



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104101113 A

(43) 申请公布日 2014. 10. 15

(21) 申请号 201410298252. 7

(22) 申请日 2014. 06. 26

(71) 申请人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路 1239 号

(72) 发明人 安巍 张洁

(74) 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司

31002

代理人 吴林松

(51) Int. Cl.

F24J 2/08 (2006. 01)

F24J 2/38 (2014. 01)

H02S 40/42 (2014. 01)

H02S 40/44 (2014. 01)

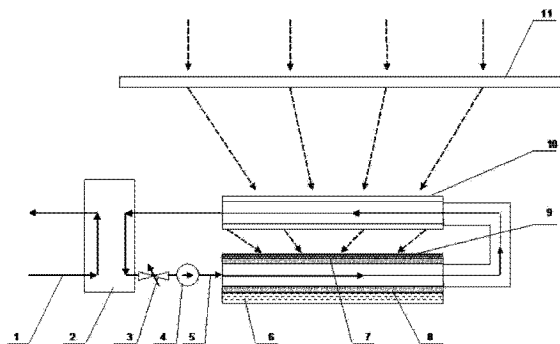
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种太阳能光热光电分频利用系统

(57) 摘要

本发明提出了一种太阳能光热光电分频利用系统,包括聚光单元、光热单元,光电单元以及热量回收单元。其中聚光单元、光热单元和光电单元从上到下依次设置。光热单元和光电单元的内部均具有通道,并通过该通道连通;通道内含有半导体纳米流体,流动方向为从光电单元流向光热单元,以冷却光电单元并在光热单元中对经过的太阳光进行光电和光热的分频。光电单元和光热单元还通过各自内部的通道与热量回收单元连接,以形成回路。本发明能够有效降低光伏电池的工作温度,提高太阳光的光热转换效率、光电转换效率和能源品位,降低成本。



1. 一种太阳能光热光电分频利用系统,包括聚焦太阳光的聚光单元、吸取所述太阳光热能的光热单元,对所述太阳光进行光电转化的光电单元以及热量回收单元,其特征在于:所述聚光单元、光热单元和光电单元从上到下依次设置;

所述光热单元和所述光电单元的内部均具有通道,并通过所述通道连通;所述通道内含有半导体纳米流体,流动方向为从所述光电单元流向所述光热单元,以冷却所述光电单元并在所述光热单元中对经过的太阳光进行光电和光热的分频;

所述光电单元和所述光热单元还通过各自内部的所述通道与所述热量回收单元连接,以形成回路。

2. 根据权利要求1所述的太阳能光热光电分频利用系统,其特征在于:所述半导体纳米流体为非化学计量比 Cu_{2-x}S 半导体纳米流体,其中所述 x 大于0且小于2。

3. 根据权利要求1所述的太阳能光热光电分频利用系统,其特征在于:所述系统还包括太阳能跟踪单元,以检测太阳光方向,并根据所述检测结果控制所述聚光单元、所述光热单元和所述光电单元垂直于所述太阳光方向。

4. 根据权利要求1所述的太阳能光热光电分频利用系统,其特征在于:所述聚光单元为板状的菲涅尔透镜。

5. 根据权利要求1所述的太阳能光热光电分频利用系统,其特征在于:所述光热单元包括圆形管状的石英套管,所述石英套管内部的通道即为所述光热单元内部的通道。

6. 根据权利要求5所述的太阳能光热光电分频利用系统,其特征在于:所述聚光单元的焦点处于所述石英套管的圆心位置。

7. 根据权利要求5所述的太阳能光热光电分频利用系统,其特征在于:所述石英套管在 $300\text{nm} \sim 2500\text{nm}$ 波段具有90%以上的透射率。

8. 根据权利要求1所述的太阳能光热光电分频利用系统,其特征在于:所述光电单元包括方形管状的铝管、通过粘结层粘贴在所述铝管上表面的光伏电池以及包围所述铝管下表面的保温层;所述方形管状的铝管内部的通道即为所述光电单元内部的通道。

9. 根据权利要求8所述的太阳能光热光电分频利用系统,其特征在于:所述光伏电池为晶硅电池板;所述粘结层的导热率为 $4 \sim 5\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

10. 根据权利要求1所述的太阳能光热光电分频利用系统,其特征在于:所述热量回收单元包括通过循环管道依次连接的换热器、流量调节阀和循环泵;所述循环管道一端连接所述光热单元内部的通道,另一端连接所述光电单元内部的通道。

一种太阳能光热光电分频利用系统

技术领域

[0001] 本发明属于太阳能热电联用技术领域,涉及一种太阳能光热光电分频利用系统。

背景技术

[0002] 当今能源紧缺、环境污染成为了困扰了世界各国的重大问题,而太阳能作为一种新型可再生清洁能源受到了越来越多的关注。据计算,太阳辐射到地球的能量高达 4×10^{15} MW,是地球能耗的 2000 倍。因此,开发太阳能资源对解决世界能源环境问题具有重大的现实意义。

[0003] 目前对太阳能的利用主要集中在光热、光电、光化学、光生物转换等。在太阳辐射中,仅有一部分光能够被光伏电池吸收,转化为电能,其余的光能部分,被电池吸收后仅能转化为热。目前,光伏电池的光电转换效率较低,一般仅为 5%~20%,其余的能量被转化为热能,提高了电池板的温度,降低了光电效率。如果能将光伏电池不能利用的热能收集起来,不仅有利于提高光电转化效率,也得到了可以利用的热能。传统的光电光热一体化(PHOTOVOLTAIC/THERMAL,简称 PV/T)复合系统正是基于这一原理,在电池背面布置冷却流体,吸收电池热量。然而,受限于电池的允许温度,采用这种方法仅能获得品位不高的热能。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种太阳能光热光电分频利用系统,以有效提高太阳能总转化效率,获取高品位热能。

[0005] 为了达到上述目的,本发明的解决方案是:

[0006] 一种太阳能光热光电分频利用系统,包括聚焦太阳光的聚光单元、吸取所述太阳光热能的光热单元,对所述太阳光进行光电转化的光电单元以及热量回收单元,所述聚光单元、光热单元和光电单元从上到下依次设置;所述光热单元和所述光电单元的内部均具有通道,并通过所述通道连通;所述通道内含有半导体纳米流体,流动方向为从所述光电单元流向所述光热单元,以冷却所述光电单元并在所述光热单元中对经过的太阳光进行光电和光热的分频;所述光电单元和所述光热单元还通过各自内部的所述通道与所述热量回收单元连接,以形成回路。

[0007] 所述半导体纳米流体为非化学计量比 Cu_{2-x}S 半导体纳米流体,其中所述 x 大于 0 且小于 2。

[0008] 所述系统还包括太阳能跟踪单元,以检测太阳光方向,并根据所述检测结果控制所述聚光单元、所述光热单元和所述光电单元垂直于所述太阳光方向。

[0009] 所述聚光单元为板状的菲涅尔透镜。

[0010] 所述光热单元包括圆形管状的石英套管,所述石英套管内部的通道即为所述光热单元内部的通道。

[0011] 所述聚光单元的焦点处于所述石英套管的圆心位置。

[0012] 所述石英套管在 300nm~2500nm 波段具有 90% 以上的透射率。

[0013] 所述光电单元包括方形管状的铝管、通过粘结层粘贴在所述铝管上表面的光伏电池以及包围所述铝管下表面的保温层；所述方形管状的铝管内部的通道即为所述光电单元内部的通道。

[0014] 所述光伏电池为晶硅电池板；所述粘结层的导热率为 $4 \sim 5\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

[0015] 所述热量回收单元包括通过循环管道依次连接的换热器、流量调节阀和循环泵；所述循环管道一端连接所述光热单元内部的通道，另一端连接所述光电单元内部的通道。

[0016] 由于采用上述方案，本发明的有益效果是：

[0017] 1) 有效提高了光热转换效率。纳米流体流经光电单元不仅对电池片进行了冷却，同时也是进入光热单元前的预热，这有效提高了光热转换效率。

[0018] 2) 有效提高光电转换效率。采用纳米流体选择性地过滤、吸收与光伏电池不匹配的电磁波，避免了这部分电磁波带来的温升，从而提高光伏电池的光电效率。

[0019] 3) 有效控制电池片温度。通过纳米流体吸收光伏电池的热量，对其进行冷却。

[0020] 4) 有效提高能源品位。相比较传统 PV/T 系统，本发明的光热单元温度独立于光电单元温度，光热产物不仅仅是 $40 \sim 50^\circ\text{C}$ 的废热，而是可远高于光伏电池的许用温度，这种中温流体不再是废热，可通过斯特林循环、有机朗肯循环等技术再次转化为电能。

[0021] 5) 有效降低了成本。采用聚光技术能够大幅度减少光伏电池的面积，降低系统成本。

附图说明

[0022] 图 1 是本发明实施例中太阳能光热光电分频利用系统的结构示意图。

[0023] 附图中：1、冷却水；2、换热器；3、流量调节阀；4、循环泵；5、纳米流体；6、保温层；7、粘结层；8、铝管；9、光伏电池；10、石英套管；11、聚光板。

具体实施方式

[0024] 以下结合附图所示实施例对本发明作进一步的说明。

[0025] 本发明提出了一种太阳能光热光电分频利用系统，图 1 为该系统的结构示意图。该系统包括聚光板 11、石英套管 10、光伏电池 9、铝管 8、保温层 6、 Cu_{2-x}S 半导体纳米流体 5、换热器 2、冷却水 1、流量调节阀 3、循环泵 4 及太阳光跟踪仪等。其中， Cu_{2-x}S 半导体纳米流体 5 为非化学计量比半导体纳米流体，其中 x 大于 0 且小于 2。

[0026] 太阳光跟踪仪检测太阳光的方向，并将检测的结果用于辅助调整聚光板 11 的方向，保证聚光板 11 的板面始终与太阳光垂直，从而尽可能多地接收到太阳光的辐射能量。本实施例中，聚光板 11、光伏电池 9 和太阳光跟踪仪接受太阳光辐射的表面三者之间两两平行。聚光板 11 为菲涅尔透镜，用于将太阳光聚焦到该系统中。

[0027] 石英套管 10 按照其圆心与聚光板 11 的焦点重合的方式放置。石英套管 10 在可见光近红外波段即 $300\text{nm} \sim 2500\text{nm}$ 波段具有高通透率（90% 以上的透射率），能够对太阳光起到增透减反的作用，该石英套管 10 为具有内部通道的圆形管道，其内部通道内含有 Cu_{2-x}S 半导体纳米流体 5，该石英管道 10 及其中的 Cu_{2-x}S 半导体纳米流体 5 构成光热单元，吸收部分波段经过其中的太阳光的热量并使得其他波段的太阳光透过。

[0028] 铝管 8 为具有内部通道的方形管道，其内部通道与石英套管 10 的内部通道连通，

因此两者内部通道中的 Cu_{2-x}S 半导体纳米流体 5 也相通,流动方向为从铝管 8 到石英套管 10。光伏电池 9 为晶硅电池板,通过由高导热率(导热率为 $4 \sim 5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$)的粘结剂构成的粘结层 7 粘贴在铝管 8 上表面上,其中高导热率的粘结层 7 能够保证光伏电池 9 的冷却效果均匀良好。此外,铝管 8 的底面上还设置有保温层 6,以进一步防止热量流失,保证光伏电池 9 的热量尽可能多地用于预热铝管 8 中的 Cu_{2-x}S 半导体纳米流体 5。光伏电池 9 和铝管 8 形成光电单元。

[0029] Cu_{2-x}S 半导体纳米流体 5 具有可调制光谱辐射特性,符合光热光电转换匹配要求。石英套管 10 中的 Cu_{2-x}S 半导体纳米流体 5 可以将太阳光中不符合光电转换要求的波段吸收并用于产热,而允许剩余的波段辐射到光伏电池 9 上进行光电转换;而铝管 8 内的 Cu_{2-x}S 半导体纳米流体 5 可以对光伏电池 9 进行冷却。

[0030] 该系统中,聚光板 11、石英套管 10、光伏电池 9、粘结层 7、铝管 8 由上往下(垂直于太阳光方向)依次设置。

[0031] 该系统还包括热量回收单元,该热量回收单元包括换热器 2,换热器 2 的一侧循环管道中的换热介质为冷却水 1,另一侧循环管道的两端分别连通石英套管 10 的内部通道和铝管 8 的内部通道,因此该侧循环管道中的换热介质为 Cu_{2-x}S 半导体纳米流体 5。其流动方向为从石英套管 8 的内部通道流入换热器 2 中,经过换热器 2 后流入铝管 8 的内部通道。如图 1 所示,在换热器 2 与铝管 8 之间通过循环管道还连接有流量调节阀 3 和循环泵 4,流量调节阀 3 控制 Cu_{2-x}S 半导体纳米流体 5 的流量,循环泵 4 为 Cu_{2-x}S 半导体纳米流体 5 提供动力,保证其沿着上述流动方向流动。从石英套管 8 中流出的 Cu_{2-x}S 半导体纳米流体 5 温度较高,其在换热器 2 中与冷却水 1 进行热交换,被冷却水 1 冷却,冷却后的 Cu_{2-x}S 半导体纳米流体 5 被送入到铝管 8 中。

[0032] 该系统运行时,太阳光经聚光板 11 聚集到该系统上,首先经过通有 Cu_{2-x}S 半导体纳米流体 5 的石英套管 10。由于波长处于 300nm 到 1050nm 之间的太阳光可以被光伏电池有效地转化为电能,而波长大于 1200nm 的电磁波无法在晶硅中产生光伏作用,同时本发明中 Cu_{2-x}S 半导体纳米流体 5 对 300nm 至 1050nm 波段的太阳光具有高透射特性,而对小于 300nm 或大于 1050nm 的其他波段的太阳光具有强烈的吸收作用,对提高太阳能利用率和所获得的能源品位具有突出的贡献。因此,石英套管 10 中的 Cu_{2-x}S 半导体纳米流体 5 可将太阳光中不符合光电转换要求的波段吸收掉用于产热,剩余的波段辐射到光伏电池 9 上进行光电转换。

[0033] 由于从换热器 2 送入到铝管 8 中的 Cu_{2-x}S 半导体纳米流体 5 温度较低,能够对光伏电池 9 进行冷却;同时,由于光伏电池 9 与铝管 8 之间的粘结层 7 具有高导热率,因此 Cu_{2-x}S 半导体纳米流体 5 对光伏电池 9 的冷却效果均匀且明显。在对光伏电池 9 冷却的同时,铝管 8 中的 Cu_{2-x}S 半导体纳米流体 5 由于吸收光伏电池 9 的热量而被加热,随后流入石英套管 10 中。因此,光电单元的冷却成为了光热单元的预热。 Cu_{2-x}S 半导体纳米流体 5 在石英套管 10 中被进一步加热得到高温热,之后进入换热器 2 中,在换热器 2 中与冷却水 1 换热后再次流入循环管路中。

[0034] 本发明在已有研究的基础上,采用了一种具有可调制光谱特性的非化学计量比半导体纳米流体作为传热载体和太阳辐射的过滤分频流体。太阳光辐射经过该流体过滤后,不能转化为电能的光谱部分被首先吸收,转变为热能,而能够有效转变为电能的辐射透过

该流体到达光伏电池,转化为电能。由于可以实现太阳能从光谱分布上的分离,使光电与光热在光谱上能够进行调节匹配;同时实现了将光电单元的冷却转化成光热单元的预热,因此该系统不仅降低了光伏电池温度,提高光电转换效率,同时也可以获得温度较高的高品位的可用热能,提高了太阳能的总转化率。该系统产生的电能可以直接向外界输送;同时,该系统能够产生较高品位的热能,因此也可以通过斯特林循环或有机朗肯循环等技术进行发电。

[0035] 上述的对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能理解和应用本发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改,并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此,本发明不限于这里的实施例,本领域技术人员根据本发明的揭示,不脱离本发明范畴所做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

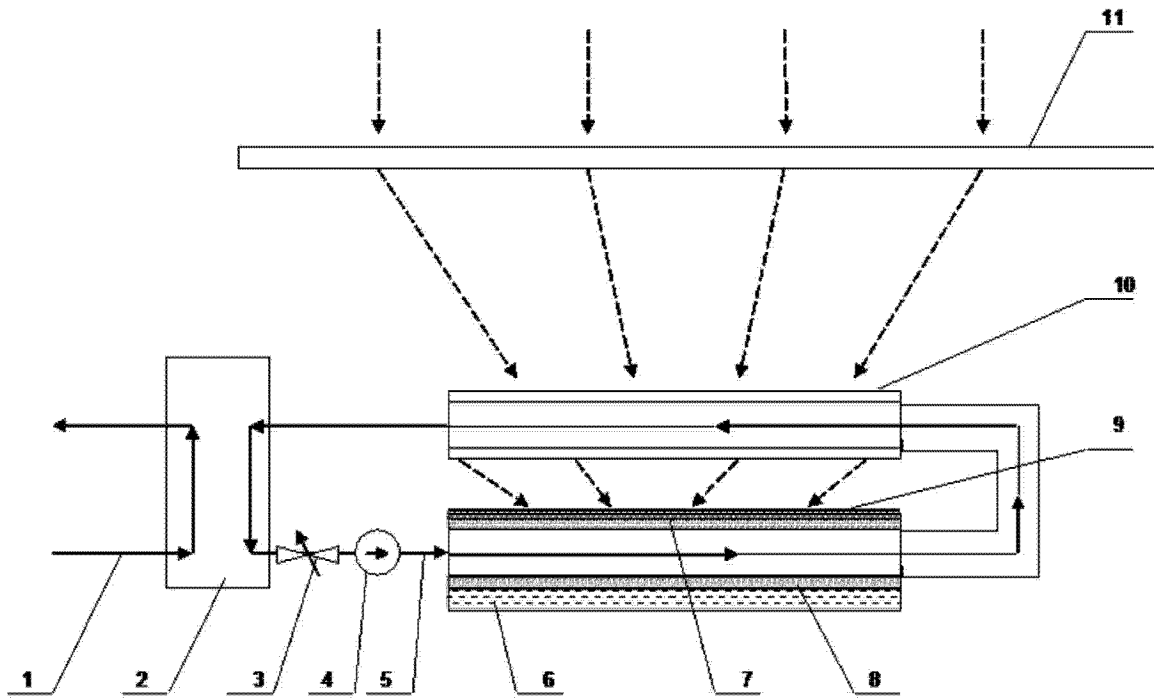


图 1