



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104913513 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 16

(21) 申请号 201410084664. 0

F03G 6/06(2006. 01)

(22) 申请日 2014. 03. 10

(71) 申请人 容云

地址 100085 北京市海淀区上地南路 10 号  
院 1 号楼 6 单元 501

(72) 发明人 容云

(74) 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理  
有限公司 44224

代理人 郑小粤 樊辉

(51) Int. Cl.

F24J 2/00(2014. 01)

F24J 2/07(2006. 01)

F24J 2/30(2006. 01)

F24J 2/34(2006. 01)

H02S 40/44(2014. 01)

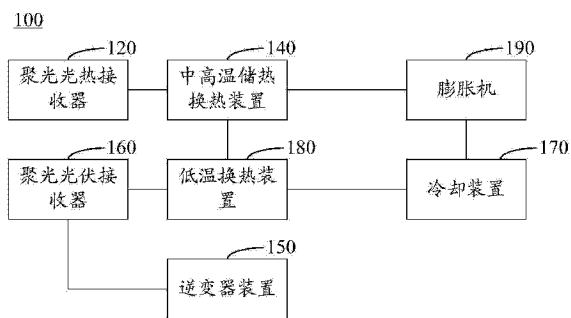
权利要求书2页 说明书10页 附图9页

(54) 发明名称

太阳能光伏、光热发电系统

(57) 摘要

本发明公开了一种太阳能光伏、光热发电系统,聚光光热接收器接收太阳能并转化为热能,中高温储热换热装置储存聚光光热接收器产生的热能。聚光光伏接收器接收太阳光并转换为电能,并通过逆变器装置输出交流电;低温换热装置采集聚光光伏接收器散热时产生的热能。膨胀机、冷却装置、中高温储热换热装置和低温换热装置通过管路相互连通构成朗肯循环回路,回路内工质循环工作将热能转换为动能。上述太阳能光伏、光热发电系统,将聚光光伏发电与聚光光热发电相结合,并且进一步采集了聚光光伏发电过程中产生的热能,在传统利用光伏发电的基础上,进一步的提高了太阳能的利用率,降低了聚光太阳能发电的成本,降低光伏电能输出的波动性。



1. 一种太阳能光伏、光热发电系统,其特征在于,包括:

聚光光热接收器,用于将太阳能转化为热能;

中高温储热换热装置,连接所述聚光光热接收器,用于储存所述聚光光热接收器产生的热能并进行传导;

聚光光伏接收器,用于将太阳能转化为电能;

低温换热装置,连接所述聚光光伏接收器,用于采集所述聚光光伏接收器散热时产生的热能并进行传导;

连接的膨胀机以及冷却装置,所述膨胀机和冷却装置分别通过泵和管路连通所述中高温储热换热装置和低温换热装置;所述低温换热装置、中高温储热换热装置、膨胀机、冷却装置和泵构成朗肯循环回路,所述朗肯循环回路内的热能转化为动能;

逆变器装置,连接所述聚光光伏接收器;所述聚光光伏接收器通过所述逆变器装置输出交流电。

2. 根据权利要求1所述的太阳能光伏、光热发电系统,其特征在于,还包括发电机,所述发电机连接所述膨胀机,用于将所述动能转换为电能。

3. 根据权利要求2所述的太阳能光伏、光热发电系统,其特征在于,所述中高温储热换热装置包括:

中高温储热罐,所述中高温储热罐充满熔融盐储热剂;

第一换热器,置于所述中高温储热罐内,包括第一工质入口和第一工质出口,所述第一工质入口和第一工质出口分别通过管路连接所述聚光光热接收器;其中,所述管路热连接所述聚光光热接收器的受光腔体;

第二换热器,置于所述中高温储热罐内,包括第二工质入口和第二工质出口,所述第二工质入口和第二工质出口分别通过管路连通所述低温换热装置和所述膨胀机。

4. 根据权利要求3所述的太阳能光伏、光热发电系统,其特征在于,所述第一换热器为耐高温工质换热器,用于通过耐高温工质循环换热;所述第二换热器为有机工质换热器,用于加热有机工质。

5. 根据权利要求4所述的太阳能光伏、光热发电系统,其特征在于,所述耐高温工质为空气或耐高温导热油,所述有机工质为R404a制冷剂。

6. 根据权利要求1所述的太阳能光伏、光热发电系统,其特征在于,所述低温换热装置包括:

低温储液换热罐,充有防冻冷却液,并设有冷却液入口和冷却液出口,所述冷却液出口通过管路连通泵并进一步连接所述聚光光伏接收器的散热器,所述冷却液入口通过管路连接所述聚光光伏接收器的散热器;所述聚光光伏接收器散热时产生的热量加热所述防冻冷却液,被加热的防冻冷却液进入所述低温储液换热罐储存换热,经过换热降温的所述防冻冷却液再次循环至所述聚光光伏接收器构成散热回路;

第三换热器,置于所述低温储液换热罐内,包括第三工质入口和第三工质出口,所述第三工质入口和第三工质出口分别通过泵和管路连通所述冷却装置和中高温储热换热装置;用于将所述聚光光伏接收器散热时产生的热量传导给所述中高温储热换热装置。

7. 根据权利要求6所述的太阳能光伏、光热发电系统,其特征在于,所述太阳能光伏、光热发电系统包括至少两个级联的低温换热装置,用于对所述防冻冷却液进行逐级散热;

每个所述低温换热装置之间的冷却液出口通过泵与下一所述低温换热装置的冷却液入口相互连通,每个所述低温换热装置之间的第三换热器的第三工质出口与上一所述低温换热装置的第三工质入口相互连通。

8. 根据权利要求 6 所述的太阳能光伏、光热发电系统,其特征在于,所述防冻冷却液通过所述聚光光伏接收器的散热器循环至所述低温储液换热罐的冷却液入口时的温度为  $90^{\circ}\text{C} - 120^{\circ}\text{C}$ 。

9. 根据权利要求 1 所述的太阳能光伏、光热发电系统,其特征在于,所述聚光光热接收器为准槽式聚光光热接收器。

10. 根据权利要求 1 所述的太阳能光伏、光热发电系统,其特征在于,所述聚光光伏接收器为准槽式点聚光光伏接收器。

## 太阳能光伏、光热发电系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能发电技术领域,特别是涉及一种太阳能光伏、光热发电系统。

### 背景技术

[0002] 太阳能热发电是先将太阳能转化为热能,再将热能转化成电能,它有两种转化方式,一种是将太阳热能直接转化成电能,如光伏发电;另一种方式是将太阳能转化为热能再通过热机转化为动能带动发电机发电,如光热发电。

[0003] 现有的聚光光伏发电装置,具有光电转化率高、成本低廉的特点。但是,因为太阳光线有强弱变化,造成光伏发电系统发出的电功率有波动性,很难保证电网的稳定性,从而制约了光伏发电系统的普及。一般的光热发电系统,主要包括槽式热电站和塔式热电站,因为可以储热,光热发电系统发出的电功率比较稳定,但光热发电系统普遍发电效率不高,成本较高。

### 发明内容

[0004] 基于此,有必要针对光伏发电系统稳定性差、光热发电系统发电效率不高的问题,提供一种发电效率高且发电系统稳定的太阳能光伏、光热发电系统。

[0005] 一种太阳能光伏、光热发电系统,包括:

[0006] 聚光光热接收器,用于将太阳能转化为热能;

[0007] 中高温储热换热装置,连接所述聚光光热接收器,用于储存所述聚光光热接收器产生的热能并进行传导;

[0008] 聚光光伏接收器,用于将太阳能转化为电能;

[0009] 低温换热装置,连接所述聚光光伏接收器,用于采集所述聚光光伏接收器散热时产生的热能并进行传导;

[0010] 连接的膨胀机以及冷却装置,所述膨胀机和冷却装置分别通过泵和管路连通所述中高温储热换热装置和低温换热装置;所述低温换热装置、中高温储热换热装置、膨胀机、冷却装置和泵构成朗肯循环回路,所述朗肯循环回路内的热能转化为动能;

[0011] 逆变器装置,连接所述聚光光伏接收器;所述聚光光伏接收器通过所述逆变器装置输出交流电。

[0012] 在其中一个实施例中,还包括发电机,所述发电机连接所述膨胀机,用于将所述动能转换为电能。

[0013] 在其中一个实施例中,所述中高温储热换热装置包括:

[0014] 中高温储热罐,所述中高温储热罐充满熔融盐储热剂;

[0015] 第一换热器,置于所述中高温储热罐内,包括第一工质入口和第一工质出口,所述第一工质入口和第一工质出口分别通过管路连接所述聚光光热接收器;其中,所述管路热连接所述聚光光热接收器的受光腔体;

[0016] 第二换热器,置于所述中高温储热罐内,包括第二工质入口和第二工质出口,所述

第二工质入口和第二工质出口分别通过管路连通所述低温换热装置和所述膨胀机。

[0017] 在其中一个实施例中,所述第一换热器为耐高温工质换热器,用于通过耐高温工质循环换热;所述第二换热器为有机工质换热器,用于加热有机工质。

[0018] 在其中一个实施例中,所述耐高温工质为空气或耐高温导热油,所述有机工质为R404a制冷剂。

[0019] 在其中一个实施例中,所述低温换热装置包括:

[0020] 低温储液换热罐,充有防冻冷却液,并设有冷却液入口和冷却液出口,所述冷却液出口通过管路连通泵并进一步连接所述聚光光伏接收器的散热器,所述冷却液入口通过管路连接所述聚光光伏接收器的散热器;所述聚光光伏接收器散热时产生的热量加热所述防冻冷却液,被加热的防冻冷却液进入所述低温储液换热罐储存换热,经过换热降温的所述防冻冷却液再次循环至所述聚光光伏接收器构成散热回路;

[0021] 第三换热器,置于所述低温储液换热罐内,包括第三工质入口和第三工质出口,所述第三工质入口和第三工质出口分别通过泵和管路连通所述冷却装置和中高温储热换热装置;用于将所述聚光光伏接收器散热时产生的热量传导给所述中高温储热换热装置。

[0022] 在其中一个实施例中,所述太阳能光伏、光热发电系统包括至少两个级联的低温换热装置,用于对所述防冻冷却液进行逐级散热;

[0023] 每个所述低温换热装置之间的冷却液出口通过泵与下一所述低温换热装置的冷却液入口相互连通,每个所述低温换热装置之间的第三换热器的第三工质出口与上一所述低温换热装置的第三工质入口相互连通。

[0024] 在其中一个实施例中,所述防冻冷却液通过所述聚光光伏接收器的散热器循环至所述低温储液换热罐的冷却液入口时的温度为 $90^{\circ}\text{C}$  - $120^{\circ}\text{C}$ 。

[0025] 在其中一个实施例中,所述聚光光热接收器为准槽式聚光光热接收器。

[0026] 在其中一个实施例中,所述聚光光伏接收器为准槽式点聚光光伏接收器。

[0027] 上述太阳能光伏、光热发电系统,聚光光热接收器接收太阳能并转化为热能,中高温储热换热装置通过连接上述聚光光热接收器,储存聚光光热接收器产生的热能并进行进一步的传导。聚光光伏接收器接收太阳光并转换为电能,并通过逆变器装置输出交流电;在上述转换电能的过程中,部分太阳能转换为热能,低温换热装置采集上述未转换为电能的太阳能,并进行传导。膨胀机和冷却装置分别通过泵和管路连通上述中高温储热换热装置和低温换热装置并构成朗肯循环回路,上述朗肯循环回路内的热能被转换为动能。上述太阳能光伏、光热发电系统,将聚光光伏发电与聚光光热发电相结合,并且进一步采集了聚光光伏发电过程中产生的热能,在传统利用光伏发电的基础上,进一步的提高了太阳能的利用率。上述太阳能光伏、光热发电系统解决了仅使用光热发电的太阳能利用效率不高、仅使用光伏发电时系统稳定性差的问题,并且在此基础上进一步提高了太阳能的使用率。

#### 附图说明

[0028] 图1为本发明一实施例的太阳能光伏、光热发电系统示意图;

[0029] 图2为本发明另一实施例中太阳能光伏、光热发电系统示意图;

[0030] 图3为图2所示实施例的聚光光热接收器截面示意图;

[0031] 图4为一实施例的准槽式点聚光太阳能利用装置示意图;

- [0032] 图 5 为另一实施例的准槽式点聚光太阳能利用装置示意图；
- [0033] 图 6 为图 5 所示实施例支架一侧点聚光元件排布俯视图；
- [0034] 图 7 为图 5 所示实施例接收口示意图；
- [0035] 图 8 为图 5 所示实施例点聚光元件相对于对应的光电转换装置的入射角示意图；
- [0036] 图 9 为图 5 所示实施例光电转换装置示意图；
- [0037] 图 10 为另一实施例中光电转换装置示意图。

### 具体实施方式

[0038] 一种太阳能光伏、光热发电系统，将传统的光热发电和光伏发电相结合，实现了光热发电和光伏发电的优点结合并避免了各自使用时的太阳能利用率低、发电效率低和系统稳定性差等问题。在此基础上，进一步利用传统光伏发电过程中不能被光伏电池吸收的太阳能，即传统光伏电池散热时产生的热能，将上述热能采集，并通过上述光热发电系统中的朗肯循环进一步转换为动能或电能，实现了尽可能的利用太阳能并将其转换为电能。在上述采集并传导上述光伏发电过程中产生的热能时，采取逐级散热的方式，能够使上述热能以尽可能大的传导率传导入上述朗肯循环，提高了上述光伏发电过程中产生的热能的转换率，进一步提高了太阳能光伏、光热发电系统太阳能的利用率。

[0039] 下面结合附图和实施例对本发明进行进一步详细的说明。

[0040] 图 1 所示，为本发明一实施例的太阳能光伏、光热发电系统示意图。

[0041] 参考图 1，一种太阳能光伏、光热发电系统 100，包括聚光光热接收器 120、中高温储热换热装置 140、聚光光伏接收器 160、低温换热装置 180、膨胀机 190、冷却装置 170 以及逆变器装置 150。其中，冷却装置 170 内设置有泵(图未示)。

[0042] 上述中高温储热换热装置 140 连接聚光光热接收器 120，低温换热装置 180 连接聚光光伏接收器 160 和中高温储热换热装置 140，膨胀机 190 和冷却装置 170 分别通过管路连通中高温储热换热装置 140 和低温换热装置 180。聚光光热接收器 120 接收太阳能并转化为热能，中高温储热换热装置 140 通过管路连接聚光光热接收器 120，储存聚光光热接收器 120 产生的热能并进行进一步的传导。聚光光伏接收器 160 接收太阳光并转换为电能，进一步通过逆变器装置 150 输出交流电。在上述聚光光伏接收器 160 将光能转换为电能的过程中，有部分太阳能转换为热能，低温换热装置 180 采集上述未转换为电能的热能，并通过管路将上述热能传导给中高温储热换热装置 140；上述热能的传导指的是，通过对工质进行加热，通过管路对工质进行传导，完成对热能的传导；上述中高温储热换热装置 140 对上述低温换热装置 180 传导的工质进行再次加热后进行进一步传导。膨胀机 190 和冷却装置 170 分别通过管路连通上述中高温储热换热装置 140 和低温换热装置 180 并构成朗肯循环回路，上述朗肯循环将太阳能光伏、光热发电系统 100 内的热能转换为动能，上述动能可进一步转换为电能。

[0043] 具体的，上述管路为包覆有保温材料的保温管路。

[0044] 上述太阳能光伏、光热发电系统 100，将聚光光伏发电与聚光光热发电技术相结合，并且进一步采集了聚光光伏发电过程中散热产生的热能，在传统利用光伏发电的基础上，进一步的提高了太阳能的利用率。上述太阳能光伏、光热发电系统 100 解决了仅使用光热发电时太阳能利用效率不高、仅使用光伏发电时系统稳定性差的问题，并且在此基础上

进一步提高了太阳能的使用率。

[0045] 图 2 所示,为本发明另一实施例中太阳能光伏、光热发电系统示意图。

[0046] 参考图 2,一种太阳能光伏、光热发电系统 200,包括聚光光热接收器 202、中高温储热换热装置 204、聚光光伏接收器 208、低温换热装置 212、膨胀机 216、冷却装置 218 以及逆变器装置 210。

[0047] 上述中高温储热换热装置 204 通过保温管路热连接聚光光热接收器 202 的受光腔体(图未示),低温换热装置 212 通过保温管路连接聚光光伏接收器 208 的散热器(图未示),低温换热装置 212 通过管路连通中高温储热换热装置 204,聚光光伏接收器 208 连接逆变器装置 210 输出交流电;膨胀机 216 和冷却装置 218 分别通过管路连通中高温储热换热装置 204 和低温换热装置 212,并构成朗肯循环回路,上述朗肯循环将太阳能光伏、光热发电系统 200 内的热能转换为动能。根据需要,上述动能可进一步转换为电能。

[0048] 进一步的,上述太阳能光伏、光热发电系统 200 还包括发电机 220,上述发电机 220 连接膨胀机 216,用于将上述朗肯循环产生的动能转换为电能,并进一步通过开关 222 连接外部电路将上述电能进行输出。

[0049] 具体的,参考图 2,上述中高温储热换热装置 204 包括:中高温储热罐 2042、第一换热器 2044 和第二换热器 2046。

[0050] 上述中高温储热罐 2042 封闭并充满熔融盐储热剂,用于储存热量。具体的,上述熔融盐储热剂为硝酸盐储热剂。上述第一换热器 2044 为管状换热器,置于上述中高温储热罐 2042 内并通过第一工质入口 a 和第一工质出口 b 从上述中高温储热罐 2042 伸出,上述第一工质入口 a 和第一工质出口 b 分别通过管路连接上述聚光光热接收器 202。上述第一换热器 2044 与上述管路构成的管状回路内充满耐高温工质,通过上述耐高温工质将聚光光热接收器 202 转换的热能传导给上述中高温储热罐 2042 内的熔融盐储热剂,熔融盐储热剂吸收热量相变到液态对上述热能进行存储。具体的,上述第一换热器 2044 为耐高温工质换热器,用于通过耐高温工质循环换热。具体的,上述耐高温工质为空气或者耐高温导热油。在其他的实施例中,上述耐高温工质也可选择其他耐高温工质。

[0051] 参考图 2,上述第一工质出口 b 通过泵 206 和保温管路连接上述聚光光热接收器 202。通过泵 206 提供动力,将上述第一换热器 2044 和与之连接的管路内的耐高温工质形成循环,持续的将聚光光热接收器 202 产生的热能传导给上述中高温储热罐 2042 内的熔融盐储热剂。

[0052] 图 3 所示,为图 2 所示实施例聚光光热接收器截面示意图。

[0053] 参考图 3,上述管路热连接上述聚光光热接收器 202 的受光腔体 2022。通过上述受光腔体 2022 将聚光光热接收器 202 产生的热能吸收并进行传导。具体的上述管路和上述受光腔体非受光面的部分,包覆有保温材料,防止热能流失。

[0054] 参考图 2,上述第二换热器 2046 置于中高温储热罐 2042 内,为管状换热器,包括第二工质入口 c 和第二工质出口 d,上述第二工质入口 c 和第二工质出口 d 伸出上述中高温储热罐 2042 并分别通过管路连通低温换热装置 212 和膨胀机 216。具体的,上述第二换热器 2046 与管路形成的管状回路内充满有机工质。具体的,上述第二换热器 2046 为有机工质换热器。具体的,上述有机工质为 R404a 制冷剂。

[0055] 具体的,上述太阳能光伏、光热发电系统 200 包括若干个级联的低温换热装置

212,用于对聚光光伏接收器 208 的防冻冷却液进行逐级降温。参考图 2 所示实施例中,包括三个上述低温换热装置 212。

[0056] 具体的,上述每个低温换热装置 212 包括低温储液换热罐 2122 和第三换热器 2124。每个低温储液换热罐 2122 分别设有冷却液入口 e 和冷却液出口 f,第三换热器 2124 为管状换热器,置于上述低温储液换热罐 2122 内,并通过第三工质入口 g 和第三工质出口 h 分别伸出低温储液换热罐 2122。

[0057] 每个低温换热装置 212 之间的冷却液出口 f 通过泵 206 与下一低温换热装置 212 的冷却液入口 e 相互连通,每个低温换热装置 212 之间的第三工质出口 h 与上一低温换热装置 212 的第三工质入口 g 相互连通。低温换热装置 212 构成的级联结构两端的冷却液入口 e 与冷却液出口 f 通过管路连接聚光光伏接收器 208,具体的,上述冷却液出口 f 通过连通泵(图未标)进一步聚光光伏接收器 208;第三工质入口 g 连通冷却装置 218,第三工质出口 h 连通上述中高温储热换热装置 204 的第二工质入口 c。

[0058] 上述低温储液换热罐 2122 内充有防冻冷却液,低温储液换热罐 2122 之间通过冷却液出口 f 和冷却液入口 e 相互连通,并通过两端的冷却液出口 f 和冷却液入口 e 连接聚光光伏接收器 208,形成防冻冷却液的循环,实现将聚光光伏接收器 208 散热时产生的热量不断的传导至低温储液罐中。

[0059] 上述低温换热装置 212 的级联结构中,第三换热器 2124 之间通过第三工质出口 h 和第三工质入口 g 相互连通,并通过两端的第三工质出口 h 和第三工质入口 g 分别连通中高温储热换热装置 204 的第二工质入口 c 和冷却装置 218,形成了有机工质的朗肯循环,实现了将聚光光伏接收器 208 散热时产生的热能和聚光光热接收器 202 产生的热能全部传导至上述朗肯循环内,加热有机工质使其沸腾,进而驱动膨胀机将热能转换为动能,并可进一步转换为电能,提高了太阳能的使用率。

[0060] 上述级联结构,实现了将聚光光伏电池的散热器散热时产生的热量更大程度的传导至朗肯循环内,使之更大程度上转换为电能,实现了在聚光光伏部分太阳能利用率达到 30% 以上。

[0061] 具体的,参考图 2,经过聚光光伏接收器 208 进入上述低温换热装置 212 的防冻冷却液的温度为  $90^{\circ}\text{C}$  -  $120^{\circ}\text{C}$ ,通过设置泵 206 或者设置自动感应装置(图未示),控制第一个低温换热装置 212 内的防冻冷却液保持在  $80^{\circ}\text{C}$  左右,第二个低温换热装置 212 内的防冻冷却液保持在  $60^{\circ}\text{C}$  左右,第三个低温换热装置 212 内的防冻冷却液保持在  $40^{\circ}\text{C}$  左右然后再次经过聚光光伏接收器 208,完成防冻冷却液的循环。

[0062] 在其他的实施例中,上述低温换热装置 212 数量也可为 1 个、2 个或者多于三个。当低温换热装置 212 数量只有 1 个时,其冷却液入口 e 和冷却液出口 f 分别通过管路连接聚光光伏接收器 208。进一步的,冷却液出口 f 通过泵 206 连接聚光光伏接收器 208。低温储液换热罐 2122 内充有防冻冷却液,防冻冷却液通过冷却液出口 f、泵 206 和聚光光伏接收器 208 后,再通过冷却液入口 e 回到低温储液换热罐 2122,在上述循环中防冻冷却液将聚光光伏接收器 208 散热时产生的热量传导至低温储液换热罐 2122。上述第三换热器 2124 通过第三工质入口 g 和第三工质出口 h 分别伸出低温储液换热管,并分别通过管路连通冷却装置 218 和中高温储热换热装置 204 的第二工质入口 c,构成有机工质的朗肯循环,将循环内的热能进一步转换为电能。



[0063] 当上述级联的低温换热装置 212 数量为多个时,低温换热装置 212 之间的温度等差降低或者按照预设的温差梯度降低,实现梯度降温或者梯度散热,能够保证上述聚光光伏接收器 208 散热时产生的热能最大程度的被传导至上述中高温储热换热装置 204 中,进一步提高太阳能的利用率。

[0064] 进一步的,上述太阳能光伏、光热发电系统 200 包括至少两个由阀门 214、膨胀机 216、发电机 220 以及开关 222 组成的串联单元(图未标),每个单元之间相互并联,阀门 214 分别连通中高温储热换热装置 204 的第二工质出口 d,膨胀机 216 分别连通冷却装置 218,开关 222 分别连接外部电路,实现将朗肯循环产生的电能传输至外部电路加以应用。具体的,上述膨胀机 216 为螺杆膨胀机或涡旋膨胀机。

[0065] 在其他实施例中,上述膨胀机 216 也可以是透平膨胀机。

[0066] 具体的,上述聚光光伏接收器 208 为准槽式点聚光光伏接收器,即一种准槽式点聚光太阳能利用装置。

[0067] 上述准槽式点聚光太阳能利用装置,通过将多个点聚光元件设置为准槽式结构,方便了后续对上述多个点聚光元件的清洗工作,并且针对每一个点聚光元件都设置了相应的光电转换装置,提高了太阳能利用率。通过设置点聚光元件的特征参数以及相应的光电转换装置、散热装置、导电结构、支撑结构等的参数数据,进一步提高了太阳能的利用率,降低了制造成本和维护成本。通过在支撑装置两侧分别设置至少两排光伏电池,在各排之间,相邻的光伏电池对应的光电转换装置可共用一个接收口,降低了准槽式点聚光太阳能利用装置的生产成本,并且为电路和冷却液管路的布置提供了方便。在光电转换装置的设置上,通过在导热电路板上设置多个矩阵排列的光伏电池,每个电池之间相互并联并分别连接保护电路,在使用的时候,如果其中一个光伏电池发生故障,可单独更换相应的光伏电池,从而不影响其他光伏电池的正常使用,不影响整个光电转换装置的使用,进一步的提高了准槽式点聚光太阳能利用装置的可行性,提高了系统的整体寿命,降低了维护成本。

[0068] 下面结合附图和实施例,对上述准槽式点聚光太阳能利用装置进行进一步详细的说明。

[0069] 图 4 所示,为一实施例的准槽式点聚光太阳能利用装置示意图。

[0070] 参考图 4,一种准槽式点聚光太阳能利用装置 300,包括支撑装置 320、多个点聚光元件 340 以及多个光电转换装置 360。

[0071] 其中,支撑装置 320 包括支架 322 和底座 324,底座 324 对称分布在支架 322 的两侧,多个点聚光元件 340 对称分布在上述支架 322 两侧的底座 324 上,形成准槽式结构;多个光电转换装置 360,位于支架 322 与底座 324 相对的一端,光电转换装置 360 与点聚光元件 340 数量相等并与点聚光元件 340 一一对应,光电转换装置 360 的受光口朝向所对应的点聚光元件 340 并位于所对应的点聚光元件 340 的聚光焦点处。

[0072] 上述准槽式点聚光太阳能利用装置 300,点聚光元件 340 接收并汇聚太阳光,与上述点聚光元件 340 相应的光电转换装置 360 将上述点聚光元件 340 汇聚的太阳光转换为电能。将上述准槽式点聚光太阳能利用装置的太阳光接收部位,即上述点聚光元件 340 的整体结构设置为准槽式结构,针对每个点聚光元件 340 设置了相应的光电转换装置 360,在改善后续清洗工作的同时,进一步降低了系统成本。将槽式结构与点聚光技术相结合,使得更多的点聚光元件 340 可以公用同一支撑装置 320,让开了点聚光元件 340 上方空间,方便后

续通过使用自动清洁装置(图未示)对点聚光元件 340 进行清洁,并且方便进行更换点聚光元件 340 等操作,上方支架 322 使各光电转换装置 360 横向连接,这方便布置导线和散热回路(图未示)。

[0073] 图 5 所示,为另一实施例的准槽式点聚光太阳能利用装置示意图。

[0074] 参考图 5,一种准槽式点聚光太阳能利用装置 400,包括支撑装置 420、多个点聚光元件 440 以及多个光电转换装置 460。

[0075] 其中,支撑装置 420 包括支架 422 和底座 424,底座 424 对称分布在支架 422 的两侧,多个点聚光元件 440 对称分布在上述支架 422 两侧的底座 424 上,形成准槽式结构;多个光电转换装置 460,位于支架 422 与底座 424 相对的一端,光电转换装置 460 与点聚光元件 440 数量相等并与点聚光元件 440 一一对应,光电转换装置 460 的受光口朝向所对应的点聚光元件 440 并位于所对应的点聚光元件 440 的聚光焦点处。

[0076] 其中,支架 422 每侧包括至少 2 排上述点聚光元件 440,即至少 2 组点聚光元件组 442(参考图 5)。图 5 所示实施例中,包括 2 排点聚光元件 440,即 2 组上述点聚光元件组 442。上述支撑装置 420 一侧,与上述支架 422 相邻的点聚光元件 440 构成上述一排点聚光元件,即一组点聚光元件组 442;与上述一组点聚光元件组 442 相邻的一排点聚光元件构成另一组点聚光元件组(图未标)。

[0077] 在其他实施例中,上述准槽式点聚光太阳能利用装置 400 也可仅在支架 422 的一侧设置一排或者多排上述点聚光元件。

[0078] 图 6 所示,为图 5 所示实施例支架一侧点聚光元件排布俯视图。

[0079] 图 7 所示,为图 5 所示实施例接收口示意图。

[0080] 参考图 6,上述每组点聚光元件组 442,每组之间相邻的点聚光元件 440 错开预定距离  $L$ ,相应的,与上述错开的相邻的点聚光元件 440 对应的光电转换装置 460 可设置于支架 422 上的同一个接收口 4222 内,上述同一接收口 4222 内的光电转换装置 460 的受光口分别朝向相应的点聚光元件 440,并分别位于相应点聚光元件 440 的聚光焦点处(参考图 7)。参考图 5 所示实施例,通过在支撑装置 420 每侧设置 2 排点聚光元件 440,使用上述一个准槽式点聚光太阳能利用装置 400,可完成两个一侧只设置一排点聚光元件的准槽式点聚光太阳能利用装置 300(参考图 4)共同工作时的发电量,减少了准槽式点聚光太阳能利用装置 300 的制造成本。

[0081] 具体的,上述预定距离  $L$  可根据需要设定不同的值。在本实施例中,该预定距离  $L$  设定为 10mm。

[0082] 在其他的实施例中,也可设置支架 422 每侧的点聚光元件组 442 的组数,并相应设置接收口 4222 内的光电转换装置 460 的个数以及相应的朝向及位置关系。如果设置的组数大于 2,则每一组之间相邻的点聚光元件 440 沿一个方向进行错位排列,以保证在同一接收口 4222 内能够容纳上述每一组之间相邻的点聚光元件 440 所对应的光电转换装置 460。

[0083] 图 8 所示,为图 5 所示实施例点聚光元件相对于对应的光电转换装置的入射角示意图。

[0084] 图 5 所示实施例中,点聚光元件 440 为反射式点聚光元件。上述点聚光元件 440 的焦距为 0.8m-1.5m,每个点聚光元件 440 相对于对应的光电转换装置 460 的入射角小于  $30^{\circ}$ 。其中,入射角为每个点聚光元件 440 的法线与相应的入射光的夹角。参考图 8,第一

排点聚光元件 440 相对于相应的光电转换装置 460 的视图平面上的入射角为  $\alpha$ ，第二排点聚光元件 440 相对于相应的光电转换装置 460 的入射角为  $\beta$ ，其中  $\alpha$ 、 $\beta$  的角度均小于  $30^\circ$ ，且大致相同。通过设置上述点聚光元件的特征参数，包括点聚光元件的焦距，并进一步设置点聚光元件的入射角度，可进一步提高太阳能的利用率。进一步的，上述点聚光元件的焦距为 1m，入射角均小于  $20^\circ$ ，上述设置采用现有的砷化镓光伏电池产品（三节砷化镓光伏电池的光电转换效率约为 40%）可达到太阳能的实际利用率约为 25%~30%。具体的，当上述砷化镓多级光伏电池的效率超过 50%，则本系统的实际发电效率接近 40%。

[0085] 具体的，参考图 5，上述反射式点聚光元件为抛物面反射镜。上述抛物面反射镜的受光面积为  $0.2\text{m}^2\text{--}0.75\text{m}^2$ ，抛物面反射镜在光电转换装置 460 的受光口形成的入射光斑面积小于  $35\text{mm}\times 35\text{mm}$ ，受光面积与入射光斑的面积之比大于 250。上述参数设置，保证了点聚光入射光斑的入射光强，使光能转换为电能的转换效率更高。具体的，上述抛物面反射镜的受光面积为  $0.4\text{m}^2$ ，上述抛物面反射镜的焦距与受光面积的平方根之比大于 1.2 且小于 3。具体的，上述比值为 1.5。通过设置上述比值，可使通过抛物面反射镜到达光电转换装置 460 的入射光斑的面积更小，光强更集中，满足高倍聚光光伏电池的理想工作范围。

[0086] 图 9 所示，为图 5 所示实施例光电转换装置示意图。

[0087] 图 10 所示，为另一实施例中光电转换装置示意图。

[0088] 参考图 9、图 10，图 5 所示实施例中光电转换装置 460 包括多个光伏电池 462、多个导热电路板 464、多个导电片 466、散热器 468、外壳（图未示）以及安装板 469。

[0089] 其中，上述多个光伏电池 462 分别设于相应的导热电路板 464 上，用于将点聚光元件 440 发射的太阳光转换为电能，导热电路板 464 用于固定上述光伏电池 462，并传导光伏电池 462 工作时产生的热量；多个导电片 466，分别设于上述导热电路板 464 上，并分别连接上述光伏电池 462，用于向外部电路导出光伏电池 462 产生的电能；散热器 468，通过热管 467 连接上述导热电路板 464，用于导出光伏电池 462 工作时产生的热量；外壳，用于容纳上述导热电路板 464、光伏电池 462、导电片 466、散热器 468、安装板 469 和热管 467，并设有受光口，光伏电池 462 通过上述受光口接收点聚光元件 440 汇聚的太阳光。其中，安装板 469 用于承载上述多个光伏电池 462、多个导热电路板 464、多个导电片 466 等。

[0090] 具体的，上述散热器 468 和热管 467 构成散热装置（图未标），导电片 466 构成导电结构（图未标），安装板 469 构成支撑机构（图未标）。通过设置点聚光元件 440 的特征参数以及相应的光电转换装置 460、散热装置、导电结构、支撑结构等的参数数据，进一步提高了太阳能的利用率，降低了制造成本和维护成本。

[0091] 上述多个光伏电池 462 通过上述受光口接收点聚光元件 440 汇聚的太阳光，并将接收到的入射光斑的能量转换为电能，并通过上述连接每个光伏电池 462 的导电片 466 向外部电路（图未示）分别导出每个光伏电池 462 产生的电能；上述光伏电池 462 并不能将全部的光能转化为电能，在上述光伏电池 462 将光能转化为电能的同时，一部分不能被光伏电池 462 转换的光能变成热能，上述导热电路板 464 传导上述多个光伏电池 462 工作时产生的热能，并通过散热器 468 导出上述热能。上述散热器设有冷却液入口 4682 和冷却液出口 4684，分别连接低温换热装置 212 进行梯级散热。

[0092] 具体的，上述冷却液入口 4682 和冷却液出口 4684 分别通过管路连通上述低温换热装置 212 的冷却液出口 f 和冷却液入口 e。进一步的，上述冷却液入口 4682 通过泵 206

连通上述冷却液出口 f。具体的,上述管路为包覆有保温材料的管路,防止上述防冻冷却液循环时防冻冷却液的温度受到外界温度的影响。

[0093] 具体的,上述光伏电池 462 为多结砷化镓光伏电池。上述光伏电池 462 的数量为 4 个,每个光伏电池 462 布置在独立的导热电路板 464 上,各导热电路板 464 呈四方矩阵排列,形成光伏电池组(图未标)。其中,对角布置的光伏电池 462 相互并联并连接保护电路(图未示),两组对角位置的并联光伏电池 462 组相互串联;或者,上述 4 个光伏电池 462 相互并联并共用一个保护电路。并且,在上述准槽式点聚光太阳能利用装置 400 中,不同的点聚光元件 440 所对应的光电转换装置 460 的光伏电池 462 组之间相互串联,使得各聚光元件 440 输出电压相加,而电流相等,这样可以不需要增加导线截面积,传输更多的电能。因为各聚光元件 440 的面积相等,各光伏电池 462 效率相等,所以,各聚光元件 440 所对应的光伏电池组所产生的理想电流相等,满足串联条件;实验证明,在同一聚光元件下 4 个光伏电池 462 中对角的光伏电池 462 电流之和与另一对角的光伏电池 462 的电流之和很接近,满足串联条件,如果两组不同对角的光伏电池 462 串联,可以将电压提升一倍,电流下降一倍,从而降低了对导线截面积的要求,节约了导线,降低了导线上的损耗。

[0094] 上述每个光电转换装置 460 中的光伏电池组中,每个光伏电池 462 布置在独立的导热电路板 464 上,当其中一个光伏电池 462 发生故障时,不需要将整个光伏电池组进行更换,只需要将发生故障的光伏电池 462 取下更换即可,并不影响其他光伏电池 462 的正常工作,方便了准槽式点聚光太阳能利用装置 400 的持续使用,并提高了准槽式点聚光太阳能利用装置 400 的使用寿命。

[0095] 在其他的实施例中,上述光伏电池组中的每个光伏电池 462 也可以相互串联。

[0096] 具体的,上述每个光伏电池 462 的受光范围大于等于  $9\text{mm}\times 9\text{mm}$ 。当上述光伏电池 462 数量为四个时,上述光伏电池组的整体受光面略小于  $40\text{mm}\times 40\text{mm}$ ,进一步的,略小于  $38\text{mm}\times 38\text{mm}$ 。并且,抛物面反射镜在光电转换装置的受光口形成的入射光斑面积小于  $35\text{mm}\times 35\text{mm}$ ,使入射光斑能量更强,实现上述入射光斑能够完全的落在光伏电池 462 组的受光面内,保证尽可能的将太阳能转化为电能。在另一实施例中,上述每个光伏电池 462 的受光范围为  $10\text{mm}\times 10\text{mm}$ 。

[0097] 具体的,上述外壳上的受光口的宽度大于  $60\text{mm}$ ,能够保证光伏电池 462 组的受光面完全的暴露,并保证入射光斑完全的落入上述光伏电池 462 组的受光范围内。

[0098] 进一步的,参考图 10,上述光电转换装置还包括二次聚光器 465,上述二次聚光器 465 包括光输入端(图未标)和光输出端(图未标),光输入端呈矩阵状向光输出端密集靠拢,光输出端光学连接光伏电池 462。上述二次聚光器 465 的光输入端接收从受光口射入的太阳光,并进行二次聚光,光输出端将二次聚光后的太阳光射入上述光伏电池组。

[0099] 上述点聚光元件反射的太阳光并不均匀,通过使用二次聚光器,将上述点聚光元件发射的不均匀的太阳光进行进一步聚光处理,使射入的入射光斑更小光强更强,使射入上述光伏电池 462 组的入射光斑相对均匀,提升了单位面积光伏电池 462 所接收的太阳光的强度,以进一步提高太阳能的利用率。具体的,上述二次聚光器为透射式二次聚光棱镜,或反射式二次聚光杯。

[0100] 上述准槽式点聚光太阳能利用装置应用时放置于追日仪上,由追日仪自动跟踪太阳位置,使准槽式点聚光太阳能利用装置点聚光元件与太阳光的夹角保持在一定角度范

围内不变,或保持准槽式点聚光太阳能利用装置的点聚光元件正对于太阳。具体的,太阳实际入射光线与理想入射光线之夹角为  $\delta$ , 并且,  $|\delta| \leq 0.5^\circ$ 。

[0101] 上述尺寸链,包括抛物面反射镜的焦距、受光面、入射角、入射光斑的大小、光伏电池 462 的受光面等,兼顾平衡了二次聚光器 465 对入射光角度的限制,追日仪控制误差造成的光斑在受光区域晃动的的影响,光伏电池 462 理想受光强度,光伏电池 462 在对极端受光不均匀时的受光强度的耐受能力范围限制,导线截面尺寸对电流强度的限制,导线硬度对电路板的影响,串联升压限制条件,实现光伏电池 462 逐个电流导出,散热器 468 空间尺寸和布置,散热器 468 的导热性能,光伏电池 462 独立更换,点聚光元件 440 加工精度允许范围,点聚光元件 440 安装方便性,点聚光元件 440 清洁的方便性,风压对追日仪的影响,系统的造价尽量低廉等诸多问题。

[0102] 进一步的,上述聚光光热接收器同样可以为准槽式聚光光热接收器,上述准槽式聚光光热接收器与上述准槽式聚光光伏接收器采用相同的支撑结构,只是将点聚光元件 440 汇聚的光斑位置所设置的光电转换装置 460 替换为光热转换接收器。在另一实施例中,光热转换接收器如图 3 所示。聚光光伏接收器 208 和聚光光热接收器 202 可以使用同样尺寸的点聚光元件 440 和支撑结构,因为聚光光热接收器对聚光元件精度要求不高,可以在聚光光热接收器 202 上使用相对于聚光光伏接收器 208 是误差超标的聚光元件,使得聚光元件 440 的废品率趋近于 0,从而可以进一步降低系统成本。

[0103] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

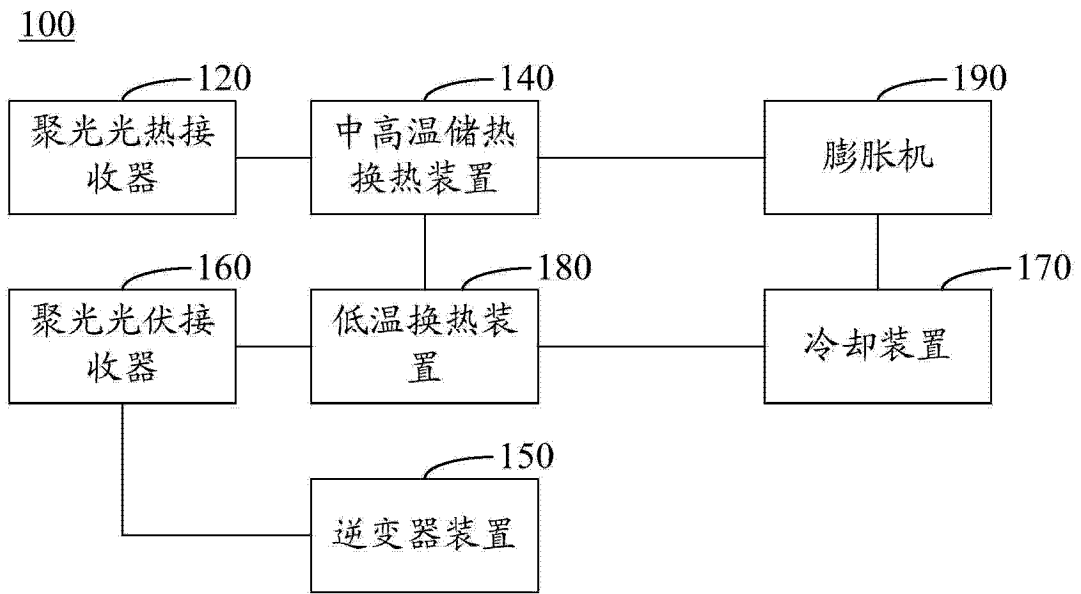


图 1

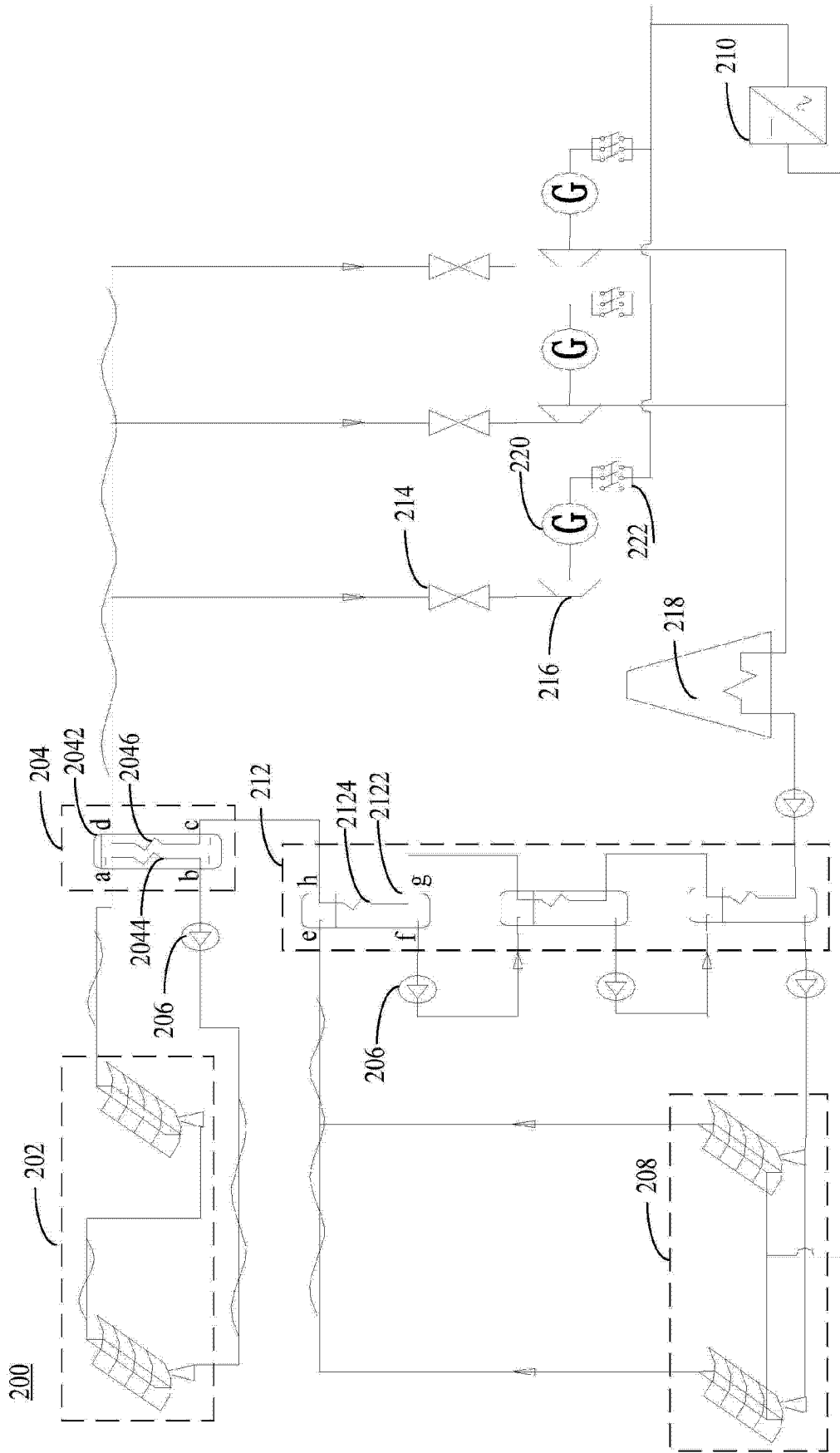


图 2

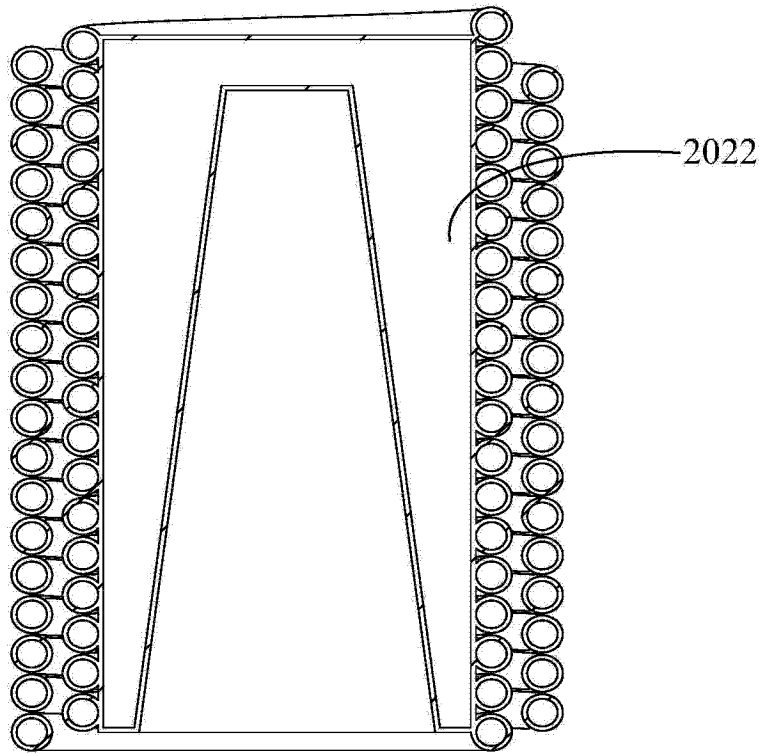


图 3



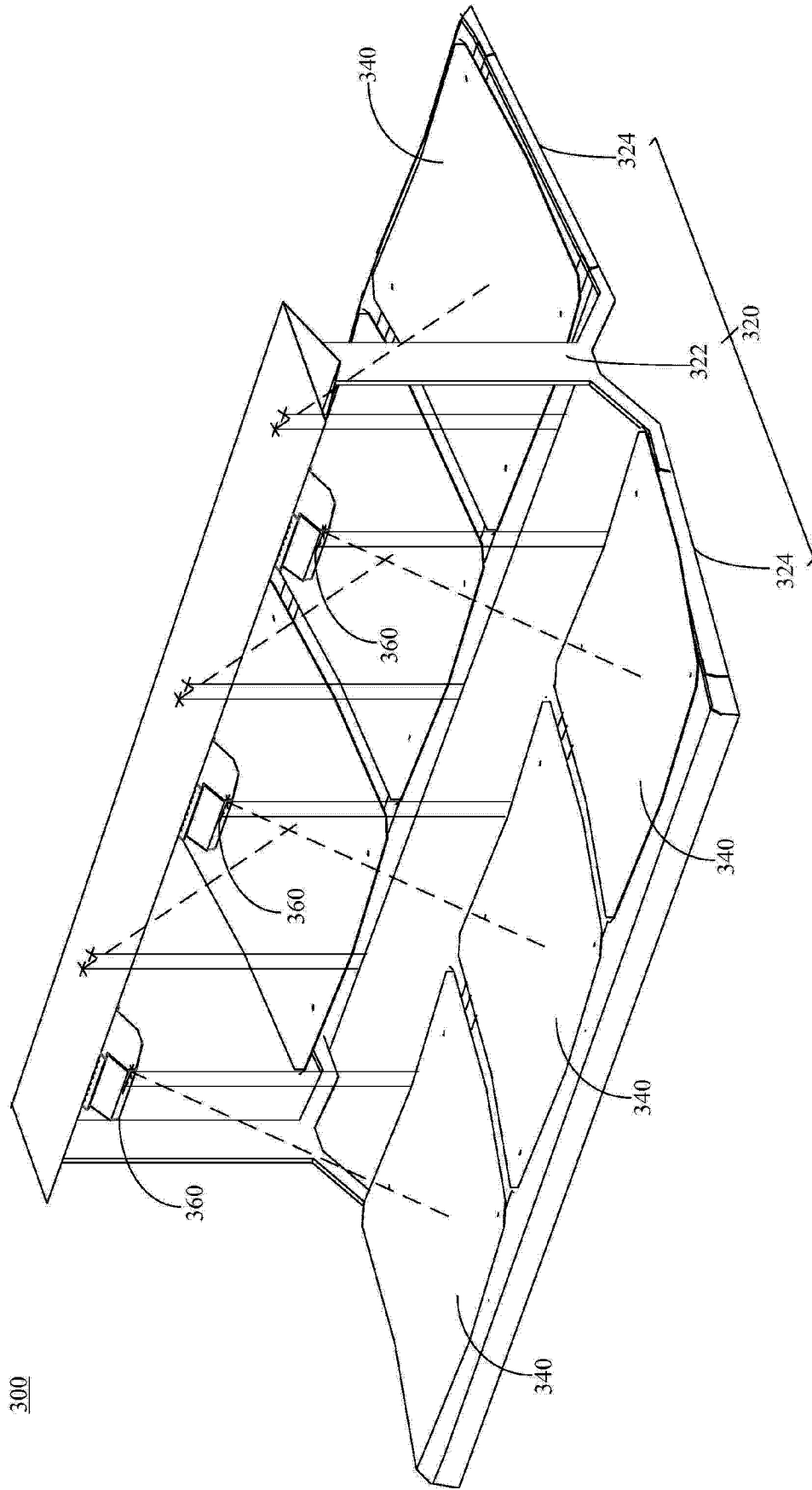


图 4

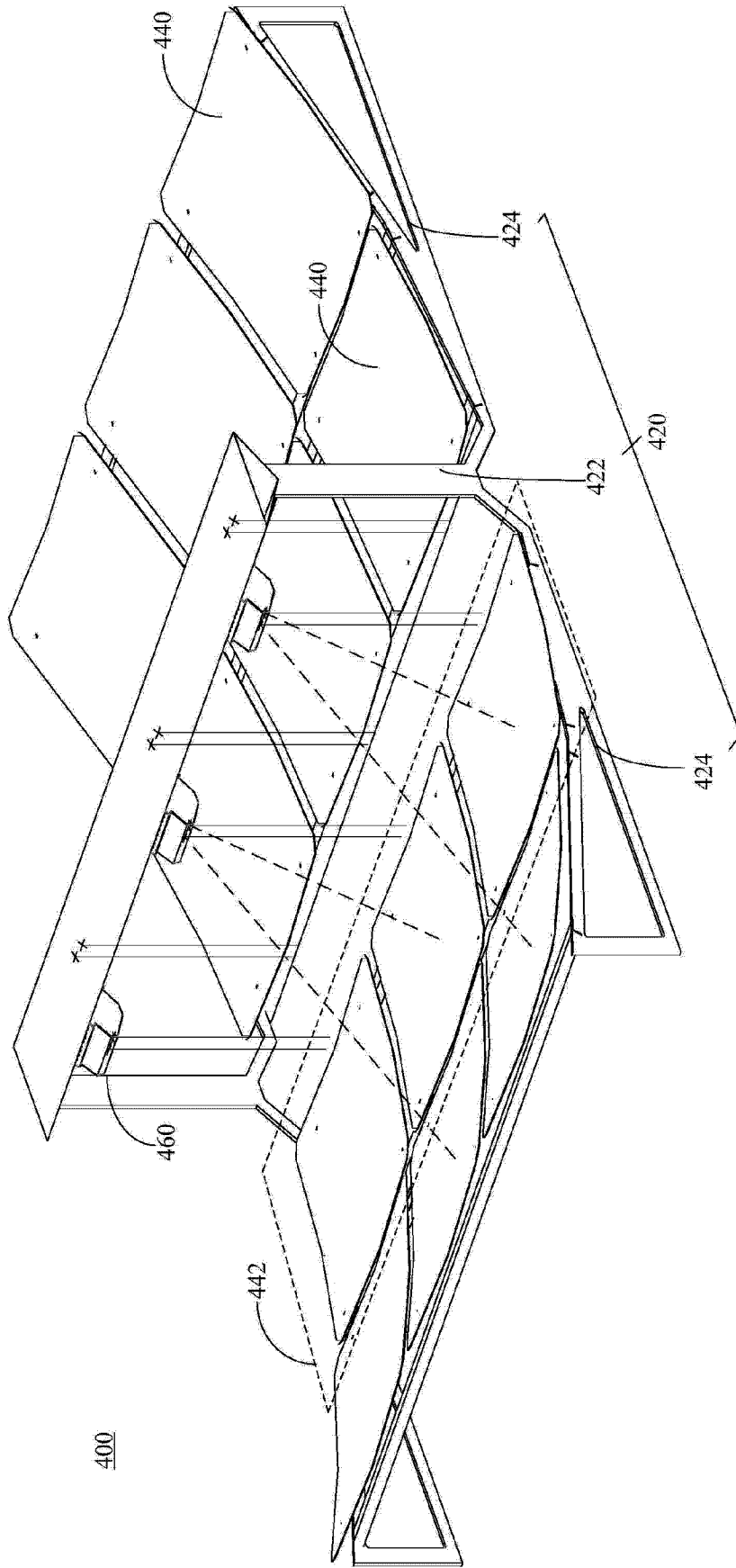


图 5

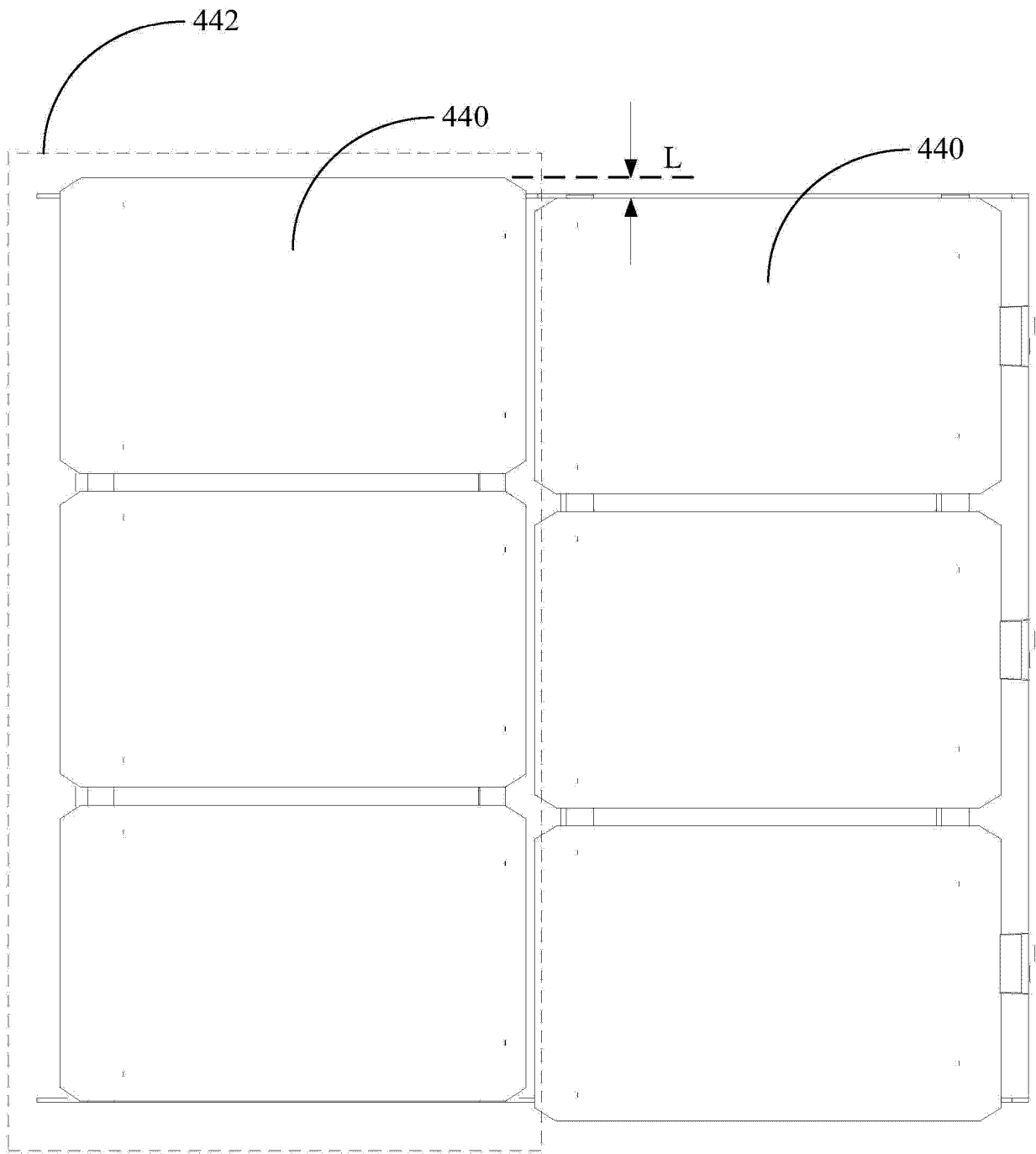


图 6

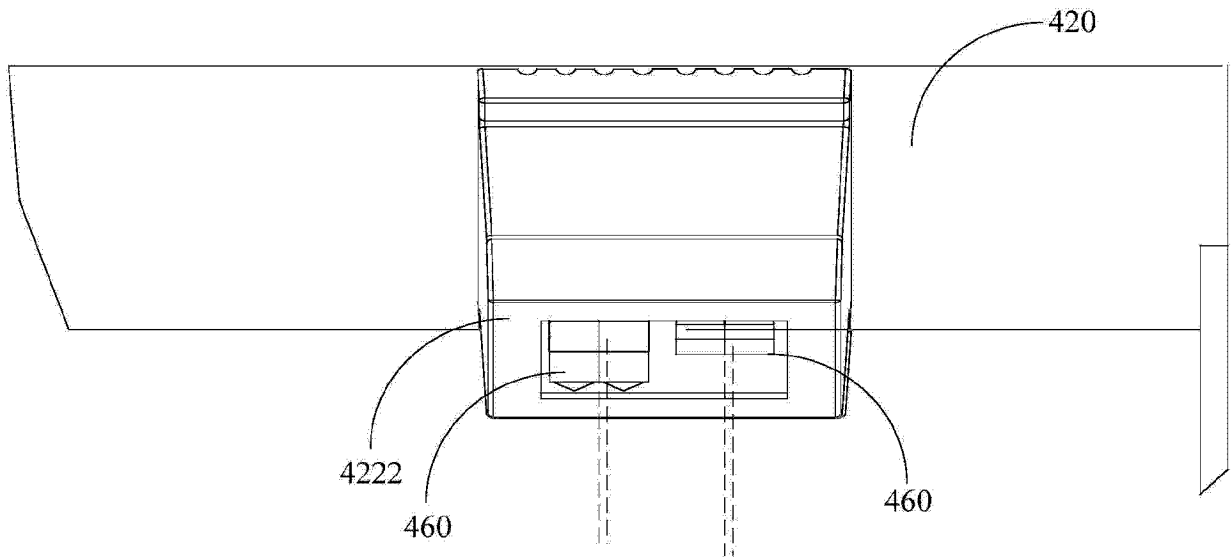


图 7

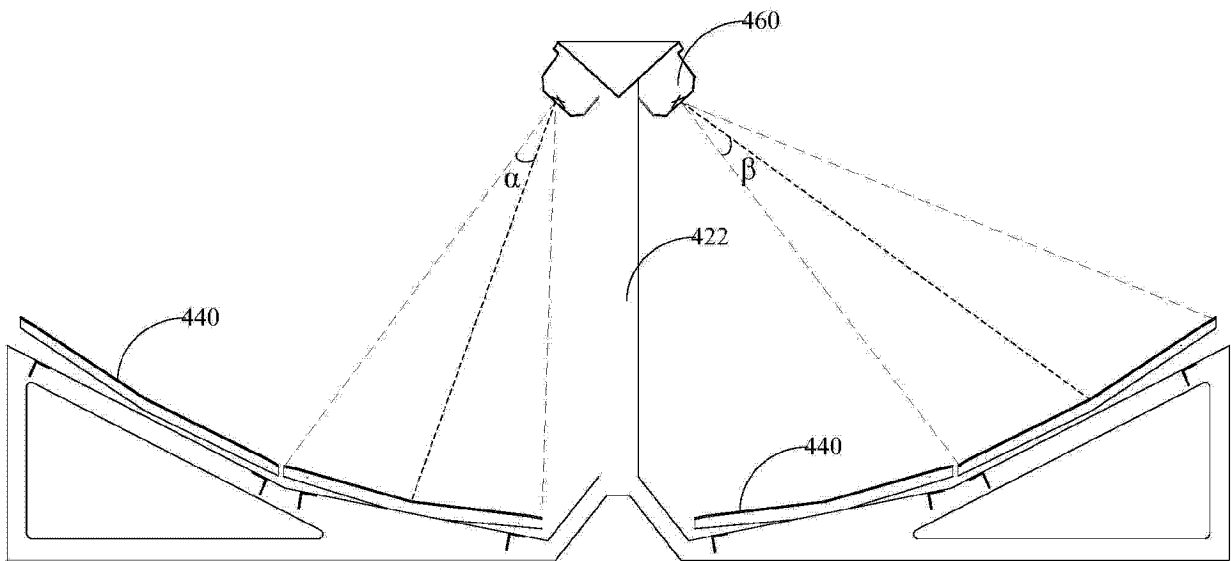


图 8

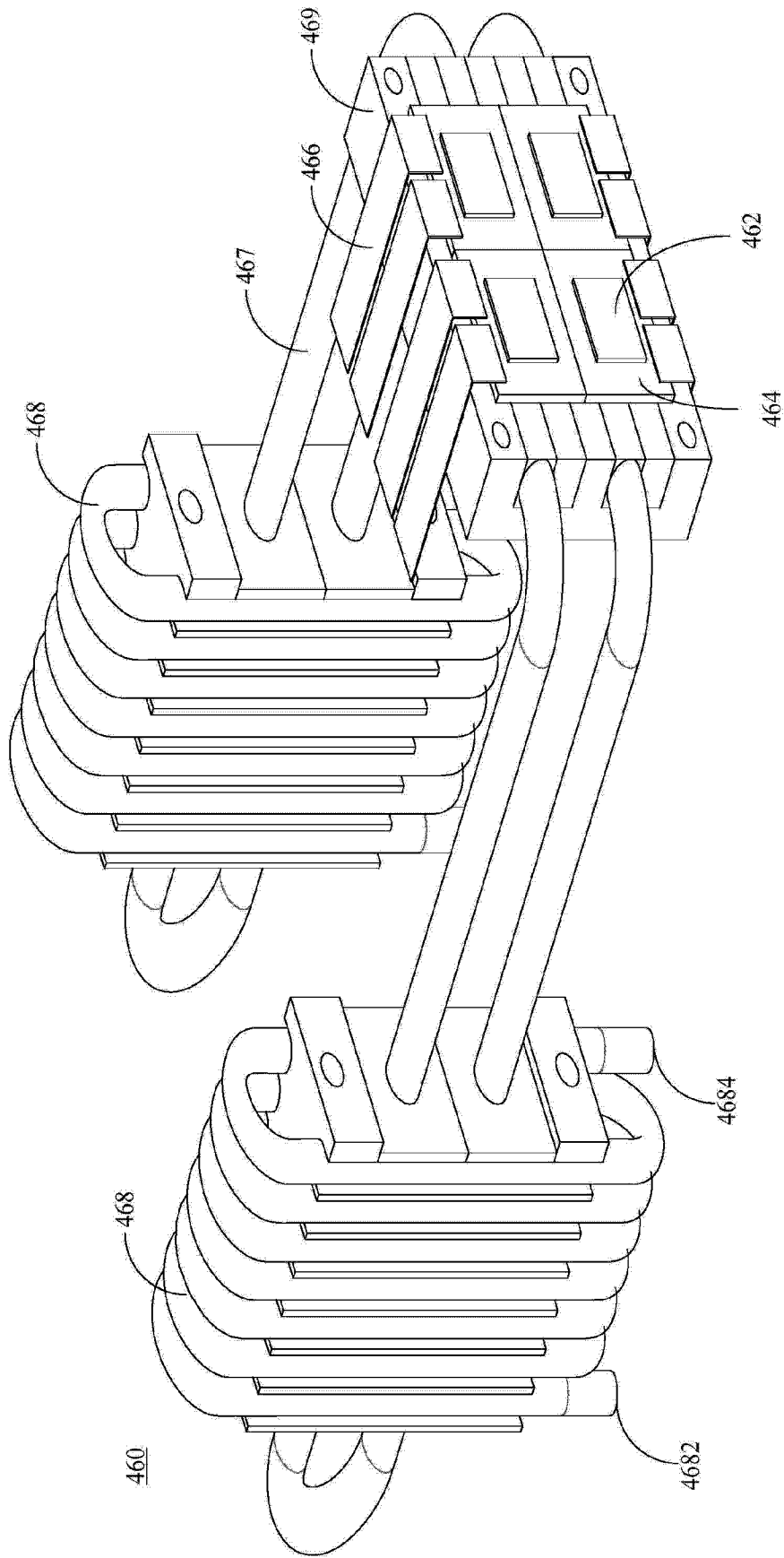


图 9

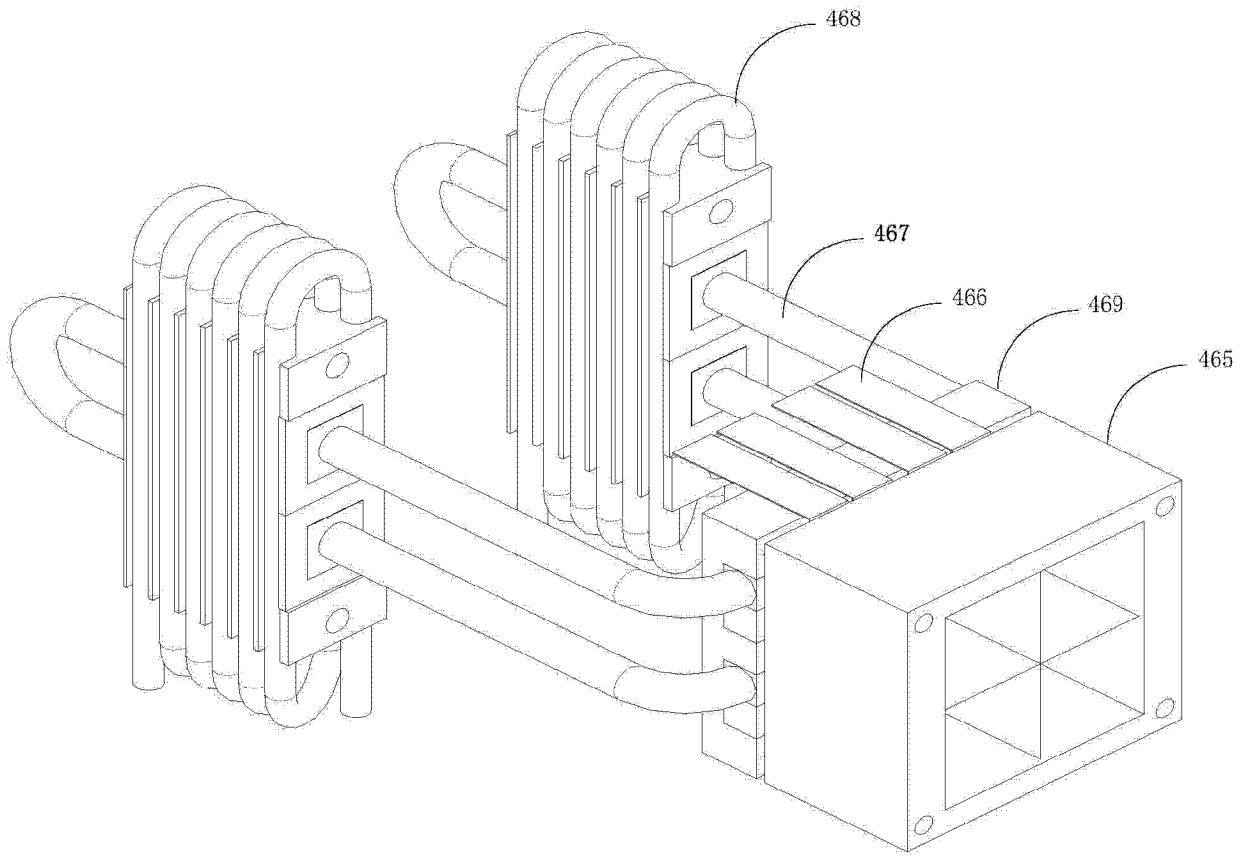


图 10