



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106940093 B

(45) 授权公告日 2023. 02. 07

(21) 申请号 201710242161.5

F24S 10/40 (2018.01)

(22) 申请日 2017.04.12

F24S 10/70 (2018.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

F24S 50/40 (2018.01)

申请公布号 CN 106940093 A

F03G 6/06 (2006.01)

(43) 申请公布日 2017.07.11

(56) 对比文件

(73) 专利权人 北京态金科技有限公司

US 2016281689 A1, 2016.09.29

地址 100049 北京市石景山区石景山路3号
玉泉大厦9层

CN 106438237 A, 2017.02.22

(72) 发明人 郭瑞 闫彪 贾丽 甄华斌

CN 106438237 A, 2017.02.22

(74) 专利代理机构 北京金讯知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 11554

CN 105091356 A, 2015.11.25

专利代理师 黄剑飞

CN 103900271 A, 2014.07.02

(51) Int. Cl.

CN 206637869 U, 2017.11.14

F24S 23/70 (2018.01)

CN 201259343 Y, 2009.06.17

F24S 10/30 (2018.01)

CN 203532175 U, 2014.04.09

F24S 60/30 (2018.01)

CN 205779517 U, 2016.12.07

CN 204961183 U, 2016.01.13

审查员 钱李义

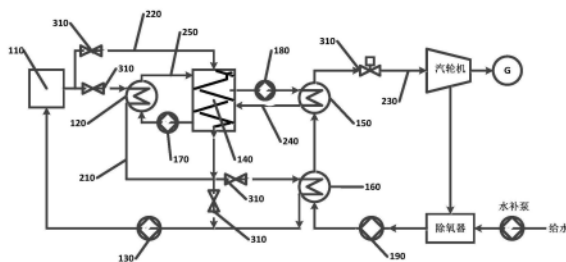
权利要求书3页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

太阳能供热系统以及利用其的太阳能发电系统

(57) 摘要

本公开涉及一种太阳能供热系统,其包括:聚光单元,将外部光线汇聚到光汇集点;集热单元,布置在光汇集点处收集被光汇集单元所汇集的光线的热能,从而加热集热单元内的第一传热工质,并通过热对流使得第一传热工质在第一传热工质管路内流动;以及第一换热单元,具有换热腔,所述第一传热工质管路穿过所述换热腔以便在第一传热工质管路内流动的高温第一传热工质将热量传递给所述换热腔内的工作工质或第二传热工质。



1. 一种太阳能供热系统,其包括:

聚光单元,将外部光线汇聚到光汇集点;

集热单元,布置在光汇集点处,包括集热芯管和套装在集热芯管上的玻璃管,所述集热芯管内充装有作为低熔点液态金属的第一传热工质,收集被光汇集单元所汇集的光线的热能,从而加热集热单元内的第一传热工质,并通过热对流使得第一传热工质在第一传热工质管路内流动;以及

第一换热单元,具有换热腔,所述第一传热工质管路穿过所述换热腔以便在第一传热工质管路内流动的高温第一传热工质将热量传递给所述换热腔内的工作工质或第二传热工质

第一传热工质泵,其布置在集热单元的第一传热工质入口处,用于泵送第一传热工质使其在第一传热工质管路内流动以返回到集热单元内;

储热单元,其容纳腔内储存有储热工质并且与第一传热工质管路并联的第二传热工质管路穿过所述容纳腔内的储热工质,由此在高温第一传热工质流过穿过所述容纳腔中的第二传热工质管路时,第二传热工质管路中第一高温传热工质将热量传递给储热工质,由此将热量储存在储存工质中;

储热工质泵,其泵送作为第二传热工质的储热工质使其在连通第一换热器的换热腔和储热单元的容纳腔的储热工质管路内流动,以便在第一换热单元内由第一传热工质管路内流动的高温第一传热工质将流过第一换热器的换热腔的储热工质加热;

第三换热单元,具有换热腔,其中容纳有工作工质;

第三传热工质管路,穿过第三换热单元的换热腔和储热单元的容纳腔;以及

第三传热工质泵,布置在第三传热工质管路上以便泵送第三传热工质流动,以便储热单元的容纳腔内的高温储热工质将热量传递给第三传热工质管路内流动的第三传热工质以及随后被加热的第三传热工质在第三换热单元的换热腔内将热量接传递给所述换热腔内的工作工质,其中在储热单元的容纳腔内第二传热工质管路和第三传热工质管路彼此相互交错布置使得第二传热工质管路内的第一传热工质与第三传热工质管路第三传热工质之间通过储热工质进行间接的热量交换;

第四换热单元,具有换热腔,其中容纳有工作工质,相对于第一换热单元串联地布置在第一传热工质管路的下游,用于将从第一换热单元流出的第一传热工质的热量传递给即将进入第一换热单元的工作工质,从而对工作工质进行预热。

2. 根据权利要求1所述的太阳能供热系统,其中所述集热芯管包括薄壁金属管和插入薄壁金属管内的绝缘芯棒,并且所述低熔点液态金属在所述薄壁金属管和绝缘芯棒之间的间隙内沿着薄壁金属管流动。

3. 根据权利要求1所述的太阳能供热系统,其中所述集热芯管和套装在玻璃管之间为真空。

4. 根据权利要求1所述的太阳能供热系统,其中所述集热芯管与玻璃套之间使用可伐合金进行焊接。

5. 根据权利要求1所述的太阳能供热系统,其中所述集热芯管外表面上涂有提高太阳辐射能的吸收的光谱选择性吸收涂层。

6. 根据权利要求1所述的太阳能供热系统,其中所述低熔点液态金属为熔点-8~10℃

的镓基合金、锡铋合金或者熔点150~200℃铅铋合金。

7. 根据权利要求5所述的太阳能供热系统,其中第一传热工质为与第三传热工质相同或不同的低熔点液态金属。

8. 根据权利要求1所述的太阳能供热系统,其中所述储热单元容纳腔内的储热工质为熔融盐。

9. 根据权利要求8所述的太阳能供热系统,其中所述熔融盐为硝酸钠、硝酸钾、氢氧化钾、氯化钠、碳酸钠或其任意混合物之一。

10. 根据权利要求1所述的太阳能供热系统,其中所述集热单元由一组或多组成套的集热芯管和玻璃管串联或并联而成。

11. 根据权利要求1所述的太阳能供热系统,其还包括控制单元以及布置在集热单元的第一传热工质管进出口处的温度传感器,所述控制单元基于温度传感器所感测的温度来控制第一传热工质泵的泵送流量。

12. 一种太阳能供热系统,其包括:

聚光单元,将外部光线汇聚到光汇集点;

集热单元,布置在光汇集点处收集被光汇集单元所汇集的光线的热能,从而加热集热单元内的第一传热工质,并通过热对流使得第一传热工质在第二传热工质管路内流动;以及

储热单元,其容纳腔内储存有储热工质并且第二传热工质管路穿过所述容纳腔内的储热工质,由此在高温第一传热工质流过穿过所述容纳腔中的第二传热工质管路时,第二传热工质管路中第一高温传热工质将热量传递给储热工质,由此将热量储存在储存工质中;

第一传热工质泵,其布置在集热单元的第一传热工质入口处,用于泵送第一传热工质使其在第二传热工质管路内流动以返回到集热单元内;

储热工质泵,其泵送作为第二传热工质的储热工质使其在连通第一换热器的换热腔和储热单元的容纳腔的储热工质管路内流动,以便在第一换热单元内由第一传热工质管路内流动的高温第一传热工质将流过第一换热器的换热腔的储热工质加热;

第三换热单元,具有换热腔,其中容纳有工作工质;

第三传热工质管路,穿过第三换热单元的换热腔和储热单元的容纳腔;以及

第三传热工质泵,布置在第三传热工质管路上以便泵送第三传热工质流动,以便储热单元的容纳腔内的高温储热工质将热量传递给第三传热工质管路内流动的第三传热工质以及随后被加热的第三传热工质在第三换热单元的换热腔内将热量接传递给所述换热腔内的工作工质,其中在储热单元的容纳腔内第二传热工质管路和第三传热工质管路彼此相互交错布置使得第二传热工质管路内的第一传热工质与第三传热工质管路第三传热工质之间通过储热工质进行间接的热量交换;

第四换热单元,具有换热腔,其中容纳有工作工质,相对于储热单元串联地布置在第二传热工质管路的下游,用于将从储热单元流出的第一传热工质的热量传递给即将进入第三换热单元的工作工质,从而对工作工质进行预热,其中所述集热单元包括集热芯管和套装在集热芯管上的玻璃管,所述集热芯管内充装有作为低熔点液态金属的第一传热工质。

13. 根据权利要求12所述的太阳能供热系统,其中所述集热芯管包括薄壁金属管和插入薄壁金属管内的绝缘芯棒,并且所述低熔点液态金属在所述薄壁金属管和绝缘芯棒之间

的间隙内沿着薄壁金属管流动。

14. 一种采用如前述任意一个权利要求所述的太阳能供热系统作为热源的塔式、槽式或蝶式太阳能发电系统,还包括汽轮机和与汽轮机通过传动系统相连的发电机,来自换热器的高温气态工作工质进入所述汽轮机推动汽轮机转动,从而带动发电机转动进行发电。

太阳能供热系统以及利用其的太阳能发电系统

技术领域

[0001] 本公开涉及一种太阳能供热系统,尤其是涉及一种太阳能发电的太阳能供热系统。

背景技术

[0002] 太阳能主要被用来发电、储热以及进行热水供应,其中太阳能发电主要有两种形式:太阳能光伏发电和太阳能热发电。太阳能光伏发电由于太阳能电池造价高、并网难,无法做到持续发电;对电网冲击大,而且效率低。此外电池生产过程耗电且污染严重,特别是加入一些稀有金属物质,对环境危害大等缺点限制了其发展。太阳能热发电技术,避免了昂贵的硅晶光电转换工艺,可以大大降低太阳能发电的成本。而且,这种形式的太阳能利用可以进行错峰余量利用,即,将太阳能峰值时多余的能量储存在巨大的容器中,从而在太阳落山后一段时间内仍然能够带动汽轮发电。

[0003] 现有的太阳能热发电系统一般使用导热油、水、空气作为传热工质。蓄热工质一般使用水蒸气、熔融盐材料蓄热或使用化学能蓄热。导热油作为传热工质存在导热系数低,工作温度不高(最高为390℃)等问题,而使用水或空气作为传热工质则为高压系统,对系统的安全性要求极高。

[0004] 因此,人们需要一种能够提高太阳能利用效率和系统安全性的太阳能供热系统以及利用这种系统的发电系统。

发明内容

[0005] 本公开的目的在于解决上述现有技术中的一个或多个缺陷,从而提供一种太阳能供热系统,其包括:聚光单元,将外部光线汇聚到光汇集点;集热单元,布置在光汇集点处收集被光汇集单元所汇集的光线的热能,从而加热集热单元内的第一传热工质,并通过热对流使得第一传热工质在第一传热工质管路内流动;以及第一换热单元,具有换热腔,所述第一传热工质管路穿过所述换热腔以便在第一传热工质管路内流动的高温第一传热工质将热量传递给所述换热腔内的工作工质或第二传热工质。

[0006] 根据本公开的太阳能供热系统,其还包括:第一传热工质泵,其布置在集热单元的第一传热工质入口处,用于泵送第一传热工质使其在第一传热工质管路内流动以返回到集热单元内。所述集热单元包括集热芯管和套装在集热芯管上的玻璃管,所述集热芯管内充装有作为低熔点液态金属的第一传热工质。所述集热芯管包括薄壁金属管和插入薄壁金属管内的绝缘芯棒,并且所述低熔点液态金属在所述薄壁金属管和绝缘芯棒之间的间隙内沿着薄壁金属管流动。所述集热芯管和套装在玻璃管之间为真空。所述集热芯管与玻璃套之间使用可伐合金进行焊接。所述集热芯管外表面上涂有提高太阳辐射能的吸收的光谱选择性吸收涂层。所述低熔点金属为熔点-8~10℃的镓基合金、锡铋合金或者熔点150~200℃铅铋合金。第一传热工质为与第三传热工质相同或不同的低熔点金属。

[0007] 根据本公开的太阳能供热系统,其还包括:储热单元,其容纳腔内储存有储热工质

并且与第一传热工质管路并联的第二传热工质管路穿过所述容纳腔内的储热工质,由此在高温第一传热工质流过穿过所述容纳腔中的第二传热工质管路时,第二传热工质管路中第一高温传热工质将热量传递给储热工质,由此将热量储存在储存工质中。

[0008] 根据本公开的太阳能供热系统,其还包括:储热工质泵,其泵送作为第二传热工质的储热工质使其在连通第一换热器的换热腔和储热单元的容纳腔的储热工质管路内流动,以便在第一换热单元内由第一传热工质管路内流动的高温第一传热工质将流过第一换热器的换热腔的储热工质加热。

[0009] 根据本公开的太阳能供热系统,其还包括:第三换热单元,具有换热腔,其中容纳有工作工质;第三传热工质管路,穿过第三换热单元的换热腔和储热单元的容纳腔;以及第三传热工质泵,布置在第三传热工质管路上以便泵送第三传热工质流动,以便储热单元的容纳腔内的高温储热工质将热量传递给第三传热工质管路内流动的第三传热工质以及随后被加热的第三传热工质在第三换热单元的换热腔内将热量接传递给所述换热腔内的工作工质。在储热单元的容纳腔内第二传热工质管路和第三传热工质管路彼此相互交错布置使得第二传热工质管路内的第一传热工质与第三传热工质管路第三传热工质之间通过储热工质进行间接的热量交换。

[0010] 根据本公开的太阳能供热系统,其还包括:第四换热单元,具有换热腔,其中容纳有工作工质,相对于第一换热单元串联地布置在第一传热工质管路的下游,用于将从第一换热单元流出的第一传热工质的热量传递给即将进入第一换热单元的工作工质,从而对工作工质进行预热。

[0011] 根据本公开的太阳能供热系统,其中所述储热单元容纳腔内的储热工质为熔融盐。所述熔融盐为硝酸钠、硝酸钾、氢氧化钾、氯化钠、碳酸钠或其任意混合物之一。

[0012] 根据本公开的太阳能供热系统,其中所述集热单元由一组或多组成套的集热芯管和玻璃管串联或并联而成。

[0013] 根据本公开的太阳能供热系统,其还包括控制单元以及布置在集热单元的第一传热工质管进出口处的温度传感器,所述控制单元基于温度传感器所感测的温度来控制第一传热工质泵的泵送流量。

[0014] 根据本公开的另一个方面,还提供了一种太阳能供热系统,其包括:聚光单元,将外部光线汇聚到光汇集点;集热单元,布置在光汇集点处收集被光汇集单元所汇集的光线的热能,从而加热集热单元内的第一传热工质,并通过热对流使得第一传热工质在第二传热工质管路内流动;以及储热单元,其容纳腔内储存有储热工质并且第二传热工质管路穿过所述容纳腔内的储热工质,由此在高温第一传热工质流过穿过所述容纳腔中的第二传热工质管路时,第二传热工质管路中第一高温传热工质将热量传递给储热工质,由此将热量储存在储存工质中。

[0015] 根据本公开的太阳能供热系统,其还包括:第一传热工质泵,其布置在集热单元的第一传热工质入口处,用于泵送第一传热工质使其在第二传热工质管路内流动以返回到集热单元内。

[0016] 根据本公开的太阳能供热系统,其还包括:储热工质泵,其泵送作为第二传热工质的储热工质使其在连通第一换热器的换热腔和储热单元的容纳腔的储热工质管路内流动,以便在第一换热单元内由第一传热工质管路内流动的高温第一传热工质将流过第一换热

器的换热腔的储热工质加热。

[0017] 根据本公开的太阳能供热系统,其还包括:第三换热单元,具有换热腔,其中容纳有工作工质;第三传热工质管路,穿过第三换热单元的换热腔和储热单元的容纳腔;以及第三传热工质泵,布置在第三传热工质管路上以便泵送第三传热工质流动,以便储热单元的容纳腔内的高温储热工质将热量传递给第三传热工质管路内流动的第三传热工质以及随后被加热的第三传热工质在第三换热单元的换热腔内将热量接传递给所述换热腔内的工作工质。

[0018] 根据本公开的太阳能供热系统,其中在储热单元的容纳腔内第二传热工质管路和第三传热工质管路彼此相互交错布置使得第二传热工质管路内的第一传热工质与第三传热工质管路第三传热工质之间通过储热工质进行间接的热量交换。

[0019] 根据本公开的太阳能供热系统,其还包括:第四换热单元,具有换热腔,其中容纳有工作工质,相对于储热单元串联地布置在第二传热工质管路的下游,用于将从储热单元流出的第一传热工质的热量传递给即将进入第三换热单元的工作工质,从而对工作工质进行预热。

[0020] 根据本公开的太阳能供热系统,其中所述集热单元包括集热芯管和套装在集热芯管上的玻璃管,所述集热芯管内充装有作为低熔点液态金属的第一传热工质。

[0021] 根据本公开的太阳能供热系统,其中所述集热芯管包括薄壁金属管和插入薄壁金属管内的绝缘芯棒,并且所述低熔点液态金属在所述薄壁金属管和绝缘芯棒之间的间隙内沿着薄壁金属管流动。

[0022] 根据本公开的另一个方面,还提供了采用上述太阳能供热系统作为热源的塔式、槽式或蝶式太阳能发电系统,还包括汽轮机和与汽轮机通过传统系统相连的发电机,来自换热器的高温气态工作工质进入所述汽轮机推动汽轮机转动,从而带动发电机转动进行发电。

附图说明

[0023] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分,示出了符合本公开的实施例,并与说明书一起用于解释本公开的原理。

[0024] 图1所示为使用根据本公开的第一实施例的太阳能热发电系统的原理示意图。

[0025] 图2A所示的是根据本发明的太阳能传热系统的集热单元110的横截面图。

[0026] 图2B所示的是根据本发明的太阳能传热系统的集热单元110的纵剖面面图。

[0027] 图3所示为使用根据本公开的第二实施例的太阳能热发电系统的原理示意图。

[0028] 图4所示的是根据本公开的第二实施例的太阳能传热系统的储热单元的结构剖视图。

[0029] 图5所示为使用根据本公开的第三实施例的太阳能热发电系统的原理示意图。

[0030] 图6所示的是用于本公开的太阳能热发电系统的一种聚光单元的示意图。

[0031] 图7所示的是用于本公开的太阳能热发电系统的另一种聚光单元的示意图。

具体实施方式

[0032] 这里将详细地对示例性实施例进行说明,其示例表示在附图中。下面的描述涉及

附图时,除非另有表示,不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施例中所描述的实施方式并不代表与本公开相一致的所有实施方式。相反,它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本公开的一些方面相一致的装置和方法的例子。

[0033] 在本公开使用的术语是仅仅出于描述特定实施例的目的,而非旨在限制本开。在本公开和所附权利要求书中所使用的单数形式的“一种”、“所述”和“该”也旨在包括多数形式,除非上下文清楚地表示其他含义。还应当理解,本文中使用的术语“和/或”是指并包含一个或多个相关联的列出项目的任何或所有可能组合。

[0034] 应当理解,尽管在本公开可能采用术语第一、第二、第三等来描述各种信息,但这些信息不应限于这些术语。这些术语仅用来将同一类型的信息彼此区分开。而且,即使提到了“第一”,也并不意味着一定存在“第二”或者下一个相同的单元一定被定义为“第二”,而是可以直接定义为“第三”。同样,即使提到“第二”,也不应认为一定存在“第一”。例如,在不脱离本公开范围的情况下,第一换热单元也可以被称为第二换热单元,类似地,第二换热单元也可以被称为第一换热单元。取决于语境,如在此所使用的词语“如果”可以被解释成为“在……时”或“当……时”或“响应于确定”。

[0035] 为了使本领域技术人员更好地理解本公开,下面结合附图和具体实施方式对本公开作进一步详细说明。

[0036] 图1所示为使用根据本公开的第一实施例的太阳能热发电系统的原理示意图。太阳能热发电系统100包括两部分,一部分为集热部分,即根据本公开所述的太阳能传热系统子部分,一部分为热力发电子部分。如图1所示,根据本公开所述的太阳能传热系统包括:聚光单元116,将外部光线汇聚到光汇集点(这将在后面详细描述);集热单元110,布置在光汇集点处收集被光汇集单元所汇集的光线的热能,从而加热集热单元内的第一传热工质,并通过热对流使得第一传热工质在第一传热工质管路内流动;以及第一换热单元120,具有换热腔,所述第一传热工质管路210穿过所述换热腔以便在第一传热工质管路内流动的高温第一传热工质将热量传递给所述换热腔内的工作工质或第二传热工质。当在换热腔中为工作工质(例如水蒸气)时,被加热的工作工质沿着工作工质管路230进入汽轮机,推动汽轮机转动,并带动发电机G进行发电。推动汽轮机后后的冷凝水经由输水泵190泵送返回工作工质管路230回到第一换热单元120,从而再次被集热单元110输出到穿过第一换热单元120换热腔的第一传热工质管路210内的高温第一传热工质加热到蒸汽状态。

[0037] 由于在第一换热单元中,第一换热单元120换热腔内的工作工质与第一传热工质管路210接触时间较短,因此第一传热工质管路210内的高温第一传热工质不能与换热腔内的工作工质进行充分换热,因此,从第一换热单元120换热腔内的第一传热工质管路210流出的第一传热工质会含有较高的余热量。因此,为了充分利用该余热,因此,在第一传热工质管路210下游设置了第四换热单元160。第四换热单元160的换热腔容纳有工作工质,第一传热工质管路210的下游部分穿过第四换热单元160的换热腔内的工作工质。因此,第一传热工质管路210内带有未能及时传递给第一换热单元120换热腔内的工作工质的余热的第一传热工质在流过第四换热单元160的换热腔时,将余热传递给第四换热单元160的换热腔的工作工质,从而对即将进入第一换热单元120换热腔内的工作工质进行预热。

[0038] 集热单元110内的第一传热工质通常通过对流的方式在第一传热工质管路210内流动。但是为了加速或控制第一传热工质管路210内第一传热工质的流动速度以及流量,

如图1所示,在第一传热工质管路210进入集热单元110之前的入口位置,布置有第一传热工质泵130。第一传热工质泵130在控制器(未示出)的控制下,可控制第一传热工质的流动速度和流量,从而可以控制第一传热工质在流经第一换热单元120和第四换热单元160时的热量释放量。

[0039] 图2A所示的是根据本发明的太阳能传热系统的集热单元110的横截面图。图2B所示的是根据本发明的太阳能传热系统的集热单元110的纵剖面图。如图2A和2B所示,集热单元110包括集热芯管111和套装在集热芯管111上的玻璃套管112。所述集热芯管111内插入有电绝缘和绝热芯棒113,从而集热芯管111内形成容纳第一传热工质114的环形容纳腔。不过需要指出的是,在所需要的太阳能传热系统的所需功率较低而且第一传热工质114,例如低熔点液态金属,的用量不大是,可以不需要电绝缘和绝热芯棒113。作为第一传热工质114的低熔点液态金属在集热芯管111的环形容纳腔内沿着薄壁金属管流动。所述集热芯管111与玻璃套管112之间使用可伐合金115进行焊接。所述可伐合金115的熔点在320-450℃范围内,其具有与硬玻璃相近的线膨胀系数和相应的硬玻璃能进行有效封接匹配。

[0040] 所述集热芯管111和玻璃套管112之间可以为真空,也可以使得集热芯管111和玻璃套管112之间彼此紧贴。可选择地,也可以不需要采用玻璃套管112和可伐合金115,直接采用集热芯管111接收太阳照射。所述集热芯管111外表面上涂有提高太阳辐射能的吸收的光谱选择性吸收涂层。所述低熔点金属为镓基合金(熔点-8~10℃)、锡铋合金(熔点100-138℃)、铅铋合金(熔点150~200℃)。

[0041] 如图2A和2B所示的集热单元110中的采用了集热芯管111和绝热芯棒113形成第一传热工质的套管管路,因此节省了作为低熔点金属的第一传热工质的用量,从而显著节省了工质使用成本。此外,集热芯管111使用金属管路,并且热芯管111外有一个玻璃套管112,玻璃套管112与集热芯管111使用可伐合金进行焊接,并使玻璃套管与金属管之间形成真空为,因此能够减少热量损失、吸收更多光热能。

[0042] 尽管以上结合图1描述了一种采用低熔点金属作为第一传热工质114的太阳能传热系统。但是在传热系统所在地,光照时间通常不会超过14小时。实际上,较强的光照时间可能不会超过8小时/天。因此,在每天会有大部分时间得不到光照。而在强光照时间,会产生多余的热量。因此将强光照时间的多余的热量储存起来用于没有光照时间进行传热并发电或供应热水会充分发挥太阳能传热系统的优点。为此,本公开基于第一实施例的太阳能发电系统提出了具有储能单元的太阳能热发电系统。图3所示为使用根据本公开的第二实施例的太阳能热发电系统的原理示意图。

[0043] 如图3所示,太阳能热发电系统100同样包括两部分,一部分为集热部分,即根据本公开所述的太阳能传热系统子部分,一部分为热力发电子部分。如图3所示,根据本公开所述的太阳能传热系统包括:聚光单元116,将外部光线汇聚到光汇集点(这将在后面详细描述);集热单元110,布置在光汇集点处收集被光汇集单元所汇集的光线的热能,从而加热集热单元内的第一传热工质,并通过热对流使得第一传热工质在第一传热工质管路内流动;以及第一换热单元120,具有换热腔,所述第一传热工质管路210穿过所述换热腔以便在第一传热工质管路内流动的高温第一传热工质将热量传递给所述换热腔内的第二传热工质。此外,所述太阳能传热系统还包括储热单元140,其容纳腔内储存有储热工质。储热工质泵170布置在储热工质管路250中。储热工质管路250连通第一换热器120的换热腔并穿过储热

单元140的容纳腔。储热工质泵170泵送储热工质管路250中的第二传热工质,从而在第二传热工质在第一换热单元120的换热腔内接收第一传热工质管路内流动的高温第一传热工质所传递的热量,随后在进入储热单元140的容纳腔内之后,将所吸收的热量传递给储热工质管路250外的储热单元140的容纳腔内的储热工质。尽管此处的储热工质管路250的名称中包含了“储热工质”,但其内部流动的工质并不是储热单元140的容纳腔内的储热工质,可以是与第一传热工质相同的工质,例如低熔点液态合金或者是其他低熔点液态合金。

[0044] 可选择地,储热工质管路250内的工质并不通过管路与储热单元140的容纳腔内的储热工质隔绝,而是储热工质管路250直接将第一换热器120的换热腔储热单元140的容纳腔向连通,从而在储热工质管路250内直接充注储热单元140的容纳腔内的储热工质。

[0045] 如图3所示,太阳能传热系统中的第三换热单元150的换热腔容纳有工作工质。第三传热工质管路240穿过第三换热单元150的换热腔和储热单元140的容纳腔。第三传热工质泵180布置在第三传热工质管路240上以便泵送第三传热工质流动,从而储热单元140的容纳腔内的高温储热工质将热量传递给第三传热工质管路240内流动的第三传热工质,以及随后被加热的第三传热工质在第三换热单元150的换热腔内将热量接传递给所述换热腔内的工作工质,例如水,使其变成高温水或高温水蒸气,用于供应热水或用于发电。当第三换热单元150的换热腔中的工作工质为水蒸气时,被加热的工作工质沿着工作工质管路230进入汽轮机,推动汽轮机转动,并带动发电机G进行发电。推动汽轮机后后的冷凝水经由输水泵190泵送返回工作工质管路230回到第三换热单元150,从而再次被穿过储热单元140的容纳腔的第三传热工质管路240内流动到穿过第三换热单元150换热腔的第三传热工质管路240内的高温第三传热工质将工作工质加热。

[0046] 图4所示的是根据本公开的第二实施例的太阳能传热系统的储热单元140的结构剖视图。如图4所示,在储热单元140的容纳腔内储热工质管路250和第三传热工质管路240彼此相互交错布置,使得第二传热工质管路250内的第一传热工质与第三传热工质管路第三传热工质之间通过储热工质进行间接的热量交换。这种布置方式将会加快储热工质管路250和第三传热工质管路240之间的热交换,有助于在系统初期启动时促进工作工质被第三传热工质管路240加热的速度。这样,由于储热单元140中布置有传热工质管道,当系统长时间关闭后,储热单元140中的熔融盐热量损失变成固态,系统启动时,可关闭第三换热单元150的入口阀门310,使得传热工质循环先开始启动,并通过储热单元中的管道将储热罐中的蓄热工质加热,当蓄热工质融化并达到一定温度后,再启动发电系统进行发电。

[0047] 返回图3,类似地,由于在第一换热单元120中,第一换热单元120换热腔内的储热工质或第二传热工质与第一传热工质管路210接触时间较短,因此第一传热工质管路210内的高温第一传热工质不能与第一换热单元120的换热腔内的储热工质或第二传热工质进行充分热交换,因此,从第一换热单元120换热腔内的第一传热工质管路210流出的第一传热工质会含有较高的余热量。因此,为了充分利用该余热,因此,在第一传热工质管路210下游设置了第四换热单元160。第四换热单元160的换热腔容纳有工作工质,第一传热工质管路210的下游部分穿过第四换热单元160的换热腔内的工作工质。因此,第一传热工质管路210内带有未能及时传递给第一换热单元120换热腔内的储热工质或第二传热工质的余热的第一传热工质在流过第四换热单元160的换热腔时,将余热传递给第四换热单元160的换热腔容的工作工质,从而对即将进入第三换热单元150换热腔内的工作工质进行预热。当该工作

工质为水时,其可以将其预热为低温水蒸气。

[0048] 同样,如图3所示,在第一传热工质管路210进入集热单元110之前的入口位置,布置有第一传热工质泵130。第一传热工质泵130在控制器(未示出)的控制下,可控制第一传热工质的流动速度和流量,从而可以控制第一传热工质在流经第一换热单元120和第四换热单元160时的热量释放量。

[0049] 可选择地,在集热单元110的出口处与第一传热工质管路210并联的第二传热工质管路220穿过所述储热单元140的容纳腔内的储热工质,由此在高温第一传热工质114流过穿过所述储热单元140的容纳腔中的第二传热工质管路220时,第二传热工质管路220中第一高温传热工质114将热量传递给储热工质,由此将热量储存在储存工质中。由此,当发电功率要求不高或者光照强度提供了超过发电功率的热量时,可以通过控制器控制各个阀门310,以便及时将多余热量更快地存储在储热单元140的容纳腔内的储热工质中。

[0050] 图5所示为使用根据本公开的第三实施例的太阳能热发电系统的原理示意图。如图5所示,太阳能热发电系统100同样包括两部分,一部分为集热部分,即根据本公开所述的太阳能传热系统子部分,一部分为热力发电子部分。如图5所示,根据本公开所述的太阳能传热系统包括:聚光单元116,将外部光线汇聚到光汇集点(这将在后面详细描述);集热单元110,布置在光汇集点处收集被光汇集单元所汇集的光线的热能,从而加热集热单元内的第一传热工质,并通过热对流使得第一传热工质在第一传热工质管路内流动;以及储热单元140,其容纳腔内储存有储热工质,第二传热工质管路220穿过所述储热单元140的容纳腔内的储热工质,由此在高温第一传热工质114流过穿过所述储热单元140的容纳腔中的第二传热工质管路220时,第二传热工质管路220中第一高温传热工质114将热量传递给储热工质,从而将热量储存在储存工质中。

[0051] 如图5所示,太阳能传热系统100中的第三换热单元150的换热腔容纳有工作工质。第三传热工质管路240穿过第三换热单元150的换热腔和储热单元140的容纳腔。第三传热工质泵180布置在第三传热工质管路240上以便泵送第三传热工质流动,从而储热单元140的容纳腔内的高温储热工质将热量传递给第三传热工质管路240内流动的第三传热工质,以及随后被加热的第三传热工质在第三换热单元150的换热腔内将热量接传递给所述换热腔内的工作工质,例如水,使其变成高温水或高温水蒸气,用于供应热水或用于发电。当第三换热单元150的换热腔中的工作工质为水蒸气时,被加热的工作工质沿着工作工质管路230进入汽轮机,推动汽轮机转动,并带动发电机G进行发电。推动汽轮机后后的冷凝水经由输水泵190泵送返回工作工质管路230回到第三换热单元150,从而再次被穿过储热单元140的容纳腔的第三传热工质管路240内流动到穿过第三换热单元150换热腔的第三传热工质管路240内的高温第三传热工质将工作工质加热。

[0052] 类似地,由于在储热单元140的容纳腔中,储热工质与第二传热工质管路220接触时间较短,因此第二传热工质管路220内的高温第一传热工质不能与储热单元140的容纳腔内的储热工质进行充分热交换,因此,从储热单元140的容纳腔内的第二传热工质管路220流出的第一传热工质会含有较高的余热量。因此,为了充分利用该余热,因此,在第二传热工质管路220下游设置了第四换热单元160。第四换热单元160的换热腔容纳有工作工质,第二传热工质管路220的下游部分穿过第四换热单元160的换热腔内的工作工质。因此,第二传热工质管路220内带有未能及时传递给储热单元140的容纳腔内的储热工质的余热的第

一传热工质在流过第四换热单元160的换热腔时,将余热传递给第四换热单元160的换热腔的工作工质,从而对即将进入第三换热单元150换热腔内的工作工质进行预热。当该工作工质为水时,其可以将其预热为低温水蒸气。

[0053] 这样,由于储热单元140中布置有传热工质管道,当系统长时间关闭后,储热单元140中的熔融盐热量损失变成固态,系统启动时,可关闭第三换热单元150的入口阀门310,使得传热工质循环先开始启动,并通过储热单元中的管道将储热罐中的蓄热工质加热,当蓄热工质融化并达到一定温度后,再启动发电系统进行发电。

[0054] 同样,如图5所示,在第二传热工质管路220进入集热单元110之前的入口位置,布置有第一传热工质泵130。第一传热工质泵130在控制器(未示出)的控制下,可控制第一传热工质的流动速度和流量,从而可以控制第一传热工质在流经储热单元140和第四换热单元160时的热量释放量。

[0055] 同样,第二传热工质管路220在储热单元140内也可以如图4所示的储热工质管路250一样与第三传热工质管路进行交错布置。

[0056] 所述储热单元中的储热工质为熔融盐材料,如硝酸钠(熔点308℃)、硝酸钾(熔点333℃)、氢氧化钾(熔点380℃)、氯化钠(熔点802℃)、碳酸钠(熔点854℃)。

[0057] 根据被公开的太阳能热发电系统中的集热单元可以是太阳能塔式、槽式或蝶式集热单元。集热单元可以为一组或多组串并联结构。

[0058] 图6和图7所示的是用于本公开太阳能热发电系统的太阳光聚光单元的示意图。如图6所示,槽式曲面镜对太阳光进行汇聚,将光汇聚到集热单元110。同样,如图7所示,塔式太阳能热发电系统通过反光镜将光汇聚到集热单元110。

[0059] 此外,根据本公开的太阳能传热系统还包括温度传感器用来测量集热单元进出口的传热工质温度,并通过控制器对传热工质泵的流量进行调节,使不同光照强度下吸热器出口温度稳定。

[0060] 此外,根据本公开的太阳能传热系统工作时,将储热工质的温度维持在熔点附近,其较大的潜热值可以在集热器吸收的太阳能量不稳定的情况下,维持蓄热工质的温度稳定,从而使系统输出能量稳定。

[0061] 采用本公开的太阳能热发电系统的吸热、传热、储热系统利用低熔点金属优秀的物理性能,提高了系统传热效率,并通过提高工质温度提升了系统的发电效率,因此可以很容易实现商业化运营。实际测量显示出集热和传热效果,既可应用于边远地区的小型独立供电,又可以大规模集成应用太阳能发电,因此为太阳能热发电系统的整体性能提升带来了新的突破。

[0062] 以上对本公开的具体实施方式的描述,仅仅为了帮助理解本公开的发明构思,这并不意味着本公开所有应用只能局限在这些特定的具体实施方式。本领域技术人员应当理解,以上所述的具体实施方式,只是多种优选实施方式中的一些示例。任何体现本公开权利要求的具体实施方式,均应在本公开权利要求所要求保护的范围之内。本领域技术人员能够对上文各具体实施方式中所记载的技术方案进行修改或者对其中部分技术特征进行等同替换。凡在本公开的精神和原理之内所作的任何修改、等同替换或者改进等,均应包含在本公开权利要求的保护范围之内。

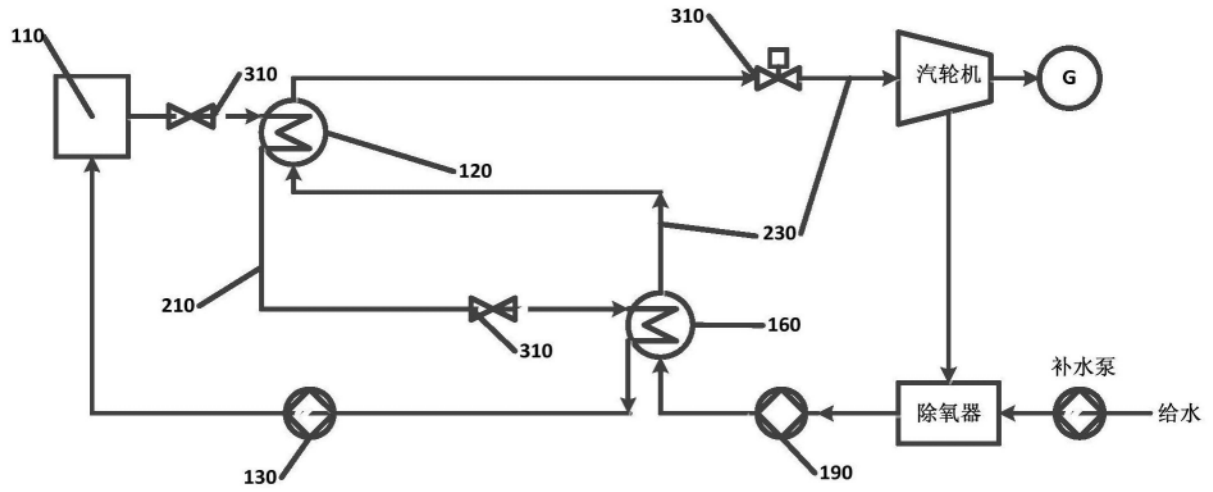


图1

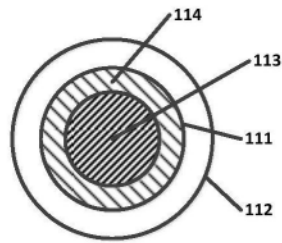


图2A

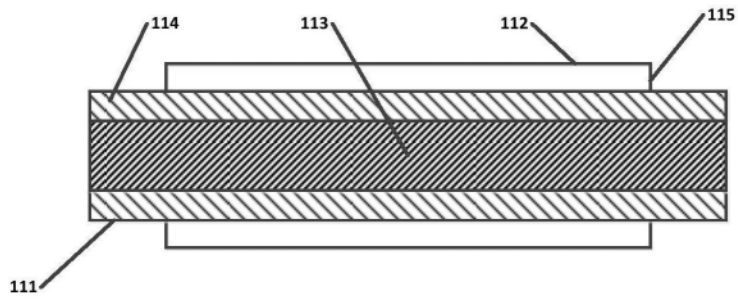


图2B

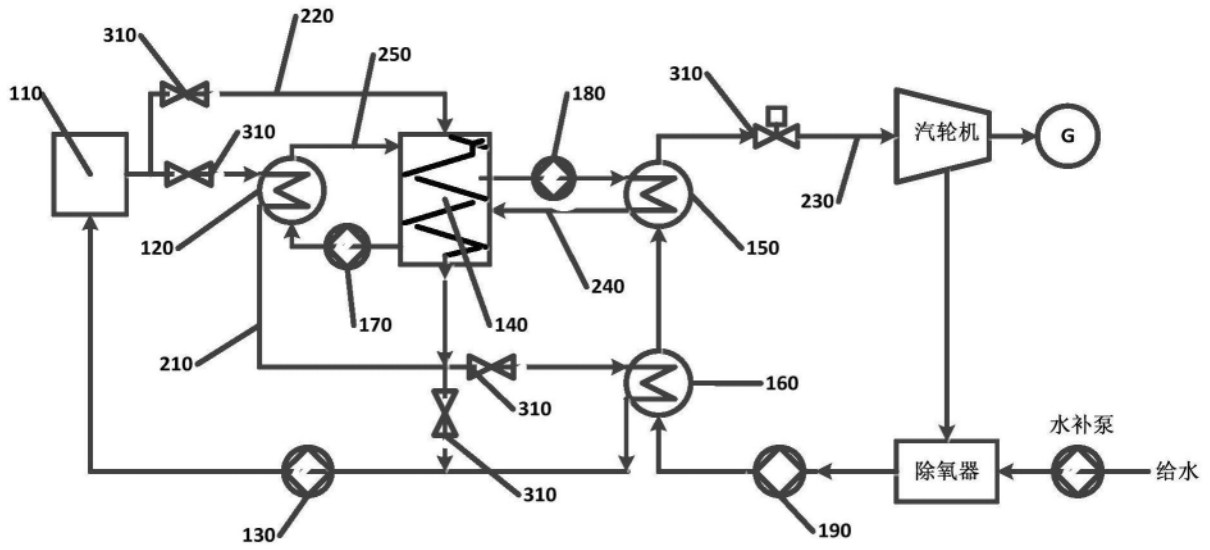


图3

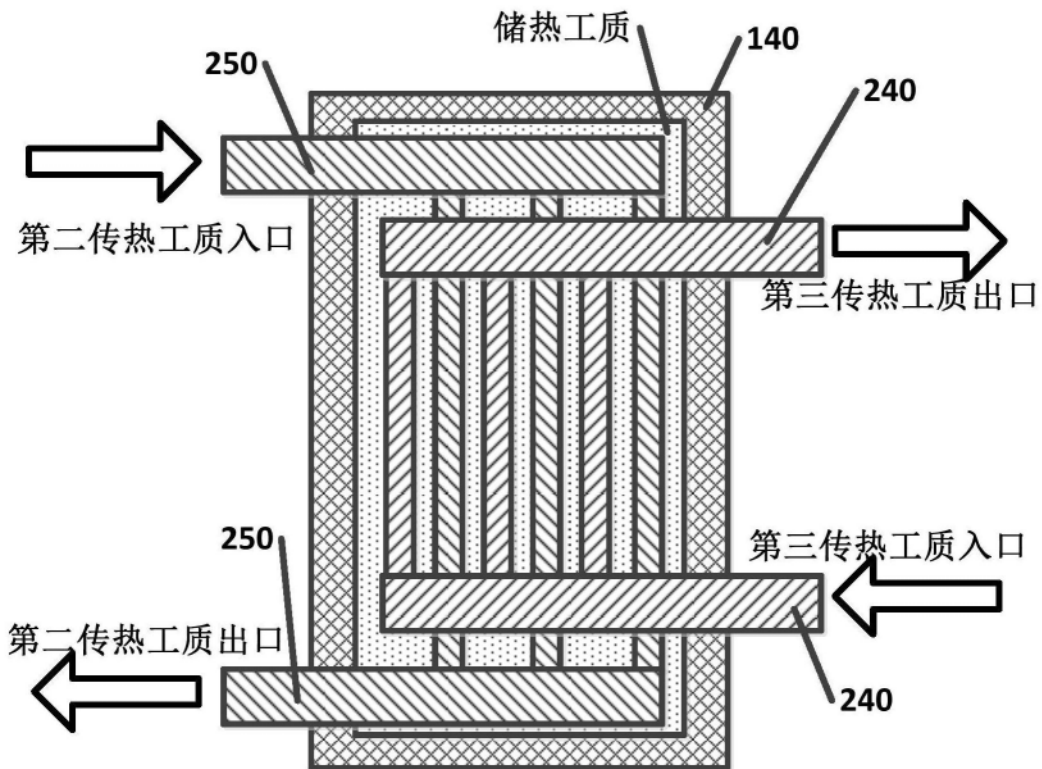


图4

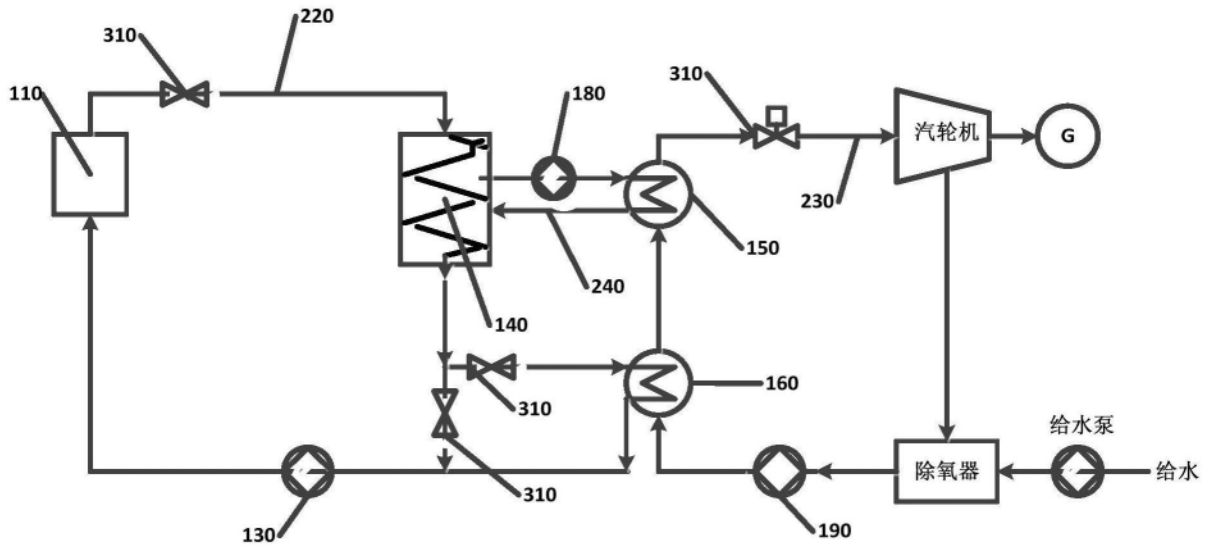


图5

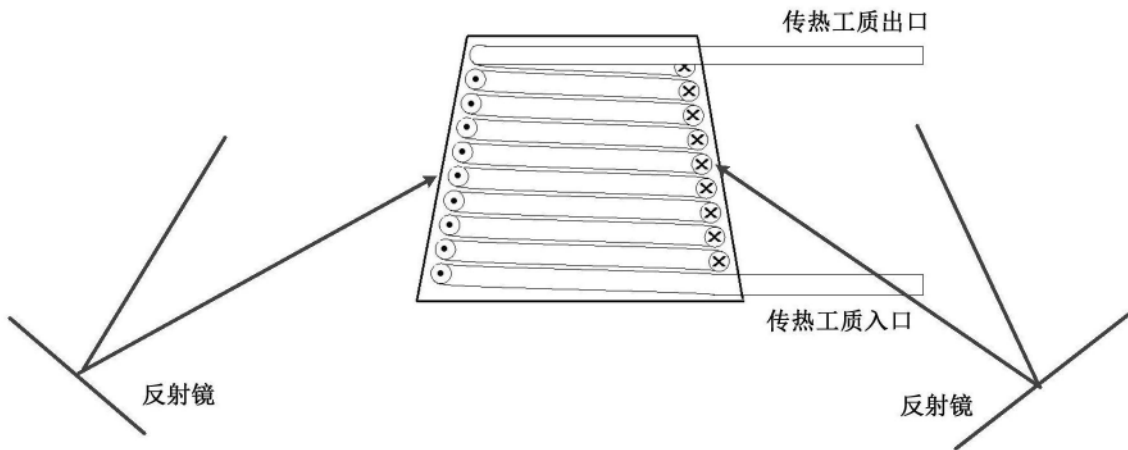


图6

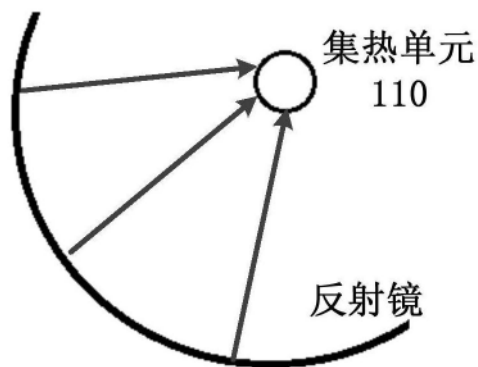


图7