

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2025 年 1 月 9 日 (09.01.2025)



(10) 国际公布号
WO 2025/007750 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02N 11/00 (2006.01) *F28F 3/04* (2006.01)
F28D 1/03 (2006.01) *H10N 10/13* (2023.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2024/100166
- (22) 国际申请日: 2024 年 6 月 19 日 (19.06.2024)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202310810112.2 2023年7月3日 (03.07.2023) CN
- (71) 申请人: 深圳大学 (SHENZHEN UNIVERSITY) [CN/
CN]; 中国广东省深圳市南山区粤海街道南海大道3688号, Guangdong 518060 (CN)。
- (72) 发明人: 龙西亭 (LONG, Xiting); 中国广东省深圳市南山区粤海街道南海大道3688号, Guangdong

518060 (CN)。谢和平 (XIE, Heping); 中国广东省深圳市南山区粤海街道南海大道3688号, Guangdong 518060 (CN)。孙立成 (SUN, Licheng); 中国广东省深圳市南山区粤海街道南海大道3688号, Guangdong 518060 (CN)。皋天一 (GAO, Tianyi); 中国广东省深圳市南山区粤海街道南海大道3688号, Guangdong 518060 (CN)。夏恩通 (XIA, Entong); 中国广东省深圳市南山区粤海街道南海大道3688号, Guangdong 518060 (CN)。李书恒 (LI, Shuheng); 中国广东省深圳市南山区粤海街道南海大道3688号, Guangdong 518060 (CN)。王俊 (WANG, Jun); 中国广东省深圳市南山区粤海街道南海大道3688号, Guangdong 518060 (CN)。

(74) 代理人: 北京盛询知识产权代理有限公司 (BEIJING SHENGXUN IP AGENCY CO., LTD.);

(54) Title: MODULAR GEOTHERMAL POWER GENERATION SYSTEM

(54) 发明名称: 一种模块化地热发电系统

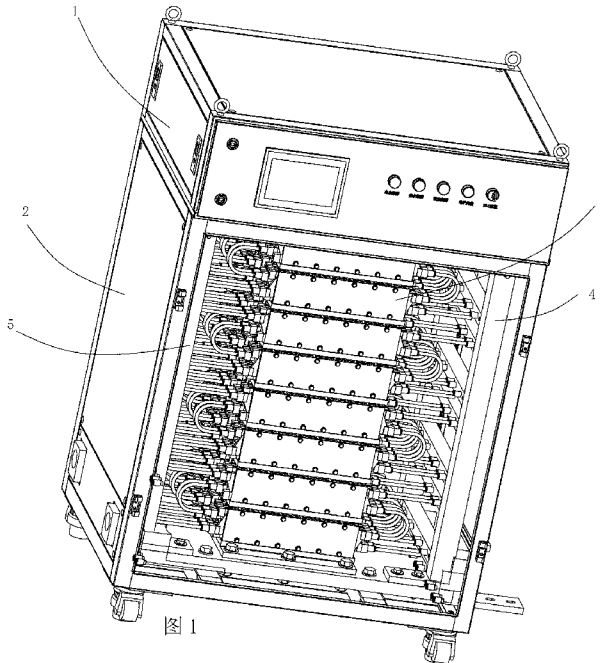


图 1

(57) Abstract: The present invention relates to the technical field of geothermal power generation, and in particular to a modular geothermal power generation system. The system comprises a plurality of thermovoltaic power generation modules, a hot water supply system and a cold water supply system; each thermovoltaic power generation module comprises at least two radiators; the radiators are arranged adjacent to each other at an interval; every two adjacent radiators are respectively a heat radiator and a cold radiator; a plurality of thermoelectric modules for thermovoltaic power generation are arranged between the two radiators; the hot water supply system is connected to the heat radiator; and the cold water supply system is connected to the cold radiator. According to the present invention, by arranging a heat radiator and a cold radiator opposite to each other to form a hot end and a cold end, and arranging thermoelectric

中国北京市海淀区上地信息路1号2号楼
24层2405-1, Beijing 100000 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

modules therebetween, overall modularization is achieved, and the quantity in use can be adjusted according to requirements, facilitating maintenance and assembly.

(57) 摘要: 本发明涉及地热发电技术领域, 尤其涉及一种模块化地热发电系统。其包括: 多组热光伏发电模组、热水供应系统以及冷水供应系统; 热光伏发电模组包括至少两个散热器, 散热器相邻间隔设置, 相邻的两个散热器分别为: 热散热器和冷散热器, 该两个散热器之间设有多片用于热光伏发电的热电模块, 热水供应系统与热散热器连接, 冷水供应系统与冷散热器连接。本发明通过设置相对设置的热散热器和冷散热器形槽热端和冷端, 其之间设置热电模组, 使得整体模块化, 可以根据需求调整使用数量, 方便维护和组装。

一种模块化地热发电系统

技术领域

本发明涉及地热发电技术领域，尤其涉及一种模块化地热发电系统。

背景技术

现有的地热发电系统能量转化形式大部分为将热能转化为机械能，再转化为电能，过程中不可避免存在机械损耗、管线结垢等弊端，且系统整体较为复杂，亟待优化。

热电材料是一类能实现热电直接转化的功能材料，其内部的载流子在温度差异作用下产生电动势。具体地，当在热电材料的两端施加不同的温度时，塞贝克效应会导致热电材料内部的电荷分布发生变化，产生稳定电势差，从而产生电流。热电材料的温差发电技术突破了热能—机械能—电能这一传统的能量转换路径，避免了机械做功的中间过程，实现了热电直接转换，具有运行简单、无机械能损耗、稳定可靠、绿色清洁等独特优势。

目前有研发团队设计了地热热伏发电机，验证了温差发电技术应用于中低温地热发电的可行性，但其设备的装机容量有限，其次采用了整体式设计导致设备体积庞大而不具备良好的可拓展性，且不方便后期运行维护，难以实现规模化的工程应用。

发明内容

本发明的目的在于针对现有技术的不足，提供一种模块化地热发电系统，该模块化地热发电系统具有较好的可拓展性，方便组装和维护。

一种模块化地热发电系统，其包括：多组热伏发电模组；

热水供应系统；

冷水供应系统；

热光伏发电模组包括至少两个散热器，散热器相邻间隔设置，相邻的两个散热器分别为：热散热器和冷散热器，该两个散热器之间设有多片用于热光伏发电的热电模块，热水供应系统与热散热器连接，冷水供应系统与冷散热器连接。

进一步地，其中至少两个热光伏发电模组为一个发电小组，所述散热器包括一个散热壳体，散热壳体的两端分别设有入水接口和出水接口，所述热水供应系统、冷水供应系统分别设置于热光伏发电模组的左右两侧，热水供应系统包括热水输入管以及热水输出管，冷水供应系统包括冷水输入管和冷水输出管；

发电小组中相邻的两个热光伏发电模组之间通过管道将热散热器、冷散热器对应连接，将各个热光伏发电模组的热散热器、冷散热器对应串联；发电小组中位于两侧的热光伏发电模组为主热光伏发电模组和副热光伏发电模组，主热光伏发电模组的热散热器入水接口通过管道与热水输入管连接，副热光伏发电模组的冷散热器入水接口通过管道与冷水输入管连接；主热光伏发电模组的冷散热器出水接口通过管道与冷水输出管连接，副热光伏发电模组的热散热器出水接口通过管道与热水输出管连接。

进一步地，热光伏发电模组包括 $2K+1$ 个散热器， K 为自然数；其中 K 个散热器为热散热器； $K+1$ 个散热器为冷散热器，热散热器设置于相邻的两个冷散热器之间；还包括用于固定散热器的固定结构，所述固定结构两个夹板，

两个夹板通过连接件固定连接。

进一步地，所述散热壳体包括盖板和底壳，底壳包括底板，底板的中部设有多条间隔设置的凸肋，凸肋沿着散热器长度方向设置，将散热器内部空间分割成多条流水槽，所述入水接口、出水接口分别设置在散热壳体左侧的下端和右侧的上端。

优选地，底壳的左侧板、右侧板均呈倾斜设置；凸肋的左端面与左侧板的间距从上至下逐渐增加，凸肋的右端面与右侧板的间距从上至下逐渐减小。

进一步地，模块化地热发电系统还包括用于固定热光伏发电模组的支架；所述支架包括底板，底板的中部设有支持板，支持板的两侧面分别连接有多块间隔设置的承重板，所述热光伏发电模组固定于承重板。

进一步地，所述两个热光伏发电模组为一个发电小组，所述热水输入管、热水输出管位于热光伏发电模组一侧的前端和后端，冷水输入管、冷水输出管位于热光伏发电模组另一侧的前端和后端，热水输入管的侧面连接有多根横向设置的热水输入支管，热水输入支管通过管道与热散热器的入水接口连接，热水输出管连接有多根横向设置的热水输出支管，热水输出支管通过管道与热散热器的出水接口连接；热水输入支管与热水输出支管交替设置；冷水输入管的侧面连接有多根横向设置的冷水输入支管 42，冷水输入支管 42 通过管道与冷散冷器的入水接口连接，冷水输出管连接有多根横向设置的冷水输出支管，冷水输出支管通过管道与冷散冷器的出水接口连接；冷水输入支管 42 与冷水输出支管交替设置。

进一步地，还包括箱体，热光伏发电模组、冷水供应系统、热水供应系统

以及支架均设置于箱体内部，箱体的外侧设有与冷水供应系统、热水供应系统连接的接口。

进一步地，箱体的上端设有控制系统，控制系统用于监控冷水供应系统、热水供应系统以及热光伏发电模组的工作状态。

本发明的有益效果：本发明通过设置相对设置的热散热器和冷散热器形槽热端和冷端，其之间设置热电模组，使得整体模块化，可以根据需求调整使用数量，方便维护和组装。

附图说明

图1为本实施例的一种结构示意图。

图2为图1除去箱体、控制系统的示意图。

图3为图2的另一视角示意图。

图4为热光伏发电模组的示意图。

图5为图4的一种分解示意图。

图6为图3除去热光伏发电模组的一种局部分解示意图。

图7为散热器的一种结构示意图。

图8为图7的一种剖视示意图。

图9为发电小组与热光伏发电模组、热水供应系统配合的一种示意图。

附图标记包括：

1——控制系统；2——箱体；3——热光伏发电模组；4——冷水供应系统；
5——热水供应系统；6——支架；

31——散热器；32——热电模块；33——散热壳体；34——散热片；36

——夹板；37——连接件；311——出水接口；312——入水接口；331——凸肋；332——右侧板；333——流水槽；

41——冷水输出管；42——冷水输入支管；43——冷水输出支管；44——冷水输入管；

51——热水输入支管；52——热水输出支管；53——热水输出管；54——热水输入管。

具体实施方式

以下结合附图对本发明进行详细的描述。如图1至图8所示。

实施例：参见图1至图5，一种模块化地热发电系统，其包括：多组热光伏发电模组3；

热水供应系统5；

冷水供应系统4；

热光伏发电模组3包括至少两个散热器31，散热器31相邻间隔设置，相邻的两个散热器31分别为：热散热器31和冷散热器31，该两个散热器31之间设有多片用于热光伏发电的热电模块32，热水供应系统5与热散热器31连接，冷水供应系统4与冷散热器31连接。

本技术方案在实施时，通过将热光伏发电模组3模块化，使得本技术方案能够根据需求设置相应数量的热光伏发电模组3。在具体实施时，每组热光伏发电模组的热电模块32均通过导线与发电电路连接，通过发电电路将产生的电能对外输出，发电电路为现有技术，且不是申请技术创新点所在，因此不再赘述。在实施时，热水供应系统5向热散热器31提供热水，冷水供应系统4

向冷散热器 31 提供冷水，热电模块 32 的两侧形成热端和冷端，热端与冷端之间产生电势差并形成电能，且对外输出。通过模块化设计热电模块 32，使得其应用具有较好的拓展性能，也方便组装和维护。优选地，热电模块的两侧均设有柔性的散热片 34，并通过散热片 34 与散热器抵接。

进一步地，其中至少两个热光伏发电模组 3 为一个发电小组，所述散热器 31 包括一个散热壳体 33，散热壳体 33 的两端分别设有入水接口 312 和出水接口 311，所述热水供应系统 5、冷水供应系统 4 分别设置于热光伏发电模组 3 的左右两侧，热水供应系统 5 包括热水输入管 54 以及热水输出管 53，冷水供应系统 4 包括冷水输入管 44 和冷水输出管 41；

发电小组中相邻的两个热光伏发电模组 3 之间通过管道将热换热器 31、冷换热器 31 对应连接，将各个热光伏发电模组 3 的热换热器 31、冷换热器 31 对应串联；参见图 11；发电小组中位于两侧的热光伏发电模组 3 为主热光伏发电模组 38 和副热光伏发电模组 39，这里的两侧是指位于最外侧的两侧；当发电小组是上下分布时，位于最下侧和最上侧的两组热光伏发电模组 3 为主热光伏发电模组 38 和副热光伏发电模组 39；当发电小组是水平设置时，位于最边上的两组热光伏发电模组 3 为主热光伏发电模组 38 和副热光伏发电模组 39。

主热光伏发电模组 38 的热换热器入水接口 311 通过管道与热水输入管 54 连接，副热光伏发电模组 39 的热换热器出水接口 312 通过管道与热水输出管 53 连接；主热光伏发电模组 38 的冷换热器入水接口 311 通过管道与冷水输入管 44 连接，副热光伏发电模组 39 的冷换热器出水接口 312 通过管道与冷水输出管 41 连接。参见图 2、图 3、图 11。

在实际应用中，一个热光伏发电模组 3 直接与冷水供应系统 4、热水供应系统 5 连接，由于水流的速度比较快，热交换的量比较小；导致热水、冷水的温度变化较小，热伏转换的效率偏低；如果水流降低流速，则冷散热器 31、热散热器 31 的温差将变小，降低热伏转换的功率；如果延长散热器 31，则导致整个装置的体积变大；为了很好的平衡上述问题，申请人开发了一种串联连接方式，将至少 2 个热光伏发电模组 3 通过管道串联起来，管道可采用柔性的波纹管等。在本实施例中采用了 2 个热光伏发电模组 3 串联，该 2 个热光伏发电模组 3 呈上下设置，为方便理解，上方的热光伏发电模组 3 为主热光伏发电模组 3，下方的热光伏发电模组 3 为副热光伏发电模组 3。

主热光伏发电模组 38 的热换热器 31 右侧的入水接口 311 通过直线管道与热水输入管 54 连接，主热光伏发电模组 38 的热换热器 31 左侧的出水接口 312 通过 U 型管道与副热光伏发电模组 39 的热换热器 31 左侧的入水接口 311 连接；副热光伏发电模组 39 的热换热器右侧的出水接口 312 通过直线管道与热水输出管连接，形成热水循环。

主热光伏发电模组 38 的冷换热器 31 左侧的入水接口 311 通过直线管道与冷水输入管 44 连接，主热光伏发电模组 38 的冷换热器 31 右侧的出水接口 312 通过 U 形管道与副热光伏发电模组 39 的冷换热器 31 右侧的入水接口 311 连接；副热光伏发电模组 39 的冷换热器 31 左侧的出水接口 312 通过直线管道与冷水输出管 41 连接，形成冷水循环。

为方便管道连接，相邻的热光伏发电模组 3 串联时，其中一个热光伏发电模组 3 的热散热器 31 出口与另一个热光伏发电模组 3 的热散热器 31 入口位于同侧，并通过管道连接；其中一个热光伏发电模组 3 的冷散热器 31 出口与另一个

热光伏发电模组 3 的冷散热器 31 出口位于同侧，并通过管道连接。

参见图 9；当有 $2N+1$ 个（如 3 个）热光伏发电模组 3 串联时，冷水输入管 44 与冷水输出管 41 位于热光伏发电模组 3 的两侧，热水输出管 53、热水输入管 54 也位于热光伏发电模组 3 的两侧，此时热水流经、冷水流经均呈 S 线路。

其次，在同一个热光伏发电模块 3 中冷水流路和热水流路采用两条相反的路线，热水从左到右，冷水从右到左，或反之；使得热光伏发电模组 3 两侧的冷散热器 31、热散热器 31 之间相对的温差波动不大，热光伏发电模组 3 中的热电模块 32 的工作状态基本保持一致，有利于电能的收集。

进一步地，热光伏发电模组 3 包括 $2K+1$ 个散热器 31， K 为自然数；其中 K 个散热器 31 为热散热器 31； $K+1$ 个散热器 31 为冷散热器 31，热散热器 31 设置于相邻的两个冷散热器 31 之间；还包括用于固定散热器 31 的固定结构，所述固定结构两个夹板 36，两个夹板 36 通过连接件 37 固定连接。

在具体实施时，热光伏发电模块设置于冷散热器 31 与热散热器 31 之间；如果最外侧的散热器 31 有热散热器 31，则该热散热器 31 会与外界发生热交换，会损失一部分热量；为了能够将热量最大化利用，将冷散热器 31 设在两侧的最外侧，热散热器 31 设置在期间。 K 可以为 1、2、3、4、5 等。

参见图 6、图 7；进一步地，所述散热壳体 33 包括盖板和底壳，底壳包括底板，底板的中部设有多条间隔设置的凸肋 331，凸肋 331 沿着散热器 31 长度方向设置，将散热器 31 内部空间分割成多条流水槽 333，所述入水接口 312、出水接口 311 分别设置在散热壳体 33 左侧的下端和右侧的上端。

优选地，底壳的左侧板、右侧板 332 均呈倾斜设置；凸棱的左端面与左侧板的间距从上至下逐渐增加，凸棱的右端面与右侧板 332 的间距从上至下逐渐减小。

为减小散热器 31 内部的扰流，在散热壳体 33 内设置凸肋 331，并形成多条流水槽 333；由于散热器 31 的宽度大于接口的宽度，从接口进入冷水或热水，如果将散热器 31 制作为规则的矩形，则在散热器 31 内部将形成不同流速层，导致散热器 31 表面的温度有温差，影响到热光伏发电模块工作效率；之前本发明人也设计过类似的散热器 31，通过将凸肋 331 的端部设计为不同的弧度，以调整平衡流水槽 333 的流速；但这给制作带来了难度；为方便制作，且能平衡各个流水槽 333 的流速，本技术方案将底板的左侧板、右侧板 332 设置为倾斜状，倾斜角度为 15—30 度之间；左侧板、右侧板设置为倾斜状后，散热器 31 左端部、右端部的水压得到调整，使得所有的流水槽 333 左端、右端的压差相等或大致相等，从而使得流水槽 333 水流速度大致相等，进而使得散热器 31 的温度在宽度方向上保持一致，在长度方向保持线性温差，冷散热器 31 和热散热器 31 之间在长度方向保持相等或大致的温差，使得热光伏发电模块稳定工作。

其次，凸肋 331 还可以对换热器起到结构加固的效果，换热器在长度方向的温度是逐渐上升或下降的，换热器一般是由金属材质，其热胀冷缩的尺度不一，容易造成内部形成较大的内应力，导致盖板和底壳产生变形，影响与热电模块之间的热接触；增加凸肋 331 后，整体强度提高，可以减少变形或避免变形

参见图 4，进一步地，模块化地热发电系统还包括用于固定热光伏发电模

组 3 的支架 6；所述支架 6 包括底板，底板的中部设有支持板，支持板的两侧面分别连接有多块间隔设置的承重板，所述热光伏发电模组 3 固定于承重板。

设置支架 6，可方便将热光伏发电模组 3 进行固定。

进一步地，所述两个热光伏发电模组 3 为一个发电小组，所述热水输入管 54、热水输出管位于热光伏发电模组 3 一侧的前端和后端，冷水输入管 44、冷水输出管 41 位于热光伏发电模组 3 另一侧的前端和后端，热水输入管 54 的侧面连接有多根横向设置的热水输入支管 51，热水输入支管 51 通过管道与热散热器 31 的入水接口 312 连接，热水输出管连接有多根横向设置的热水输出支管 52，热水输出支管 52 通过管道与热散热器 31 的出水接口 311 连接；热水输入支管 51 与热水输出支管 52 交替设置；冷水输入管 44 的侧面连接有多根横向设置的冷水输入支管 42，冷水输入支管 42 通过管道与冷散冷器的入水接口 312 连接，冷水输出管 41 连接有多根横向设置的冷水输出支管 43，冷水输出支管 43 通过管道与冷散冷器的出水接口 311 连接；冷水输入支管 42 与冷水输出支管 43 交替设置。

将两个热光伏发电模组 3 为一个发电小组，使得冷水输入管 44、冷水输出管 41 位于同一侧，热水输入管 54、热水输出管位于同一侧；便于管理；其次通过交替设置冷水输入支管 42、冷水输出支管 43；交替设置热水输入支管 51、热水输出管支管使得空间得到合理利用。

参见图 1，进一步地，还包括箱体 2，热光伏发电模组 3、冷水供应系统 4、热水供应系统 5 以及支架 6 均设置于箱体 2 内，箱体 2 的外侧设有与冷水供应系统 4、热水供应系统 5 连接的接口。

为保护热光伏发电模组 3 正常工作，以及冷水供应系统 4、热水供应系统 5 不受外界干扰，本技术方案设置了箱体 2，同时设置了接口与冷水供应系统 4、热水供应系统 5 连接，以方便将热水、冷水引入以及流出。热水采用地热水，冷水可采用河水。

进一步地，箱体 2 的上端设有控制系统 1，控制系统 1 用于监控冷水供应系统 4、热水供应系统 5 以及热光伏发电模组 3 的工作状态。

以上内容仅为本发明的较佳实施例，对于本领域的普通技术人员，依据本发明的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

权 利 要 求 书

1. 一种模块化地热发电系统，其特征在于：其包括：

多组热光伏发电模组；

热水供应系统；

冷水供应系统；

热光伏发电模组包括至少两个散热器，散热器相邻间隔设置，相邻的两个散热器分别为：热散热器和冷散热器，该两个散热器之间设有多片用于热光伏发电的热电模块，热水供应系统与热散热器连接，冷水供应系统与冷散热器连接。

2. 根据权利要求 1 所述的一种模块化地热发电系统，其特征在于：其中至少两个热光伏发电模组为一个发电小组，所述散热器包括一个散热壳体，散热壳体的两端分别设有入水接口和出水接口，所述热水供应系统、冷水供应系统分别设置于热光伏发电模组的左右两侧，热水供应系统包括热水输入管以及热水输出管，冷水供应系统包括冷水输入管和冷水输出管；

发电小组中相邻的两个热光伏发电模组之间通过管道将热散热器、冷散热器对应连接，将各个热光伏发电模组的热散热器、冷散热器对应串联；发电小组中位于两侧的热光伏发电模组为主热光伏发电模组和副热光伏发电模组，主热光伏发电模组的热换热器入水接口通过管道与热水输入管连接，副热光伏发电模组的热换热器出水接口通过管道与热水输出管连接；主热光伏发电模组的冷换热器入水接口通过管道与冷水输入管连接，副热光伏发电模组的冷换热器出水接口通过管道与冷水输出管连接。

3. 根据权利要求 2 所述的一种模块化地热发电系统，其特征在于：热光伏发电

模组包括 $2K+1$ 个散热器， K 为自然数；其中 K 个散热器为热散热器； $K+1$ 个散热器为冷散热器，热散热器设置于相邻的两个冷散热器之间；还包括用于固定散热器的固定结构，所述固定结构两个夹板，两个夹板通过连接件固定连接。

4. 根据权利要求 2 所述的一种模块化地热发电系统，其特征在于：所述散热壳体包括盖板和底壳，底壳包括底板，底板的中部设有多条间隔设置的凸肋，凸肋沿着散热器长度方向设置，将散热器内部空间分割成多条流水槽，所述入水接口、出水接口分别设置在散热壳体左侧的下端和右侧的上端。
5. 根据权利要求 4 所述的一种模块化地热发电系统，其特征在于：底壳的左侧板、右侧板均呈倾斜设置；凸肋的左端面与左侧板的间距从上至下逐渐增加，凸肋的右端面与右侧板的间距从上至下逐渐减小。
6. 根据权利要求 1 所述的一种模块化地热发电系统，其特征在于：所述模块化地热发电系统还包括用于固定热光伏发电模组的支架；所述支架包括底板，底板的中部设有支持板，支持板的两侧面分别连接有多块间隔设置的承重板，所述热光伏发电模组固定于承重板。
7. 根据权利要求 2 所述的一种模块化地热发电系统，其特征在于：所述两个热光伏发电模组为一个发电小组，所述热水输入管、热水输出管位于热光伏发电模组一侧的前端和后端，冷水输入管、冷水输出管位于热光伏发电模组另一侧的前端和后端，热水输入管的侧面连接有多根横向设置的热水输入支管，热水输入支管通过管道与散热器的入水接口连接，热水输出管连接有多根横向设置的热水输出支管，热水输出支管通过管道与散热器的出

水接口连接；热水输入支管与热水输出支管交替设置；冷水输入管的侧面连接有多根横向设置的冷水输入支管，冷水输入支管通过管道与冷散冷器的入水接口连接，冷水输出管连接有多根横向设置的冷水输出支管，冷水输出支管通过管道与冷散冷器的出水接口连接；冷水输入支管与冷水输出支管交替设置。

8. 根据权利要求 1 所述的一种模块化地热发电系统，其特征在于：还包括箱体，热光伏发电模组、冷水供应系统、热水供应系统以及支架均设置于箱体内，箱体的外侧设有与冷水供应系统、热水供应系统连接的接口。
9. 根据权利要求 8 所述的一种模块化地热发电系统，其特征在于：箱体的上端设有控制系统，控制系统用于监控冷水供应系统、热水供应系统以及热光伏发电模组的工作状态。

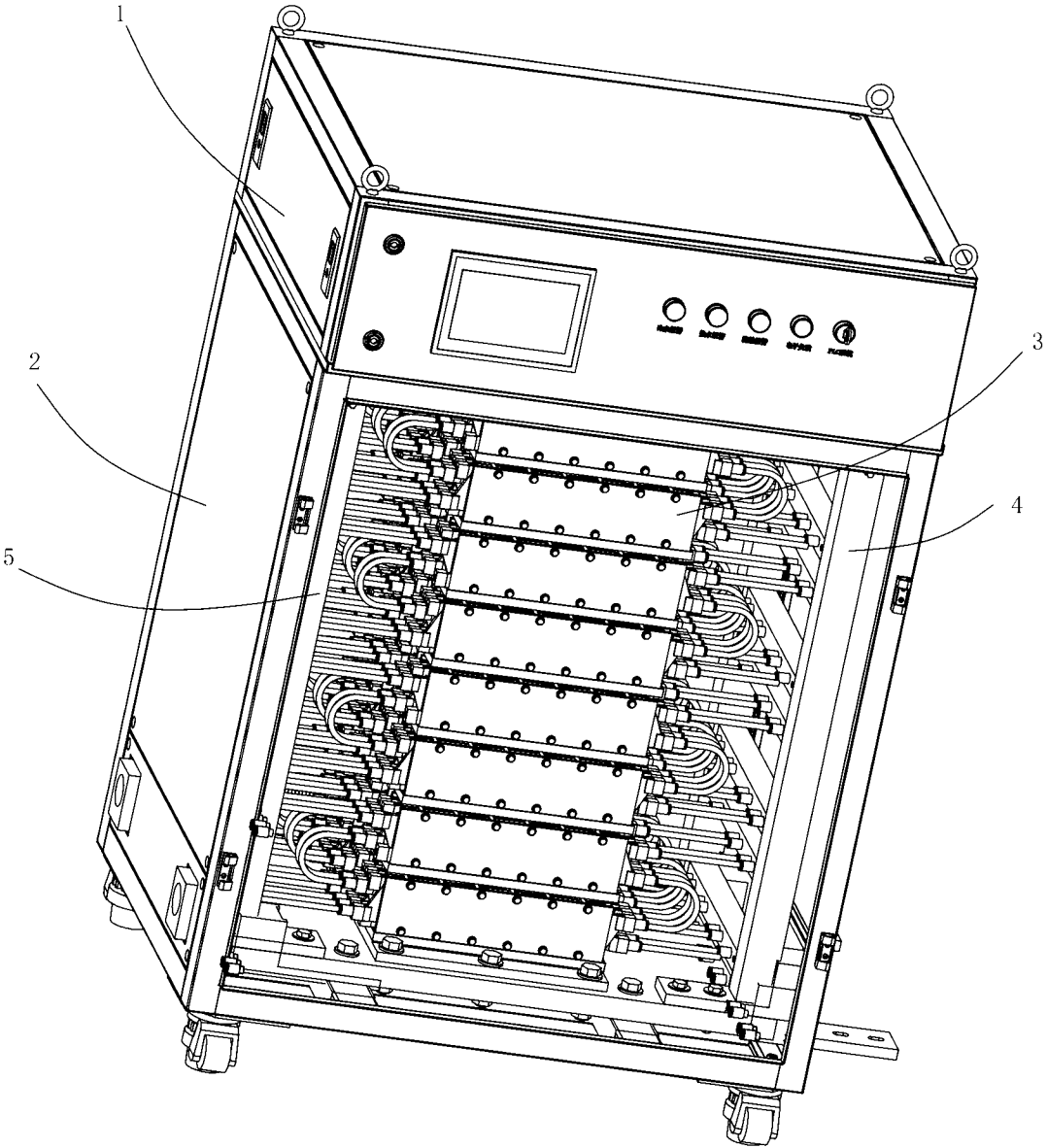


图 1

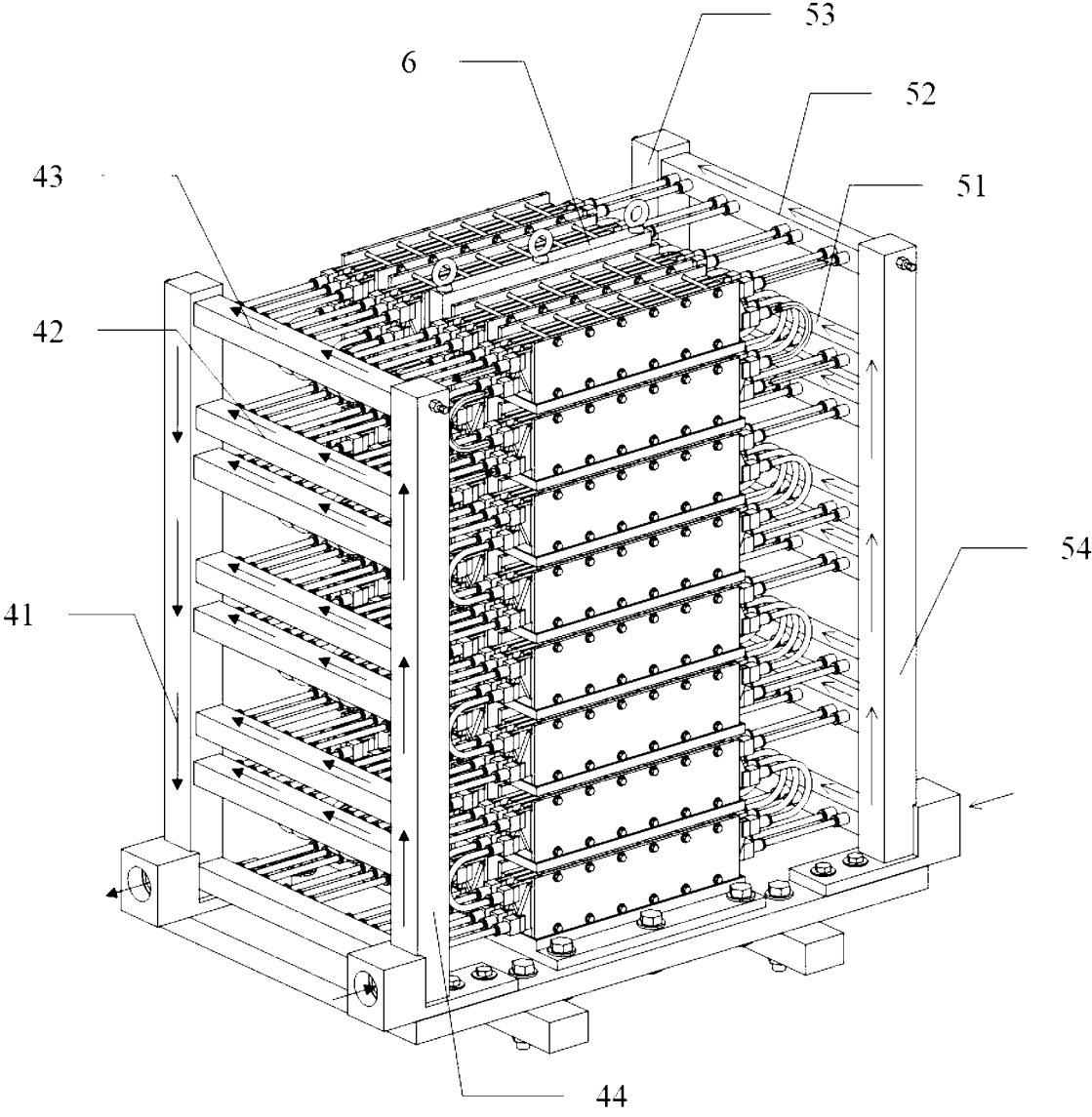


图 2

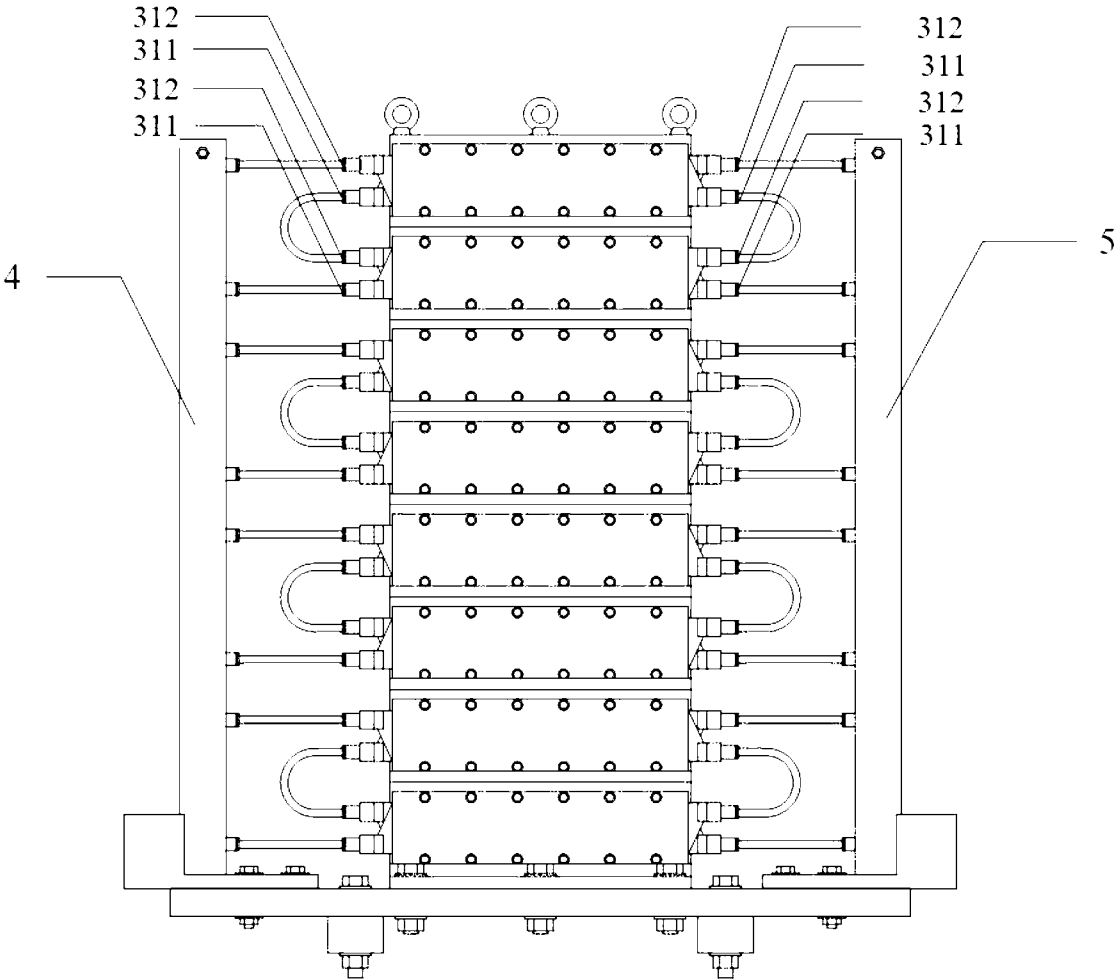


图 3

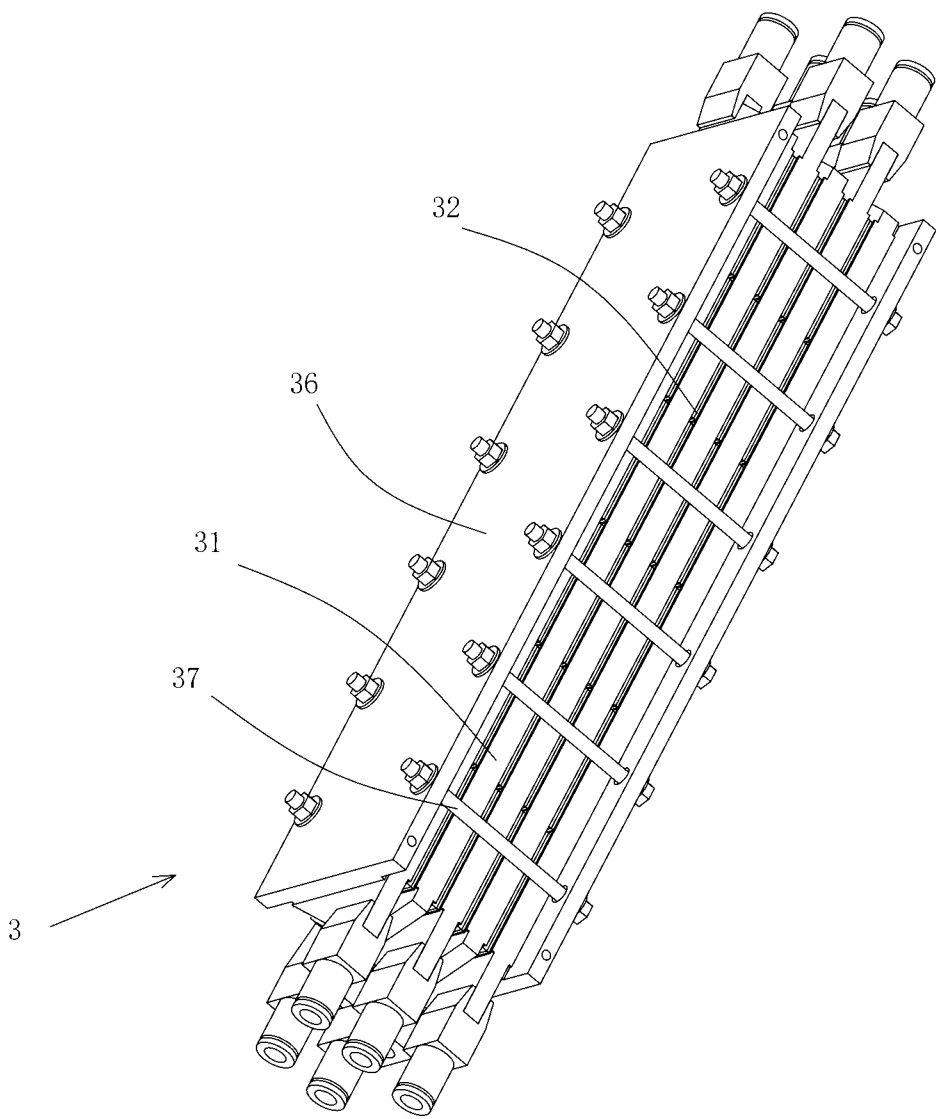


图 4

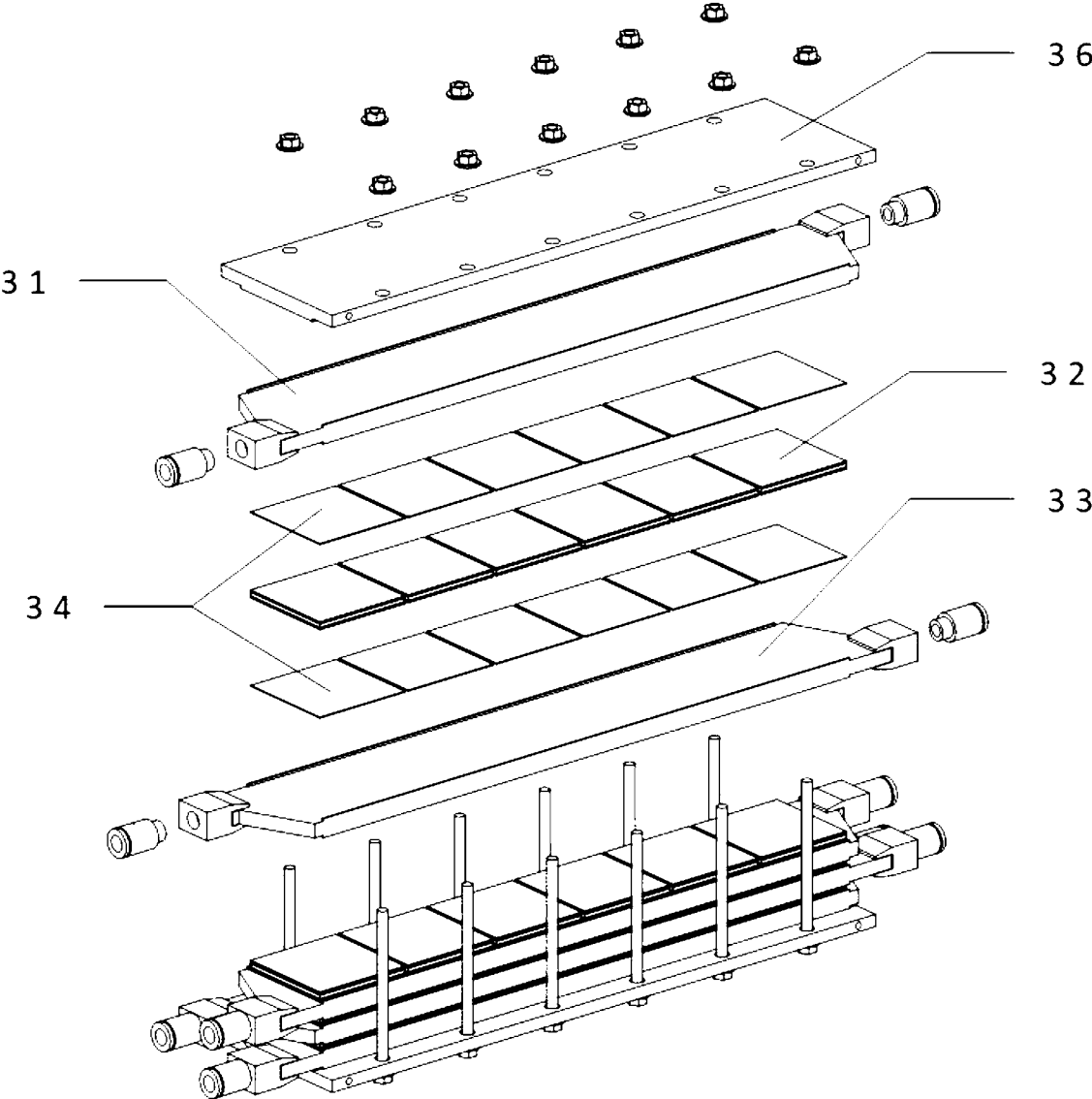


图 5

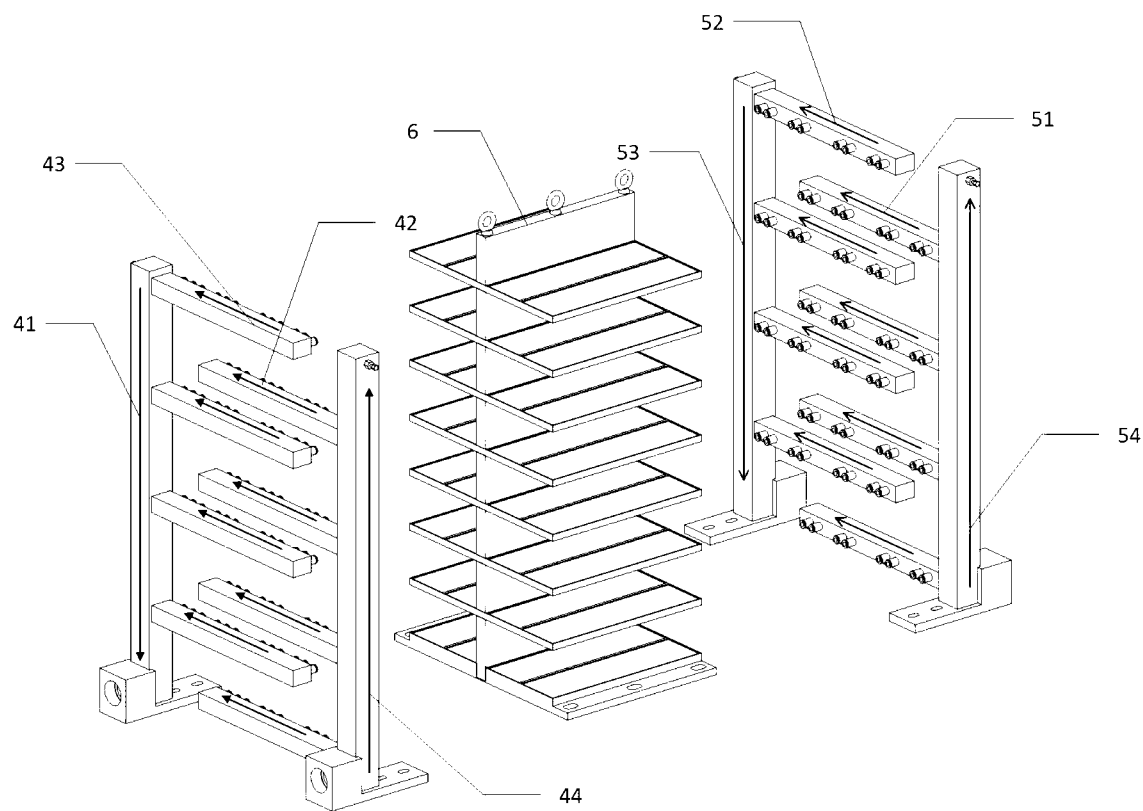


图 6

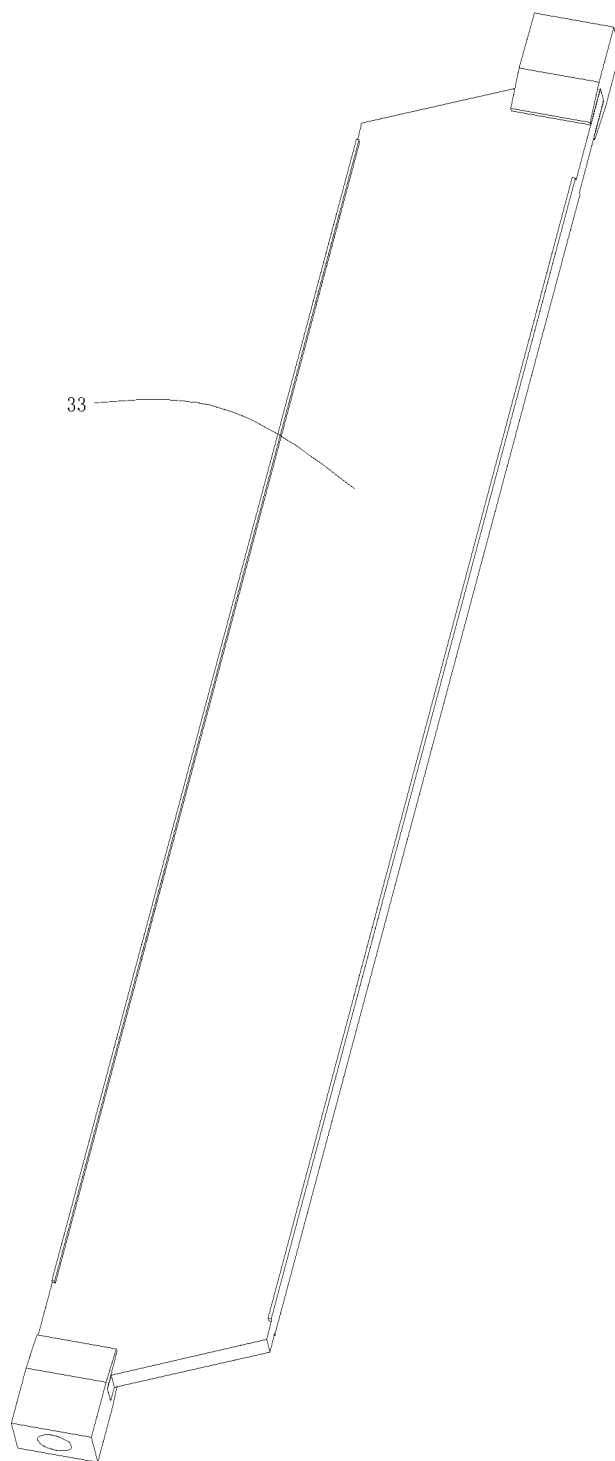


图 7

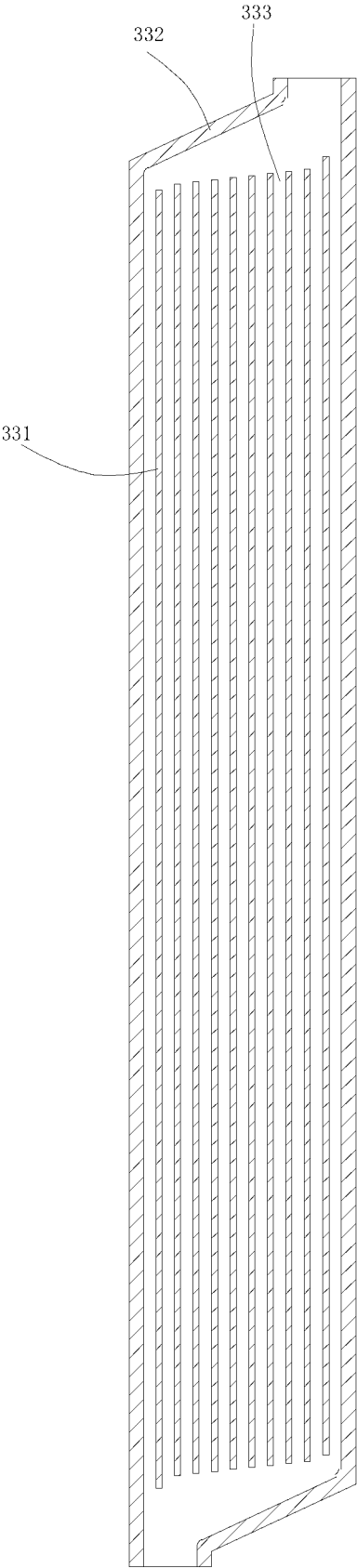


图 8

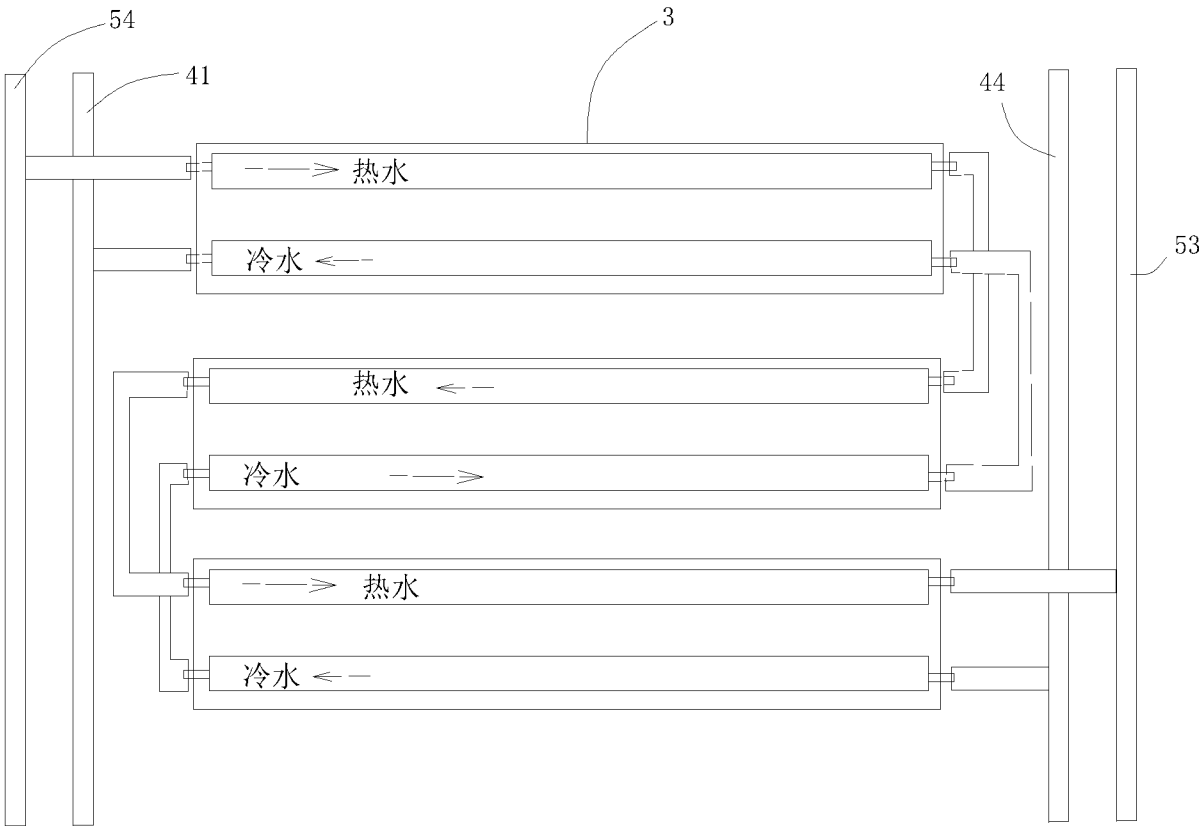


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/100166

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02N11/00(2006.01)i; F28D1/03(2006.01)i; F28F3/04(2006.01)i; H10N10/13(2023.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC:H02N; F28D; F28F; H10N Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNABS, CNTXT, ENTXT, ENTXTC, VEN, CNKI, IEEE: 管, 冷却, 热, 散热, 水, 温差, 温度差, 发电, pipe, cool+, radiat+, water, temperature, generat+		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 116582029 A (SHENZHEN UNIVERSITY) 11 August 2023 (2023-08-11) description, paragraphs 6-14	1-9
PX	CN 220156416 U (SHENZHEN UNIVERSITY) 08 December 2023 (2023-12-08) description, paragraphs 36-63, and figures 1-11	1-9
X	CN 212318160 U (JIANGSU ZHIQUAN ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 08 January 2021 (2021-01-08) description, paragraphs 20-29, and figures 1-2	1-9
A	CN 114744915 A (HUAYANG NEW MATERIAL TECHNOLOGY GROUP CO., LTD. et al.) 12 July 2022 (2022-07-12) entire document	1-9
A	CN 209462284 U (SHENZHEN UNIVERSITY) 01 October 2019 (2019-10-01) entire document	1-9
A	US 2019341876 A1 (QINGDAO AUSTECH SOLAR TECHNOLOGY CO., LTD.) 07 November 2019 (2019-11-07) entire document	1-9
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 16 August 2024		Date of mailing of the international search report 30 August 2024
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2024/100166

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	116582029	A	11 August 2023	None			
CN	220156416	U	08 December 2023	None			
CN	212318160	U	08 January 2021	None			
CN	114744915	A	12 July 2022	None			
CN	209462284	U	01 October 2019	None			
US	2019341876	A1	07 November 2019	AU	2017331804	A1	02 May 2019
				KR	20190057091	A	27 May 2019
				AT	520904	A2	15 August 2019
				AT	520904	A5	15 July 2021
				WO	2018053579	A1	29 March 2018

A. 主题的分类

H02N11/00(2006.01)i; F28D1/03(2006.01)i; F28F3/04(2006.01)i; H10N10/13(2023.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC:H02N; F28D; F28F; H10N

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS,CNXTXT,ENTXT,ENTXTC,VEN,CNKI,IEEE,:管,冷却,热,散热,水,温差,温度差,发电,pipe,cool+,radiat+,water, temperature,generat+

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 116582029 A (深圳大学) 2023年8月11日 (2023 - 08 - 11) 说明书第6-14段	1-9
PX	CN 220156416 U (深圳大学) 2023年12月8日 (2023 - 12 - 08) 说明书第36-63段, 图1-11	1-9
X	CN 212318160 U (江苏芷泉能源科技有限公司) 2021年1月8日 (2021 - 01 - 08) 说明书第20-29段, 图1-2	1-9
A	CN 114744915 A (华阳新材料科技集团有限公司 等) 2022年7月12日 (2022 - 07 - 12) 全文	1-9
A	CN 209462284 U (深圳大学) 2019年10月1日 (2019 - 10 - 01) 全文	1-9
A	US 2019341876 A1 (QINGDAO AUSTECH SOLAR TECHNOLOGY CO., LTD.) 2019年11月7日 (2019 - 11 - 07) 全文	1-9

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“p” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2024年8月16日

国际检索报告邮寄日期

2024年8月30日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

嵇恒

电话号码 (+86) 010-53961502

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/100166

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	116582029	A	2023年8月11日	无			
CN	220156416	U	2023年12月8日	无			
CN	212318160	U	2021年1月8日	无			
CN	114744915	A	2022年7月12日	无			
CN	209462284	U	2019年10月1日	无			
US	2019341876	A1	2019年11月7日	AU	2017331804	A1	2019年5月2日
				KR	20190057091	A	2019年5月27日
				AT	520904	A2	2019年8月15日
				AT	520904	A5	2021年7月15日
				WO	2018053579	A1	2018年3月29日