



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101968042 B

(45) 授权公告日 2012. 08. 22

(21) 申请号 201010511509. 4

F03D 9/02 (2006. 01)

(22) 申请日 2010. 10. 19

(56) 对比文件

(73) 专利权人 中山大学

地址 510275 广东省广州市海珠区新港西路
135 号

专利权人 东莞理工学院

(72) 发明人 陆建峰 丁静 杨建平 尹辉斌
杨晓西 丁旗

US 4433544 A, 1984. 02. 28,
US 2008127647 A1, 2008. 06. 05,
CN 101413719 A, 2009. 04. 22,
JP 2009191762 A, 2009. 08. 27,
CN 2761863 Y, 2006. 03. 01,

审查员 张人天

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245

代理人 杨晓松 罗观祥

(51) Int. Cl.

F03G 6/06 (2006. 01)

F03G 6/02 (2006. 01)

F01K 23/02 (2006. 01)

F01D 15/10 (2006. 01)

F01K 19/00 (2006. 01)

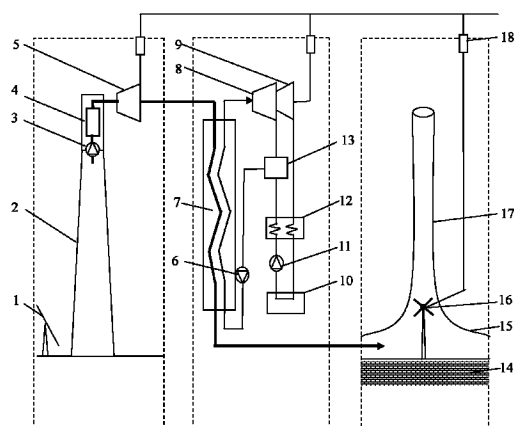
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 3 页

(54) 发明名称

多级全效太阳能热发电方法

(57) 摘要

本发明公开了一种多级全效太阳能热发电方法,该方法将塔式太阳能热发电子系统、空气余热发电子系统、热气流发电子系统耦合连接,充分利用不同温度段的热能进行发电,其中,塔式太阳能热发电子系统汇聚吸收太阳辐射并形成高温高压空气进行发电,排出的中温空气通过热交换驱动朗肯循环热发电,尾气直接驱动热气流发电系统,最后整个系统做功获得的电能经过调压调频后对外输出。其不同子系统间还可以有机组合,例如热气流发电子系统集热塔可以作为塔式太阳能热发电子系统聚光塔底座,热气流发电子系统的流出气体可以作为塔式太阳能热发电子系统的吸入气体等。本发明发电效率高,能较好地满足工业上规模化太阳能热发电的要求。



1. 多级全效太阳能热发电方法,其特征在于,将塔式太阳能热发电子系统、空气余热发电子系统、热气流发电子系统耦合连接,充分利用不同温度段的热能进行发电,其中,塔式太阳能热发电子系统汇聚吸收太阳辐射并形成高温高压空气进行发电,排出的中温空气通过热交换驱动空气余热发电子系统发电,产生的尾气直接驱动热气流发电子系统发电,最后整个系统做功获得的电能经过调压调频后对外输出,热气流发电子系统集热塔同时作为塔式太阳能热发电子系统的聚光塔底,热气流发电子系统的流出气体作为塔式太阳能热发电子系统的吸入气体。

2. 根据权利要求1所述的多级全效太阳能热发电方法,其特征在于,所述塔式太阳能热发电子系统包括定日镜场、聚光塔、吸热器、耐高温泵、空气热发电机;定日镜场汇聚太阳辐射到聚光塔上方的吸热器,耐高温泵将空气直接吸入吸热器中进行加热,通过空气热发电机发电后流出为中温空气;传热工质为高温高压空气。

3. 根据权利要求2所述的多级全效太阳能热发电方法,其特征在于,所述空气余热发电子系统包括蒸发器、汽轮机、发电机、混合器、回热器、冷凝器与泵;塔式太阳能热发电子系统流出的中温空气进入蒸发器,使得传热工质在蒸发器中吸收热量而蒸发,进而进入汽轮机带动发电机发电,然后经回热器冷却和冷凝器冷凝成为液态,被泵抽出并由回热器加热后与汽轮机抽出的部分过热蒸汽在混合器混合,而后再由泵吸入蒸发器完成循环。

4. 根据权利要求3所述的多级全效太阳能热发电方法,其特征在于,所述空气余热发电子系统采用朗肯热力循环。

5. 根据权利要求3所述的多级全效太阳能热发电方法,其特征在于,所述空气余热发电系统中的热力系统空气余热温度较高时采用水工质,空气余热温度较低时采用有机工质。

6. 根据权利要求3所述的多级全效太阳能热发电方法,其特征在于,所述空气余热发电系统中的蒸发器包括保护层、保温层、外壳、传热工质进出口、空气进出口、蒸发管,蒸发管上有翅片,蒸发器内部布置有隔板。

7. 根据权利要求3所述的多级全效太阳能热发电方法,其特征在于,所述热气流发电子系统包括蓄热层、集热棚、集热塔、气流发电机;经过空气余热发电系统中的蒸发器的空气尾气进入集热棚,集热棚与蓄热层同时直接吸收太阳辐射能,热空气在集热塔内浮升并流出,从而驱动气流发电机发电。

8. 根据权利要求7所述的多级全效太阳能热发电方法,其特征在于,所述热气流发电子系统的传热介质为中低温空气。

多级全效太阳能热发电方法

技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能热利用领域,特别涉及一种多级全效太阳能热发电方法。

背景技术

[0002] 太阳能在我国以及全世界都是最丰富和最具发展潜力的可再生能源,并且由于清洁无污染的特点,一直受到世界各国的广泛重视。从物理机制看,太阳能的能量转化包括光电、光热、光化学方式,而太阳能利用系统主要通过收集、储存和转换来实现太阳能的利用。太阳能发电技术是未来最具潜力的清洁能源技术,主要包括光伏发电与光热发电两类。

[0003] 太阳能光热发电是把太阳辐射能先转化为热能再转换成电能的技术,主要包括热能的直接和间接发电两类。太阳热能直接发电系统中,太阳能加热相关部件直接发电,其本体没有活动部件,发电功率偏小,技术相对不成熟。太阳热能间接发电系统中,利用收集的太阳热能通过热机带动发电机发电,除热源采用方式为太阳能加热,其基本原理与常规火力发电类似,发电规模较大,技术较为成熟,主要包括聚光太阳能热发电、太阳能热气流发电、太阳池发电等。

[0004] 聚光太阳能热发电技术作为低成本且具有规模化前景的清洁能源技术,是我国国民经济可持续发展的战略性新兴产业技术,主要分为四种形式:槽式、线式、碟式和塔式。槽式太阳能热发电系统利用槽式抛物面进行聚光发电,传热蓄热介质通常采用导热油,系统采用蒸汽朗肯热力循环、有机朗肯热力循环等。塔式太阳能热发电系统利用定日镜汇聚太阳辐射能进行发电,传热蓄热介质通常采用熔融盐、过热蒸汽与空气,其系统通常采用蒸汽朗肯热力循环、高温空气复合热力循环等。碟式太阳能热发电系统利用抛物面反射镜进行聚光发电,传热蓄热介质通常采用空气,其系统通常采用斯特林热力循环,规模较小,可用于分布式能源系统。线式太阳能热发电系统主要利用菲涅尔镜聚光发电,目前处于研发阶段。目前槽式与塔式热发电技术已得到大力发展和广泛应用。

[0005] 热气流发电系统与太阳池发电系统直接收集太阳辐射能进行发电。热气流发电系统中,集热棚与地表蓄热层利用温室效应吸收太阳辐射并加热棚内的空气,空气受热膨胀形成一股向上的动力,从而形成热气流驱动涡轮发电机组发电。太阳池发电系统中,水池直接吸收太阳辐射,稳定的盐水层隔绝对流传热,形成了自然的蓄热池或太阳池,底部的高温热水被用于驱动气轮机发电,其热机系统通常采用有机朗肯循环。

[0006] 目前国内外已有众多相关发明专利,包括太阳能塔式热发电方法、有机朗肯发电方法、热气流发电方法,但不同温度段发电方法间缺乏耦合,不能进行全效能发电,因此需要一种多级全效太阳能热发电方法。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种多级全效太阳能热发电方法,该方法能较好地满足规模化高效能太阳能热发电的要求。

[0008] 本发明通过以下技术方案实现:多级全效太阳能热发电方法中,将塔式太阳能热

发电子系统、空气余热发电子系统、热气流发电子系统耦合连接,充分利用不同温度段的热能进行发电。塔式太阳能热发电子系统汇聚吸收太阳辐射并形成高温高压空气进行发电,排出的中温空气通过热交换驱动空气余热发电子系统发电,产生的尾气直接驱动热气流发电子系统发电,最后整个系统做功获得的电能经过调压调频后对外输出。

[0009] 所述塔式太阳能热发电子系统包括定日镜场、聚光塔、吸热器、耐高温泵、空气热发电机与管路,在工作过程中,定日镜场汇聚太阳辐射到聚光塔上方的吸热器,耐高温泵将空气直接吸入吸热器中进行加热,然后通过空气热发电机进行发电,在这一子系统中,传热工质为高温高压空气。

[0010] 所述空气余热发电子系统包括蒸发器、汽轮机、发电机、混合器、回热器、冷凝器与泵,在工作过程中,将通过塔式太阳能热发电子系统后排出的中温空气吸入所述的空气余热发电系统中的蒸发器,使得蒸发器中的传热工质在蒸发器中吸收热量而蒸发,然后进入汽轮机带动发电机发电,发电完成后,传热工质经回热器冷却和冷凝器冷凝成为液态,然后被泵抽出,重回回热器加热,加热后与汽轮机抽出的部分过热蒸汽在混合器混合,然后再由另一泵吸入蒸发器完成循环。在这一子系统中,采用的是朗肯热力循环,在空气余热温度较高时采用的传热工质是水工质,空气余热温度较低时采用的传热工质是有机工质。

[0011] 所述热气流发电子系统包括蓄热层、集热棚、集热塔、气流发电机,在工作过程中,从所述空气余热发电系统中的蒸发器流出的空气尾气进入热气流发电系统中的集热棚,集热棚与蓄热层同时直接吸收太阳辐射能,热空气在集热塔内浮升并流出,从而驱动气流发电机发电。在这一子系统中,其传热工质为中低温空气。

[0012] 最后三个子系统做功获得的总电能经过调压调频后对外输出。

[0013] 多级全效太阳能热发电方法中各子系统之间还可以有机组合,使方法得到进一步优化,例如将热气流发电系统中的集热塔同时作为塔式太阳能热发电子系统的聚光塔底座,可大幅度节省材料和面积;将热气流发电子系统的流出气体作为塔式太阳能热发电子系统的吸入气体,从而具有一定的预热效果。

[0014] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0015] 1、本发明中塔式太阳能热发电子系统采用高温空气发电,空气余热发电子系统采用中温空气发电,热气流发电子系统采用低温空气发电,整个系统工作温度范围广。

[0016] 2、多级全效太阳能热发电方法将塔式太阳能热发电子系统、空气余热发电子系统、热气流发电子系统耦合连接,充分利用不同温度段的热能进行发电,提高了发电效率。

[0017] 3、多级全效太阳能热发电方法中各子系统之间可以有机组合,使方法得到进一步优化。

附图说明

[0018] 图1为一种多级全效太阳能热发电方法的工作原理图;

[0019] 图2为组合式多级全效太阳能热发电方法的工作原理图;

[0020] 图3为空气余热发电子系统中蒸发器的结构示意图。

具体实施方式

[0021] 下面结合实施例及附图,对本发明作进一步的详细说明,但本发明的实施方式不

限于此。

[0022] 实施例 1

[0023] 图 1 为一种采用多级全效太阳能热发电方法的工作原理图。实现该方法的系统包括塔式太阳能热发电子系统、空气余热发电子系统、热气流发电子系统。塔式太阳能热发电子系统包括定日镜场 1、聚光塔 2、吸热器 4、耐高温泵 3、空气热发电机 5 与管路, 传热工质为高温高压空气。空气余热发电子系统包括蒸发器 7、汽轮机 8、发电机 9、混合器 13、回热器 12、冷凝器 10 与泵 11, 热力系统采用朗肯热力循环, 空气余热温度较高时采用水工质作为传热工质, 空气余热温度较低时采用有机工质作为传热工质。热气流发电子系统包括蓄热层 14、集热棚 15、集热塔 17、气流发电机 16, 其传热工质为中低温空气。

[0024] 该系统工作时, 所述塔式太阳能热发电系统中的定日镜场 1 汇聚太阳辐射到聚光塔 2 上方的吸热器 4, 耐高温泵 3 将空气直接吸入吸热器 4 中进行加热, 通过空气热发电机 5 发电后成为中温空气进入所述的空气余热发电系统中的蒸发器 7, 使得传热工质在蒸发器 7 中吸收热量而蒸发, 然后进入汽轮机 8 带动发电机 9 发电。从蒸发器 7 流出的空气尾气进入热气流发电系统中的集热棚 15, 集热棚 15 与蓄热层 14 同时直接吸收太阳辐射能, 热空气在集热塔 17 内浮升并流出, 从而驱动气流发电机 16 发电。最后整个系统做功获得的电能经过调压调频器 18 后对外输出。

[0025] 所述空气余热发电系统中的传热工质在蒸发器 7 中蒸发进入汽轮机 8 带动发电机 9 发电后, 经回热器 12 冷却和冷凝器 10 冷凝成为液态, 然后被泵 11 抽出并由回热器 12 加热后与汽轮机 8 抽出的部分过热蒸汽在混合器 13 混合, 而后再由泵 6 吸入蒸发器 7 完成循环。

[0026] 实施例 2

[0027] 图 2 为一种采用多级全效太阳能热发电方法所得的组合式系统结构图。该系统是对实施例 1 系统所做的进一步改进。该系统包括塔式太阳能热发电子系统、空气余热发电子系统、热气流发电子系统。塔式太阳能热发电子系统包括定日镜场 21、聚光塔顶支架 25、吸热器 27、耐高温泵 26、空气热发电机 38 与管路。空气余热发电子系统包括蒸发器 34、汽轮机 36、发电机 35、混合器 33、回热器 32、冷凝器 30 与泵 31。热气流发电子系统包括蓄热层 28、集热棚 22、集热塔 24、气流发电机 23。最后整个系统做功获得的电能经过调压调频器 37 后对外输出。

[0028] 该组合式多级全效太阳能热发电系统与实施例 1 中系统相比较, 不同点是热气流发电子系统集热塔 24 同时是塔式太阳能热发电子系统的聚光塔底座, 从而在结构上大幅度节省了材料和面积, 另外热气流发电子系统的流出气体可作为塔式太阳能热发电子系统的吸入气体, 具有一定的预热效果, 从而提高系统的发电效率。其他工作原理和流程与实施例 1 相同。

[0029] 图 3 为空气余热发电子系统中蒸发器的结构示意图。蒸发器包括保护层 41、保温层 42、外壳 43、传热工质进口 44、传热工质出口 49、空气进口 48、空气出口 45、蒸发管 46、翅片 47、隔板 50。在蒸发管 46 上有翅片 47, 主要用于强化管外空气与管内有机工质间的换热, 另外, 在蒸发器内为优化空气流道, 使管内外的传热得以强化而设置了隔板 50。

[0030] 上述实施例仅为本发明的较佳实施例, 并非用来限定本发明的实施范围; 即凡依本发明内容所作的均等变化与修饰, 都为本发明权利要求所要求保护的范围内所涵盖。

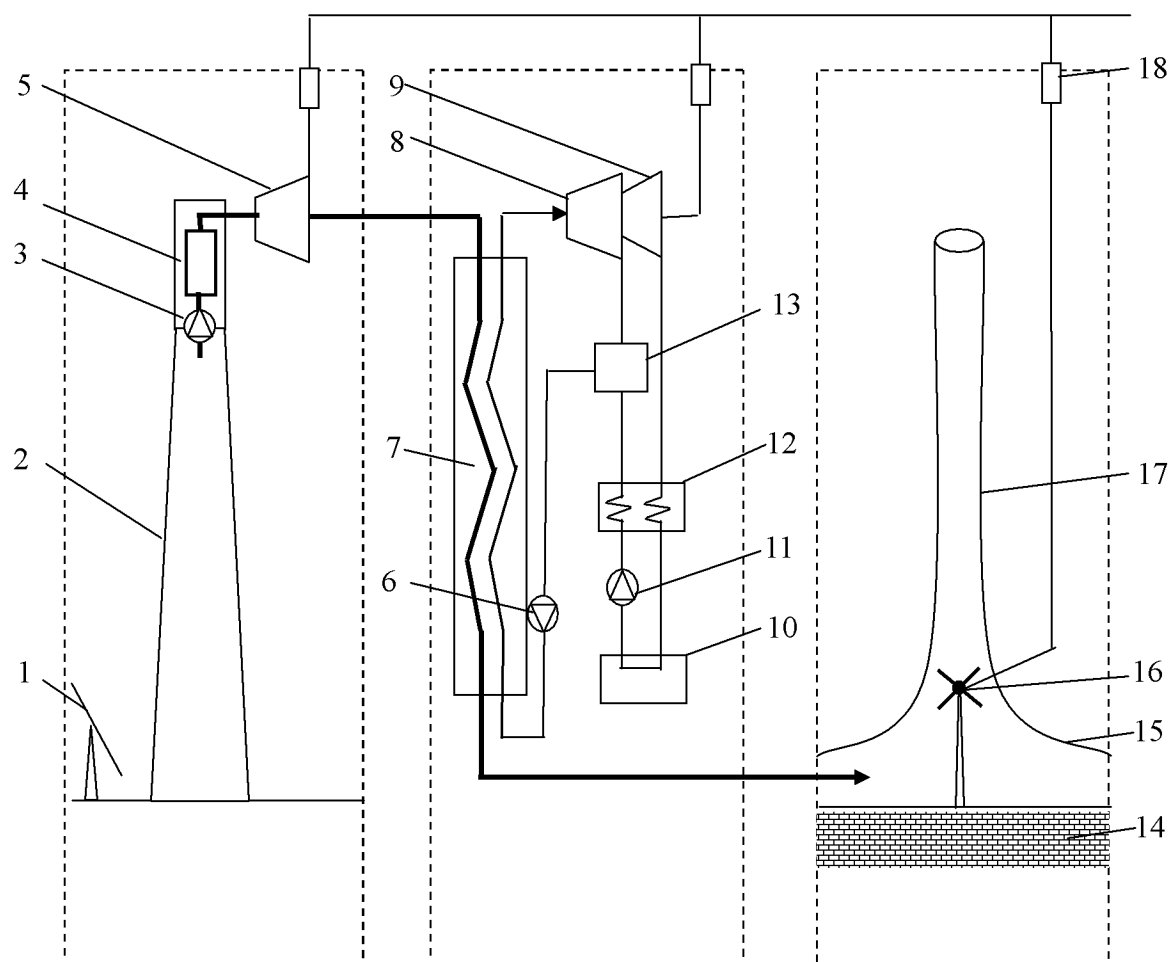


图 1

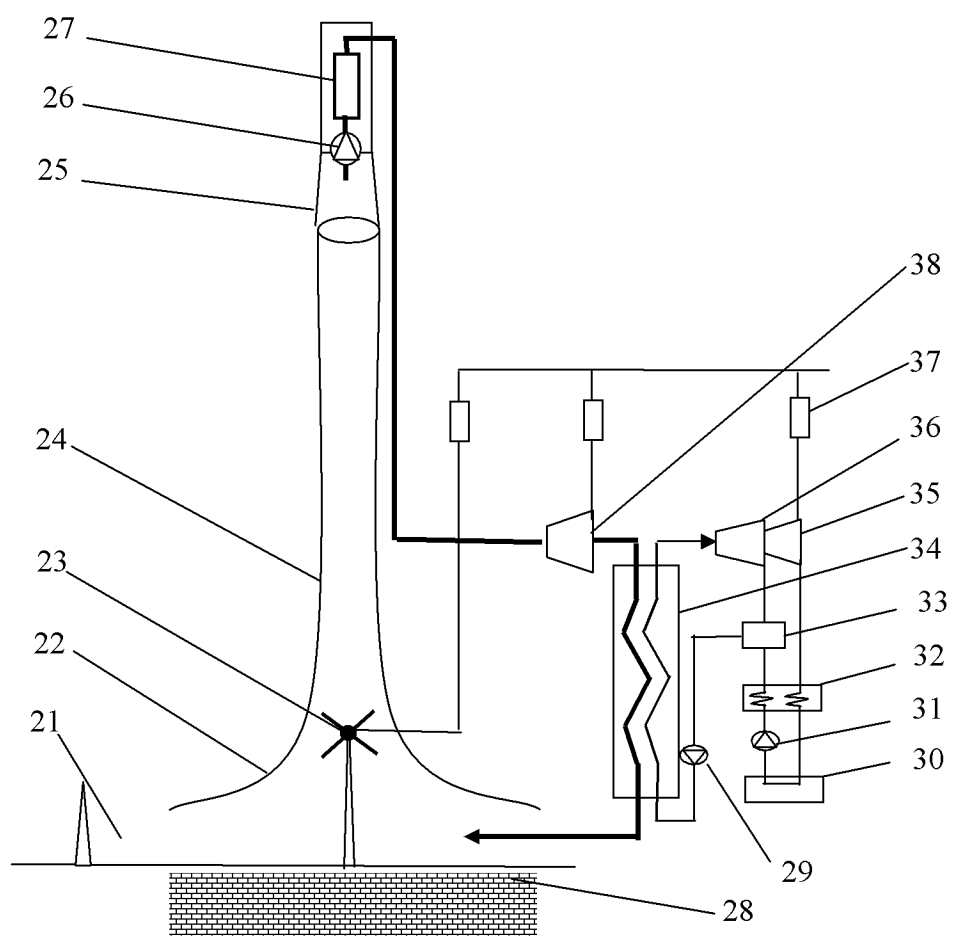


图 2

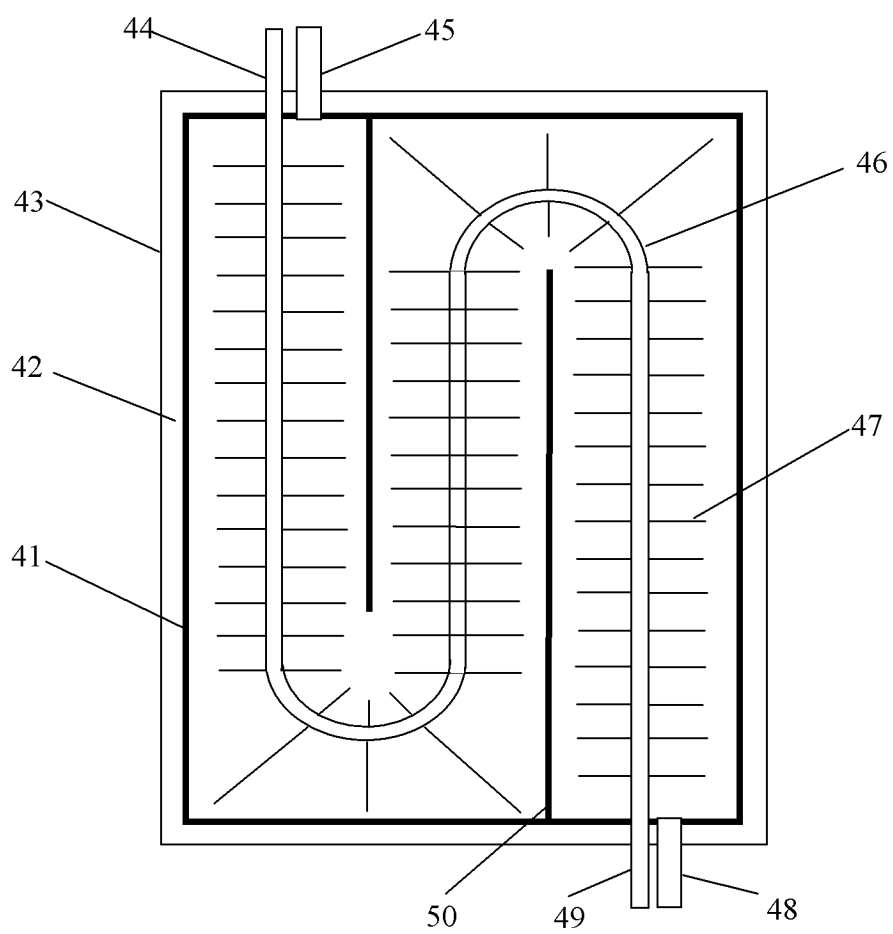


图 3