述的套筒 (7) 为一端封闭，一端开口，所述的套筒 (7) 与所述的集热换热器 (3) 加以固定，固定方式通过胀管或焊接形式；所述的光伏光热复合组件 (10) 的冷凝段 (1062) 从所述的套筒 (7) 的开口端插入所述的套筒 (7)，与所述的套筒 (7) 紧套连接。

6. 根据权利要求 2 或 3 所述的平板热管太阳能光伏光热复合集热器，其特征是：所述的平板热管 (106) 为重力热管或者毛细热管；当为重力热管时，热管的冷凝段位置必须高于热管的蒸发段位置。

7. 根据权利要求 2 或 3 所述的平板热管太阳能光伏光热复合集热器，其特征是：所述的光伏电池 (103) 为单晶硅电池或多晶硅电池；电池为若干个，均布于集热器表面。

8. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的平板热管太阳能光伏光热复合集热器，其特征是：所述的光伏电池背板膜 TPT(104) 的双面进行表面处理，增强与 EVA1022、EVA1023 的粘合强度。

9. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的平板热管太阳能光伏光热复合集热器，其特征是：所述玻璃顶盖板 (1) 为钢化低铁太阳能玻璃，厚度 3 ～ 3.2mm，涂有减反射涂层，所述的玻璃顶盖板 (1) 与所述的光伏光热复合组件 (10) 上表面之间的空气间层 5 厚度为 20 ～ 30mm；所述的玻璃顶盖板 (1) 与所述的框架 (2) 之间连接处用密封圈密封；所述的绝热层 6 采用酚醛泡沫保温材料，厚度 20 ～ 40mm；所述的防护背板 (4) 的材料采用铝板或者镀锌钢板。

10. 制作根据权利要求 1 所述的平板热管太阳能光伏光热复合集热器的工艺，其特征是：包括以下步骤：

1) 将平板热管至少一个平面进行表面阳极绝缘处理，保证良好的电绝缘性能和耐蚀性；

2) 根据使用需求将光伏电池串、并联焊接好并检查排除短路与断路；将裁制好尺寸的EVA、TPT 膜，按照光伏电池封装玻璃 -EVA- 光伏电池 -EVA-TPT-EVA- 平板热管阳极绝缘处理表面的顺序层叠好，放入中空层压机，设置工作温度和抽气、层压时间，将光伏光热复合组件层压成型；固化冷却；

3) 对步骤 2) 所得的光伏光热复合组件进行发电性能检测与电绝缘性能测试；

4) 将集热换热器与套筒加以固定，固定方式可以通过胀管、焊接等形式，以形成比较严密的密封；然后将步骤 2) 所得的光伏光热复合组件的平板热管冷凝段插入套筒；套筒与平板热管冷凝段之间形成的套环的间隙内填充导热性能良好的润滑脂类物质；套筒与平板热管冷凝段之间形成的套环用密封圈加以密封；集热换热器焊接安装循环水入口和出口接管；

5) 将步骤 4) 所得的光伏光热复合组件与集热换热器连接件装入预制成型的酚醛泡沫保温复合板；

6) 将步骤 5) 所得构件与集热器安装框架连接，安装接线盒；最后在集热器安装框架的顶层安装玻璃顶盖板。

平板热管太阳能光伏光热复合集热器及其制作工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及一种太阳能集热器，具体涉及一种平板热管太阳能光伏光热复合集热器，本发明还涉及该平板热管太阳能光伏光热复合集热器的制作工艺。

背景技术

[0002] 目前制约太阳能产业发展的重要因素是太阳能利用效率低，成本高，因此，提高光伏电池发电效率和热利用转化效率，降低太阳能光热与光伏发电成本是当今太阳能研究的热点。由于光伏电池光电转换效率低，约80％的入射太阳能被转换成为热能而散失，有效利用光伏电池工作过程中产生的热能的光伏光热（PV/T）综合利用技术已经引起国内外的关注。太阳能光伏光热（PV/T）系统基本上都是采用空气或者水作为光伏电池的冷却介质，采用自然循环或者强制循环的模式获取热能，同时降低光伏电池温度，提高光伏电池的光电性能。因此，PV/T 系统的太阳能综合利用效率远高于单独的光伏或者光热系统；并且与独立的光伏系统和光热系统相比，单位面积的 PV/T 系统的成本低于单位面积的光伏系统和光热系统之和，同时节约安装成本，缩短投资回收期。

[0003] 采用液体作为冷却介质的 PV/T 综合利用技术的研发成果中，已经公布的相关专利，如 CN101106167B：光伏光热（PV/T）集热器，直接以水作为光伏电池的冷却介质，热启动速度慢，热瞬时效率不高，并且高纬度寒冷地带容易出现结冰，从而影响正常使用；此外，由于水直接进入集热板内部，容易造成集热板结垢和腐蚀，从而降低传热性能和降低使用寿命；此外，该专利采用紧固板连接吸热铜管与吸热板芯，接触热阻大，热传输能力不强。

[0004] 已公布的专利 CN1944911A：复合光复热水建筑一体化构件及其制作工艺，直接采用水作为冷却介质进入集热板内部，存在与专利 CN101106167B 同样的弊端；此外，光伏组件与吸热板之间采用涂硅胶的方式连接，容易出现气泡，增大接触热阻，使光伏组件与吸热板之间的传热性能下降，从而使光伏组件的降温效果大大降低；另外，制作工艺集成度不高，不能实现模块化生产。

[0005] 已公布的专利 CN102052782A：一种热管式太阳能光电光热综合利用系统，光伏 / 热水板采用管板式结构的热管，热管的传热性能受到与之相连的导热金属板的肋效率制约；并且光伏电池的降温效果不均匀，容易造成局部热点；光伏电池片的排列间距受到严格限制，降低集热器的面积利用率；此外，管板式的热管结构，导热金属板与光伏电池之间的连接集成度不高，接触热阻大。

[0006] 因此，仍然需要开发光电与光热转换效率高，光伏与光热组件容易集成，实现光伏光热复合组件模块化生产，并且容易制作和安装，生产成本低的 PV/T 集热器。

发明内容

[0007] 本发明所要解决的第一个技术问题是提出一种能大大降低光伏电池温度，并使光伏电池冷却效果更快速、均匀，输出电能的同时能输出热水，使太阳能综合利用效率大幅度增加的平板热管太阳能光伏光热复合集热器。

[0008] 本发明所要解决的第二个技术问题是提供一种实现该平板热管太阳能光伏光热复合集热器的模块化生产，使光伏与光热组件之间实现高度集成，降低太阳能光伏光热综合利用装置的生产成本的制作工艺。

[0009] 为了解决上述第一个技术问题，本发明提供的平板热管太阳能光伏光热复合集热器，从顶层到底层依次分别为玻璃顶盖板、空气间层、光伏光热复合组件、与光伏光热复合组件粘合连接的绝热层与防护背板；光伏光热复合组件的平板热管冷凝段通过套筒与集热换热器连接，所有部件都固定在框架内，在框架侧面设有分别连接至集热换热器的循环水入口接管和循环水出口接管。

[0010] 所述的光伏光热复合组件，包括光伏电池封装玻璃、光伏电池、表面阳极处理的平板热管、光伏电池封装玻璃与光伏电池之间的第一层粘接聚合物 EVA、光伏电池与光伏电池背板膜 TPT 之间的第二层粘接聚合物 EVA、光伏电池背板膜 TPT 与经过阳极绝缘处理的平板热管的蒸发段之间的第三层粘接聚合物 EVA，各叠层采用热压层压的工艺进行粘合连接。

[0011] 所述的平板热管，至少与光伏电池接触的表面需要进行阳极绝缘处理，保证良好的电绝缘性能和耐蚀性。

[0012] 所述平板热管内结构为单排若干个独立的热管并列，独立热管内截面形状为矩形或者椭圆形或者标准圆形，或者其他异形，特征在于平板热管的上下外表面均为平面。热管内充注起相变传热的流动的工质。热管管材与工作介质选择特征是保证低温或常温使用要求。

[0013] 所述光伏光热复合组件的平板热管冷凝段通过管套插入集热换热器，所述的套筒为一端封闭，一端开口，套筒与集热换热器加以固定，固定方式可以通过胀管、焊接等形式；光伏光热复合组件的热管冷凝段从套筒的开口端插入套筒，与套筒紧套连接。

[0014] 所述的平板热管为重力热管或者毛细热管；当为重力热管时，热管的冷凝段位置必须高于热管的蒸发段位置。

[0015] 所述的光伏电池为单晶硅电池或多晶硅电池；电池为若干个，均布于集热器表面。

[0016] 所述的光伏电池背板膜 TPT，双面进行表面处理，增强与 EVA 的粘合强度。

[0017] 所述玻璃顶盖板为钢化低铁太阳能玻璃，厚度 3 ～ 3.2mm，可以涂有减反射涂层。

[0018] 所述玻璃顶盖板与光伏光热复合组件上表面之间的空气间层厚度为 20 ～ 30mm；玻璃顶盖板与框架之间连接处用密封圈密封，作用是隔热保温并防止水汽，延长电池使用寿命。

[0019] 所述的底层绝热层采用酚醛泡沫保温材料，厚度 20 ～ 40mm。将酚醛泡沫保温材料与防护背板合二为一，制作成酚醛泡沫保温复合板，根据集热器尺寸的需要预制成形。底部防护背板的材料采用铝板或者镀锌钢板等材料，保证集热器的机械强度和绝热防潮需求，厚度更加薄，有利于实现与建筑一体化。

[0020] 为了解决上述第二个技术问题，本发明提供的制作平板热管太阳能光伏光热复合集热器的工艺，包括以下步骤：

[0021] 1) 将平板热管至少一个平面进行表面阳极绝缘处理，保证良好的电绝缘性能和耐蚀性；

[0022] 2) 根据使用需求将光伏电池串、并联焊接好并检查排除短路与断路；将裁制好尺寸的 EVA、TPT 膜，按照光伏电池封装玻璃 -EVA- 光伏电池 -EVA-TPT-EVA- 平板热管阳极绝

缘处理表面的顺序层叠好，放入中空层压机，设置工作温度和抽气、层压时间，将光伏光热复合组件层压成型；固化冷却；

[0023] 3) 对步骤 2) 所得的光伏光热复合组件进行发电性能检测与电绝缘性能测试；

[0024] 4) 将集热换热器与套筒加以固定，固定方式可以通过胀管、焊接等形式，以形成比较严密的密封；然后将步骤 2) 所得的光伏光热复合组件的平板热管冷凝段插入套筒；套筒与平板热管冷凝段之间形成的套环的间隙内填充导热性能良好的润滑脂类物质；套筒与平板热管冷凝段之间形成的套环用密封圈加以密封；集热换热器焊接安装循环水入口和出口接管；

[0025] 5) 将步骤 4) 所得的光伏光热复合组件与集热换热器连接件装入预制成型的酚醛泡沫保温复合板；

[0026] 6) 将步骤 5) 所得构件与集热器安装框架连接，安装接线盒；最后在集热器安装框架的顶层安装玻璃顶盖板。

[0027] 采用上述技术方案的平板热管太阳能光伏光热复合集热器及其制作工艺，与现有技术相比的优点及效果在于：

[0028] 1) 与光伏与光热独立的系统相比，本发明利用太阳能同时发电和供热水；并且光伏电池背面的平板热管蒸发段对光伏电池快速降温，大幅提高光伏电池的发电效率。

[0029] 2) 与板管式结构热管 PV/T 装置相比，本发明采用平板热管的蒸发段与光伏电池高度集成，克服板管式结构热管 PV/T 装置所具有的光伏电池与吸热板之间接触热阻大、光伏电池冷却不均匀、光伏电池存在热点的弊端，使光伏电池冷却效果更快速、均匀，使太阳能综合利用效率大幅度增加。

[0030] 3) 与管板式结构热管 PV/T 装置相比，本发明生产工艺简单且高效可行，实现光伏光热复合组件的模块化生产，降低生产成本。

[0031] 4) 与用水冷却的普通 PV/T 装置相比，本发明平板热管光伏光热复合集热器的平板热管与水箱循环水无接触，无水渗透与结垢，安全性能好；承压，分体安装，平板结构，超薄美观，易于实现建筑一体化。

[0032] 5) 选择合适的热管材料与相变工质对，解决了用水冷却的普通 PV/T 装置在高纬度地区使用结冰的问题，能适应各种气候条件工作的需要。

[0033] 综上所述，本发明将平板热管的蒸发段与光伏电池通过层压工艺高度集成，制作成光伏光热复合组件，能大大降低光伏电池温度，并使光伏电池冷却效果更快速、均匀，输出电能的同时能输出热水，使太阳能综合利用效率大幅度增加。此外，平板热管与光伏电池高度集成，实现光伏光热复合组件的模块化生产，降低太阳能光伏光热综合利用装置的生产成本。

附图说明

[0034] 图 1 为平板热管太阳能光伏光热复合集热器结构主视图。

[0035] 图 2 为图 1 所示集热器的侧视剖示图。

[0036] 图 3 为沿图 1 中 A-A 线的剖示图。

[0037] 图 4 为沿图 1 中 B-B 线的剖示图。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图，通过实施例对本发明作进一步说明。在这些附图中的相同元件或部件由相同的参考数字来表示，而不是为了进行限制。为了叙述和图示简明、清楚起见，本发明有些装置在附图内未予图示，但并不影响包括所属领域普通技术人员在内的相关人员对本发明内容的理解。

[0039] 如图 1 所示为平板热管太阳能光伏光热复合集热器结构主视图。图 2 为图 1 所示集热器的侧视剖示图。

[0040] 参见图 1 和图 2，本发明的平板热管太阳能光伏光热复合集热器包括光伏光热复合组件 10、集热换热器 3、绝热层 6、防护背板 4、玻璃顶盖板 1 和框架 2 ；所述平板热管太阳能光伏光热复合集热器从顶层到底层依次分别为玻璃顶盖板 1、空气间层 5、光伏光热复合组件 10、与光伏光热复合组件 10 粘合连接的绝热层 6 与防护背板 4 ；光伏光热复合组件 10 的平板热管冷凝段 1062 通过套筒 7 与集热换热器 3 连接，所有部件都固定在框架 2 内。在框架 2 侧面有孔洞用于进出口水管和电线（未画出）从框架 2 中进出，进出口水管分别为连接至集热换热器 3 的循环水入口接管 8 和循环水出口接管 9。光伏光热复合组件 10 的细节显示在图 3 中，后面将进一步描述。

[0041] 图 3 所示为沿图 1 中 A-A 向的剖示图。

[0042] 图 3 所示的光伏光热复合组件 10，包括光伏电池封装玻璃 101、光伏电池 103、光伏电池背板膜 TPT104、平板热管 106 ；光伏光热复合组件 10 进一步包括第一层粘接聚合物 EVA102，用于连接电池封装玻璃 101 与光伏电池 103 ；第二层粘接聚合物 EVA1022，用于连接光伏电池 103 与光伏电池背板膜 TPT104 ；第三层粘接聚合物 EVA1023，用于连接光伏电池背板膜 TPT104 与平板热管的蒸发段 1061。平板热管 106 与光伏电池 103 连接的一面做阳极绝缘处理，形成表面阳极处理绝缘层 105，保证良好的电绝缘性能和耐蚀性。光伏电池背板膜 TPT104 需要双面表面处理，增强与 EVA1022、EVA1023 的粘合强度。光伏光热复合组件 10 采用热压层压的工艺一次成型，层压的工艺后面将进一步描述。

[0043] 如图 3 所示，光伏光热复合组件 10 的平板热管冷凝段 1062 通过管套 7 插入集热换热器 3 ；套筒 7 为一端封闭，一端开口，套筒 7 与集热换热器 3 加以固定，固定方式可以通过胀管、焊接等形式，以形成比较严密的密封 ；将平板热管的冷凝段 1062 从套筒 7 的开口端插入套筒 7，与套筒 7 紧套连接。为了保证良好的传热性能，可在套筒 7 与平板热管冷凝段 1062 之间形成的套环的间隙内填充导热性能良好的润滑脂类物质。套筒 7 与平板热管冷凝段 1062 之间形成的套环用密封圈 11 加以密封。

[0044] 图 4 所示是沿图 1 中 B-B 线的剖示图。

[0045] 本实施例中，平板热管 106 内结构为单排若干个独立的热管并列，独立热管内截面形状为矩形。独立热管内截面形状也可以为椭圆形或者标准圆形，或者其他异形，特征在于平板热管的上下外表面均为平面，都属于本发明的保护范围。管内充注起相变传热的流动的工质。热管管材与工作介质选择特征是保证低温或常温使用要求。所述的平板热管 106 为重力热管或者毛细热管 ；当为重力热管时，热管的冷凝段位置必须高于热管的蒸发段位置。

[0046] 本发明的具体工作原理为 ：当太阳光透过平板热管太阳能光伏光热集热器的玻璃顶盖板 1 上时，一部分入射太阳光被光伏光热复合组件 10 所包含的光伏电池 103 转化为电

能，经接线盒（未画出）接入光伏控制系统（未画出）；其余大部分入射太阳能被转化为热能，光伏光热复合组件 10 所包含的平板热管 106 的蒸发段 1061 吸收光伏电池 103 的产热，蒸发段 1061 内的工质吸热蒸发进入集热换热器 3 内的冷凝段 1062 放热，在与集热换热器 3 内的水进行热量交换之后，工质冷凝回流至蒸发段 1061 继续吸热。平板热管 106 内工质反复不断循环，将光伏电池 103 产生的热量快速、不断的传递给集热换热器 3 内的水，集热换热器 3 内获得热量的水通过循环水入口接管 8 与循环水出口接管 9 连接至热水利用系统（未画出）。平板热管太阳能光伏光热集热器实现输出电能的同时输出热水，并且大大提高光伏与光热综合利用效率。

[0047] 本发明的平板热管光伏光热复合集热器制作工艺实施如下：

[0048] 1) 对平板热管 106 进行阳极绝缘处理。将平板热管 106 与光伏电池 103 连接的一面进行阳极绝缘处理，形成绝缘层 105，保证良好的电绝缘性能和耐蚀性。

[0049] 2) 制作光伏光热复合组件 10。根据使用需求将光伏电池 103 串、并联焊接好并检查排除短路与断路，再将裁制好尺寸的 EVA、TPT 膜 104，按照光伏电池封装玻璃 101-EVA102- 光伏电池 103-EVA1022-TPT104-EVA1023- 平板热管阳极绝缘处理表面的顺序层叠好，放入中空层压机，设置工作温度和抽气、层压时间，将光伏光热复合组件的叠层层压成型，固化冷却，得到光伏光热复合组件 10。平板热管 106 与光伏电池封装玻璃 101 能为光伏光热复合组件 10 提供足够的刚度。

[0050] 3) 对光伏光热复合组件 10 进行发电性能检测与电绝缘性能测试。在规定光源的光谱、标准光强以及一定的电池温度（25 度）条件下对光伏光热复合组件 10 的开路电压、短路电流、最大输出功率、伏安特性曲线等进行测量；以 1KV 的直流电通过光伏光热复合组件 10 底板与引出线，测量绝缘电阻，绝缘电阻要求大于 2000MΩ，以确保在应用过程中边框无漏电现象发生。

[0051] 4) 将集热换热器 3 连接到光伏光热复合组件 10。先将套筒 1 与集热换热器 3 固定，套筒 7 为一端封闭，一端开口，将套筒 7 的封闭端伸入集热换热器 3 内，套筒 7 的开口端与集热换热器 3 的壁面加以固定，固定方式可以通过胀管、焊接等形式，以形成比较严密的密封；光伏光热复合组件 10 的平板热管冷凝段 1062 通过管套 7 开口端插入集热换热器 3，与套筒 7 紧套连接。为了保证良好的传热性能，可在套筒 7 与平板热管冷凝段 1062 之间形成的套环的间隙内填充导热性能良好的润滑脂类物质。套筒 7 与平板热管冷凝段 1062 之间形成的套环用密封圈 11 加以密封。集热换热器 3 两侧分别焊接循环水入口接管 8 与循环水出口接管 9。

[0052] 5) 将步骤 4) 所得的由光伏光热复合组件 10、集热换热器 3、循环水入口接管 8 与循环水出口接管 9 所构成的连接件，装入预制成型的酚醛泡沫保温复合板，所述的连接件与酚醛泡沫保温复合板连接的部位涂布粘合胶，通过粘合的方式连接。所述的酚醛泡沫保温复合板，将酚醛泡沫保温材料 6 与集热器的防护背板 4 合二为一，根据集热器尺寸的需要预制成形，底部防护背板 4 材料采用铝板或者镀锌钢板等材料。酚醛泡沫保温复合板能保证集热器机械强度和绝热防潮需求，厚度更加薄，有利于实现平板热管光伏光热复合集热器与建筑一体化。

[0053] 6) 将步骤 5) 所得构件与集热器安装框架 2 连接，连接处用密封胶密封防潮；从安装框架的预留孔安装接线盒；最后在集热器安装框架 2 的顶层安装玻璃顶盖板 1，所述玻璃

顶盖板 1 为钢化低铁太阳能玻璃，厚度 3 ～ 3.2mm，可以涂有减反射涂层，所述玻璃顶盖板 1 与光伏光热复合组件 10 上表面之间的空气间层厚度为 20 ～ 30mm ；玻璃顶盖板与框架之间连接处用密封圈密封，隔热保温并防止水汽，延长电池使用寿命。

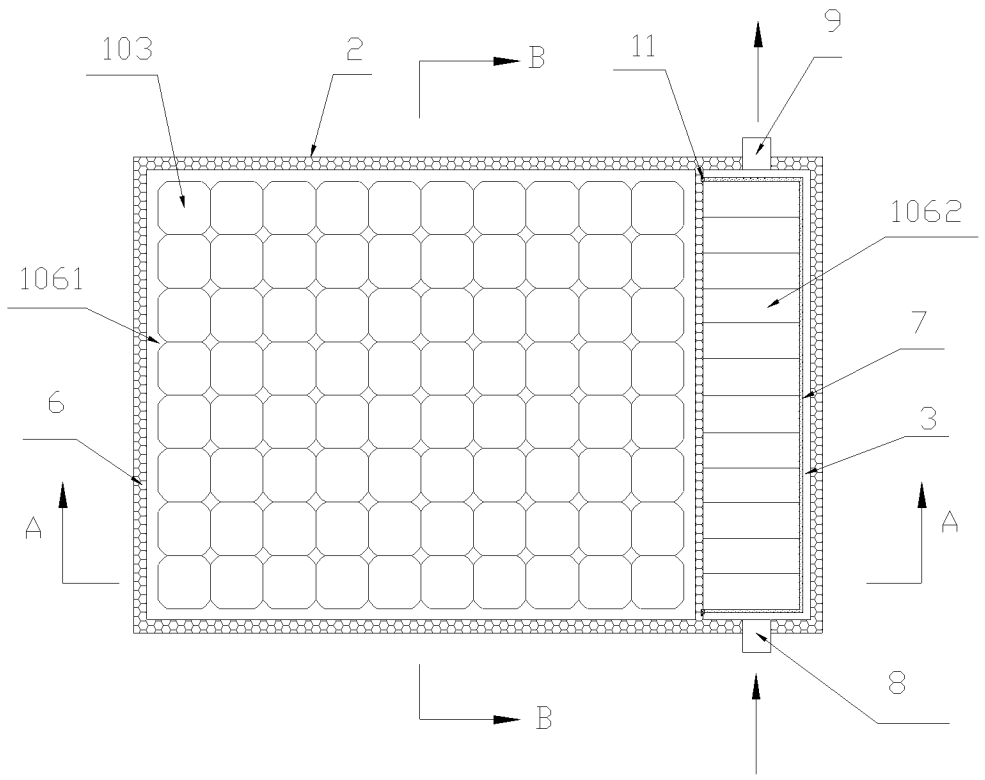


图 1

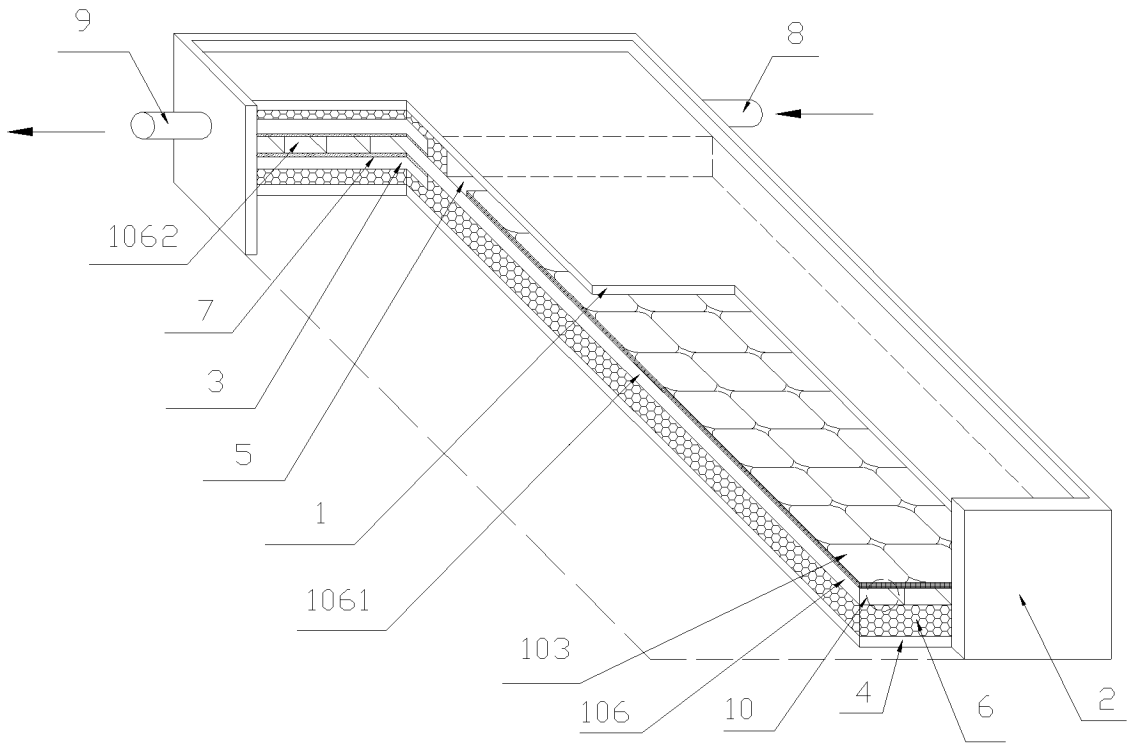


图 2

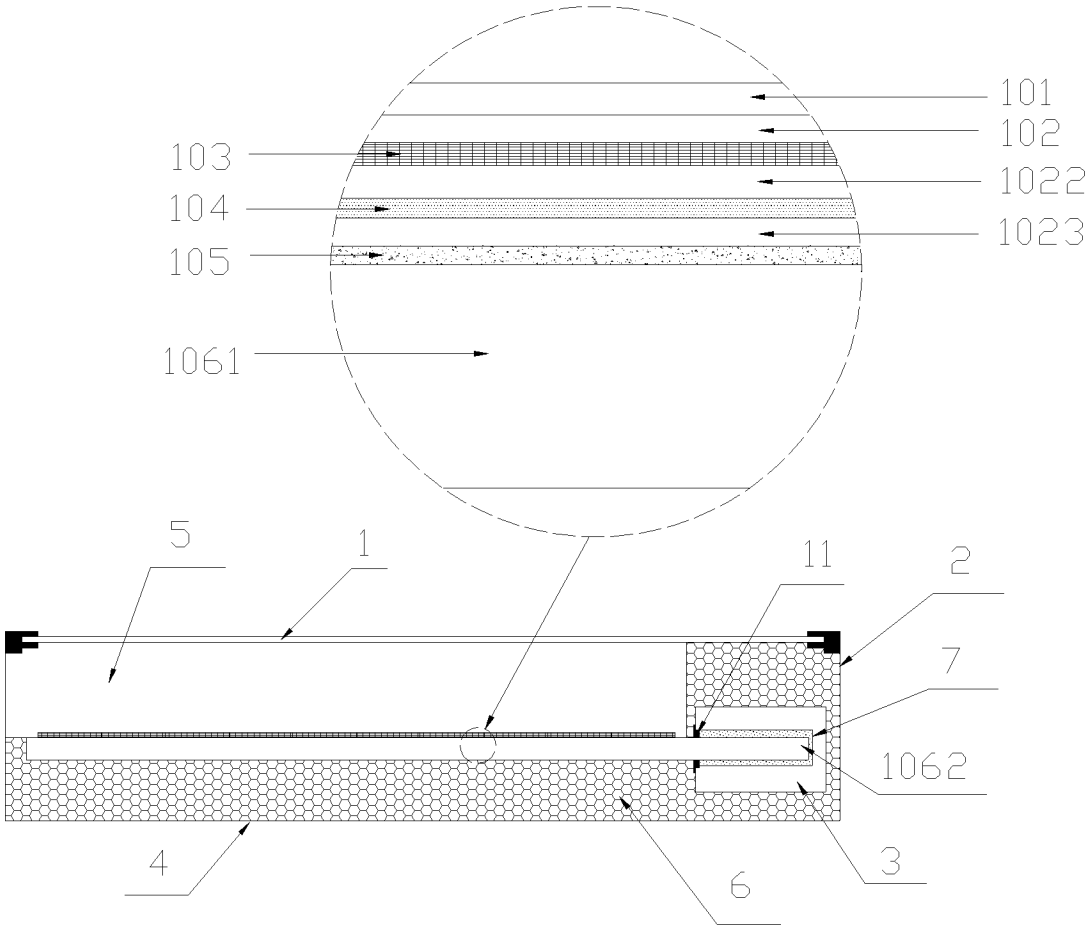

101
102
1022
1023
103
104
105
1061
5
1
11
2
7
1062
4
6
3

图 3

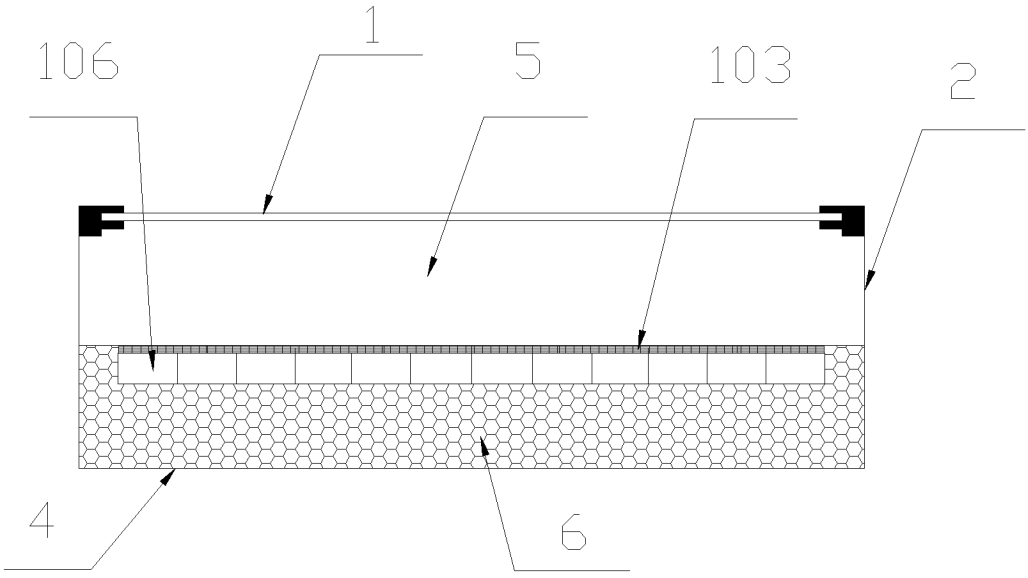

106
1
5
103
2
4
6

图 4