



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105247208 A

(43) 申请公布日 2016. 01. 13

(21) 申请号 201480016897. 5

代理人 刘钊 齐葵

(22) 申请日 2014. 03. 17

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

F03G 6/06(2006. 01)

2013/02103 2013. 03. 20 ZA

F01K 3/12(2006. 01)

F22B 1/00(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 09. 18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2014/059899 2014. 03. 17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/147547 EN 2014. 09. 25

(71) 申请人 斯坦陵布什大学

地址 南非西开普省

(72) 发明人 卢卡斯·赫莱尔

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司

11018

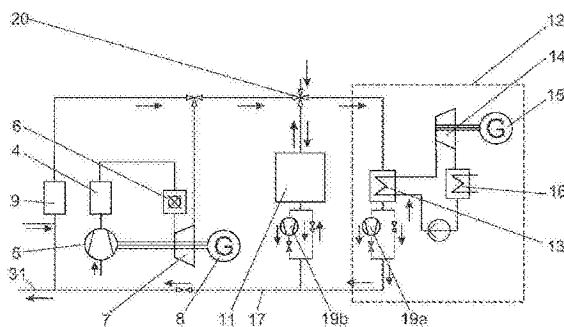
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

具有蓄热器的太阳能集热器厂

(57) 摘要

本申请提供了一种聚光型太阳能收集器厂，其中具有相关联的气轮机的增压太阳能接收器和低压太阳能接收器与公共的热能存储系统一起使用。来自气轮机的废气被连接到热能存储系统，以将除了从低压太阳能接收器接收的热量之外的剩余热传送给热能存储系统。增压太阳能接收器可以是与低压接收器分离的单元，并且至少一些定日镜被控制以将反射太阳能从一个太阳能接收器重新引导到另一个太阳能接收器。替代地，增压太阳能接收器可以被与低压接收器结合到单个单元中，该单个单元具有高压接收器的热接收部分和用于加热入口和出口之间的空气以形成低压接收器的流动通道。



1. 一种聚光型太阳能收集器厂,包括定日镜场,该定日镜场用于将反射的太阳辐射引导向具有相关联的气轮机的增压太阳能接收器,并引导向具有相关联的热能存储系统的低压太阳能接收器,所述聚光型太阳能收集器厂的特征在于,来自所述气轮机的废气被连接到所述热能存储系统,以将除了从所述低压太阳能接收器接收的热量之外的剩余热传送给所述热能存储系统。

2. 根据权利要求 1 所述的聚光型太阳能收集器厂,其中所述增压太阳能接收器是与所述低压太阳能接收器分离的单元,并且与所述太阳能收集器厂相关联的至少一些定日镜被连接到控制器,该控制器将来自一个太阳能接收器的反射太阳能重新引导到另一个太阳能接收器,从而保持进入到所述增压太阳能接收器中的一般预定的太阳能功率和能量输入。

3. 根据权利要求 2 所述的聚光型太阳能收集器厂,其中所述定日镜场被选择来使得所述气轮机能够长期在接近于最佳负载下来操纵,并且所述控制器被编程用于当不需要高照射强度的过量反射太阳能来将所述气轮机保持在接近最佳负载下时,引导该反射太阳能离开所述高压接收器并朝向所述低压接收器。

4. 根据权利要求 3 所述的聚光型太阳能收集器厂,其中超过将所述气轮机保持在接近最佳负载下所需的太阳能被引导到所述低压太阳能接收器用于热量存储,或者替代地立即用于兰金循环发电设施中。

5. 根据权利要求 1 所述的聚光型太阳能收集器厂,其中所述增压太阳能接收器与所述低压太阳能接收器被结合到单个单元中,在该单个单元中,辐射能量被引导到高压接收器的热接收部分处,并且可变量的低压空气被传递通过该热接收部分,以在空气入口和空气出口之间流动,并且被该热接收部分加热,从而构成所述低压接收器。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的聚光型太阳能收集器厂,其中所述高压接收器的出口被又一太阳能接收器供能,以进一步加热从所述高压接收器发出的压缩气体。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的聚光型太阳能收集器厂,其中所述气轮机被联接到发电机和用于向所述增压太阳能接收器供给增压气体的压缩机。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的聚光型太阳能收集器厂,其中所述增压气体是空气。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的聚光型太阳能收集器厂,其中燃烧室被置于所述增压太阳能接收器的出口和所述气轮机的入口之间

10. 根据前述权利要求中任一项所述的聚光型太阳能收集器厂,其中所述增压太阳能接收器为管状类型。

11. 根据前述权利要求中任一项所述的聚光型太阳能收集器厂,其中所述热能存储系统是合适的耐热蓄热单元的充填床。

12. 根据前述权利要求中任一项所述的聚光型太阳能收集器厂,其中所述热能存储系统形成兰金循环发电装置的一部分。

13. 根据权利要求 12 所述的聚光型太阳能收集器厂,其中离开所述兰金循环的空气中的剩余热通过将该空气循环到所述低压接收器的合适入口而被回收。

具有蓄热器的太阳能集热器厂

技术领域

[0001] 本发明涉及一般类型的太阳能集热器厂,在一般类型的太阳能集热器厂中,入射的太阳辐射通过被称为定日镜的多个循迹反光镜被聚集到一个或多个中央接收器上,并且收集的热能被用于气轮机中,剩余能量被存储在热存储设施中以备后用。至少从中央接收器为多个定日镜服务的意义上来说,中央接收器通常被定位在一般位于定日镜场的中心处的一个或多个塔上。

背景技术

[0002] 已经以许多不同的配置制造了太阳能接收器。增压(高压)和开放(低压)的太阳能接收器都已在研究设施中被成功地测试,并且已经建成预商用示范电厂。可以产生热增压空气的现有的接收器包括管状接收器和封闭容量接收器。

[0003] 管状接收器被称为间接照射接收器,一般由多个耐高温金属合金锅炉管组成,诸如压缩空气、水/蒸汽、二氧化碳或任何其它合适的工作流体的增压的工作流体从多个耐高温金属合金锅炉管中通过。

[0004] 另一方面,封闭容量接收器被视为直接照射接收器。封闭容量接收器一般使用增压石英窗口,太阳辐射通过增压石英窗口并照射增压室内部的多孔吸收介质。增压气体移动穿过吸收介质,从而在冷却接收介质的同时获得热能。

[0005] 开放(低压)的容量接收器通常也是直接照射接收器。在这种情况下,环境空气,而不是增压气体,被吸引通过被暴露于集中的太阳辐射的吸收介质。开放的容量接收器的局限是,在目前的技术发展的状态下,其只能被实际用于诸如用于生产电能的兰金循环的有限数量的应用中。

[0006] R. Buck 等在题为“用于太阳能塔的双接收器概念”的文章(太阳能 80(2006)1249-1254)中,描述了一种低压型的太阳能接收器,其中在直接照射吸收器管中进行蒸发,同时在供给有来自开放容量接收器的热空气的热交换器中进行给水预热和蒸汽过热。整个装置工作于兰金循环上。

[0007] 海德(Heide)等人的 US20110185742 号美国专利公开提出了几种联合循环聚光型太阳能发电厂的布局,该布局的特点是围绕接收器的独立的热传递介质循环、在此循环中的高温热能存储系统、用于布雷顿循环和兰金蒸汽循环的热交换器,其具有两个热源。它们中的一个是在其中高温介质产生蒸汽的太阳能锅炉,另一个由来自气轮机的废气供能。

[0008] 2013/0207402 号美国专利公开描述了一种具有在气体侧上的两个不同的压力水平的联合循环电厂。其提到了处于两个不同的压力水平和两个不同的垂直位置的空气接收器。然而,其所有的接收器都被增压并为气轮机供料。

[0009] 青山等人的 US8312703 号美国专利公开提出了太阳能驱动的联合循环电厂的四个不同的实施例。它们的特点是增压空气和蒸汽过热接收器,其中蒸汽通过气轮机废气而被产生。在一些提议中,空气接收器是由过热蒸汽冷却。一个实施例的特点是辅助燃料燃烧器,而一个仅具有增压空气接收器。在具有两个接收器的情况下,指出,在低部分负载中,

不使用空气接收器,并且能量被集中在具有较低等级的蒸汽接收器上。

[0010] Aga 等人的欧洲专利 EP2525051 描述了一种蒸汽发生接收器和一种用于填充熔盐热能存储系统的分离的接收器。在排放模式期间,用于产生蒸汽的能量由熔盐经由热交换器提供。提到了将定日镜聚焦到位于一个或几个塔上的两个接收器中的任何一个接收器上。

[0011] 已知的是,在经由增压的工作流体输入的热能的相当有限的范围内,由高压高温的工作流体操纵的气轮机的运行才是最有效率地。既然如此,当设计气轮机操纵的系统以给设计效率定指标时,需要考虑平衡。太阳能热源需要被缩放到这样的水平,以使得在最小化使反射镜从接收器散焦的必要性的同时,气轮机能够尽可能长时间地运行。

发明内容

[0012] 根据本发明,提供一种聚光型太阳能收集器厂,包括定日镜场,该定日镜场用于将反射的太阳辐射引导向具有相关联的气轮机的增压太阳能接收器,并引导向具有相关联的热能存储系统的低压太阳能接收器,聚光太阳能收集器厂的特征在于来自气轮机的废气也被连接到热能存储系统,以将除了从低压太阳能接收器接收的热量之外的剩余热传送给热能存储系统。

[0013] 在本发明的第一变型中,增压太阳能接收器可以是与低压太阳能接收器分离的单元,并且与太阳能收集器厂相关联的至少一些定日镜被连接到控制器,该控制器将来自一个太阳能接收器的反射太阳能重新引导向另一个太阳能接收器,从而保持进入到增压太阳能接收器中的一般预定的太阳能功率和能量输入。

[0014] 超过增压太阳能接收器所需的太阳能可以被引导到低压太阳能接收器,用于在事件正常过程中的热量存储,或者可替代地立即用于兰金循环发电设施中。这可以由与被连接到控制器的太阳能收集器厂相关联的至少一些定日镜来实现,该控制器将来自一个太阳能接收器的反射太阳能重新引导到另一个太阳能接收器,从而保持进入到增压太阳能接收器中的一般预定的太阳能功率和能量输入。这意味着,定日镜场被选择来使得气轮机能够长期在接近于最佳负载(通常与最大负载同义)下来操纵,并且控制器被编程用于当不需要高照射强度的过量反射太阳能来将气轮机保持在接近最佳负载下时,引导该反射太阳量离开高压接收器并朝向低压接收器。

[0015] 超过将气轮机保持在接近最佳负载下所需的太阳能被引导到低压太阳能接收器用于热量存储,或者替代地立即用于兰金循环发电设施中。

[0016] 在本发明的第二变型中,增压太阳能接收器与低压太阳能接收器被结合到单个单元中,在单个单元中,辐射能量被引导到高压接收器的热接收部分处,并且可变量的低压空气(取决于可用辐射能量的量)被传递通过该热接收部分,以在空气入口和空气出口之间流动,并从而被热接收部分加热并从而构成低压接收器。这样的装置在公开的国际专利申请 W02013160872 中被更充分地描述,该申请的内容通过引用在此并入。需要注意的是,在这样的装置中,高压接收器的出口可以被又一太阳能接收器供能,以进一步加热压缩气体。

[0017] 本发明的进一步特征规定:气轮机被联接到发电机和用于向增压太阳能接收器供给增压气体的压缩机;增压气体为空气;燃烧室被选择性地置于增压太阳能接收器的出口和气轮机的入口之间;增压太阳能接收器为管状类型;热能存储系统是典型地为诸如花岗

岩或辉绿岩的岩石单元的、合适的耐热蓄热单元的充填床；热能存储系统形成兰金循环发电装置的一部分；并且离开兰金循环的空气中的剩余热通过将空气循环到太阳能收集器厂中的合适的点而被回收，以通过将空气引导向低压接收器的合适的入口来保留这样的剩余热中的至少一些。

[0018] 本发明的上述和其它特征将通过下面参照附图对本发明的两个变型的实施方式的说明而被更全面地理解。

附图说明

[0019] 附图中：

[0020] 图 1 为定日镜场和支持中央接收器的中央塔的装置的示意图；

[0021] 图 2 为根据本发明的聚光型太阳能收集器厂的第一变型的回路图；

[0022] 图 3 为控制回路的框图；

[0023] 图 4 为示出了组合的增压太阳能接收器和低压太阳能接收器的总体结构的示意性截面侧视图；

[0024] 图 5 为根据本发明的聚光型太阳能收集器厂的第二变型的回路图；和

[0025] 图 6 为图 5 中示出的回路图的变型的回路图。

具体实施方式

[0026] 在附图中的图 1 到 3 中示出的本发明的第一变型的实施例中，用于太阳能设施的中央接收器装置 (1) 被安装在定日器 (3) 的场中的塔 (2) 的上端上。应该理解，尽管空气被用作下面说明的本发明的实施例中的工作流体，但是如对于本领域普通技术人员来说将很明显的，任何其它合适的工作流体都可以被使用。

[0027] 更具体地参考附图中的图 2 和 3，中央接收器装置包括位于压缩机 (5) 的下游和可选的燃料的燃烧室 (6) 及气轮机 (7) 的膨胀单元的上游的增压空气太阳能接收器 (4)。气轮机被设置来驱动压缩机和发电机 (8)。装置将运行于布雷顿循环上。

[0028] 中央接收器装置还包括未增压（低压）空气接收器 (9)，空气接收器 (9) 可以填充通常将是合适的岩石的充填床，或其它合适的保热单元的适当的床的热能存储系统 (11)。根据需求和普遍的环境条件，未增压空气接收器 (9) 也可以同时供应兰金循环发电设施 (12)。

[0029] 然而，作为一般规则，设想的是，设计将是这样的，兰金循环发电设施将主要被用于与增压空气接收器相关联的发电设施不起作用或不完全地起作用的时候。当然，将会理解，在一般情况下，热能存储系统旨在使得当缺少阳光时，特别是在晚上，可以得到热能。因此，当可以得到充足的日照量用于增压空气接收器以提供需要的电力时，兰金循环发电设施白天一般可以不工作。

[0030] 兰金循环发电设施可以为任何合适的类型，例如一种兰金循环发电设施包括热交换器 (13)、驱动发电机 (15) 的蒸汽轮机 (14) 和蒸汽轮机下游的冷凝器 (16)。热交换器系统可以取决于工作流体而包括节约器、蒸发器、过热器、再热器或超临界蒸气发生器中的任何和所有。应当指出的是，当可以采用冷凝器的干燥冷却时，主要在晚间工作的兰金循环很可能有更高的效率。至少部分包含在离开兰金循环的空气中的剩余热可以被回收利用，例

如如图 2 中标记 (17) 所指示的朝向低压接收器 (9) 的入口。

[0031] 应该注意的是,在开放空气接收器厂中的空气返回循环以这样的方式工作,即,使得蒸汽发生器的废气通过管道沿塔向上输送。于是,空气出口非常接近空气接收器,使得至少部分空气被再次吸入到接收器中。即使没有被吸回到吸收器中的空气也将从循环中受益,这是因为塔也用作具有浮力效应的烟囱,导致需要较少泵浦功率。该“烟囱效应”甚至可以用于开放空气接收器不用于减小气轮机的必要出口压力时。

[0032] 如本发明所提供地,来自气轮机的废气也将被用于填充热能存储系统 (11),或在需要的情况下,被立即用于兰金循环发电设施 (12) 中。在这方面,应该注意的是,连续地运行蒸汽轮机和蒸汽发生器对于电厂的寿命和可靠性来说可能是有利的。

[0033] 当超过增压接收器的额定热等级时,在本发明的第一变型中,定日镜(聚光镜)中的一些由控制器 (18) 控制,以将它们的焦点从增压接收器 (4) 转移到低压接收器 (9)。如此控制器将反射太阳能从一个太阳能接收器重新引导到另一个太阳能接收器,从而保持进入增压太阳能接收器中的一般预定的太阳能功率和能量输入,超过的太阳能被引导给低压太阳能接收器以用于事件正常过程中的热量存储,或者可替代地用于兰金循环发电设施中。

[0034] 简单地举例来说,离开压缩机 (5) 的的空气的温度可能为 400°C 的量级,或在任何情况下,通常在 200 至 500°C 之间;离开增压接收器的空气的温度可能为 1000°C 的量级,或在任何情况下,通常在 700 至 1000°C 之间;离开气轮机的空气的温度可能为约 540°C,或在任何情况下,通常在 250 至 720°C 之间;并且,离开低压接收器的空气可能为约 540°C,或在任何情况下,通常在 250 至 1000°C 之间。

[0035] 太阳能收集器厂的操作可以被控制,以使得离开轮机的的气体的温度和那些离开低压接收器的气体的温度大致相同。高压接收器内的压力可能为 15 巴的量级,但在任何情况下,通常在 5 至 22 巴之间。

[0036] 为了热回收目的,热能存储系统,在热交换器 (13) 的下游有鼓风机 (19A),用于吸引空气通过充填床和热交换器,目标在于为了实现热能存储系统的约 530°C 的、但是在任何情况下,通常在 250 至 800°C 之间的出口空气温度。

[0037] 如条件可能要求的,在热能存储系统 (11) 的冷却器侧的另一鼓风机 (19b) 可供用于抽吸热空气通过热能存储系统,并可以将热空气通过空气出口 (31) 向外吸到大气中,该空气中的一部分根据可能的需要,被吸引到未增压(低压)空气接收器 (9) 中。

[0038] 可选地,至少在某些操作情况下,低压接收器可以产生比气轮机更高的出口温度。更热的低压空气可被与来自气轮机的出口空气流混合或与环境空气混合,或者其可以直接供给到热能储存系统中。这样做的一个优点是,存储系统可被更热的空气填充,其中能量密度更高,要求的体积更小。另一优点是兰金循环可以被运行于比气轮机出口更高的温度下,这通常将给出更高的效率。需要能源、机械和经济的调查来证明这一概念的可行性。

[0039] 在任何情况下,都设想了上述装置可以采用多种不同的运行模式。在一般共同模式中,增压空气接收器将运行于高日照条件下,并且在这些条件下,未增压空气接收器可以简单地将加热空气供应给储热系统 (11);部分加热空气一供应到储热系统 (11) 并且部分供应到兰金循环 (12);或者,如果对电力的需求足够高,那么所有来自未增压空气接收器的输出都可以被供应给兰金循环 (12) 用于发电的目的。

[0040] 来自气轮机 (7) 的废气还可以被以三种不同的方式利用,即只以剩余热填充储热

系统；部分填充储热系统，并且部分供应兰金循环；或，只供应兰金循环。动作的确切组合将取决于系统、普遍情况和适用于特定太阳能收集器厂的任何其它变量。

[0041] 每当来自未增压接收器或热能储存系统的进入空气对于相应用途来说过热时，环境空气可以通过混合阀 (20) 被与热空气混合。这在所有的运行模式下都可以进行。这一措施的必要性将由所产生的温度来决定。此混合阀可以被用于根据可能的需要，以不同的方式，将来自未增压接收器的热空气的输入和气轮机出口连接到热能存储系统和 / 或连接到兰金循环，或者可以被用于在热能存储系统的排放期间，将热能存储系统连接到兰金循环。

[0042] 在图 4 和 5 中示意性示出的本发明的第二变型的一个实施例中，增压接收器可以具有任何配置的空气加热罩，纯粹是为了说明的目的，空气加热罩被示出为位于具有在使用中接收由定日镜场反射的太阳辐射的窗口 (23) 的腔室 (22) 中的横向热吸收管 (21) 的装置。低压太阳能接收器可以由在高压管状接收器的加热罩处被引导的空氣的流动通道构成，并且空气被围绕罩传送，以在前向空气入口 (24) 和后向空气出口 (25) 之间流动，同时将罩冷却至少一定程度，并且空气本身被加热。来自可能是鼓风机 (19a) 和 (19b) 中的一个或两个鼓风机的可变鼓风机的抽吸可以被用于根据进入到接收器中的太阳能输入，将适量的低压空气移动通过流动通道。

[0043] 图 6 中示出了进一步的改进，其中第二高压 (27) 接收器被添加来附加地加热来自第一高压接收器的出口空气。

[0044] 在图 5 和 6 中的每个图中，回路的其它元件都以与参照图 2 所用的附图标记相同的附图标记来示出。

[0045] 申请人相信，一般来说，联合循环电厂提供比单一循环电厂更高的总效率。然而，如果气轮机要被尽可能地运行于最优负载，那么聚光型定日镜场需要是尺寸特大的，本发明提供一种由尺寸特大的定日镜场在高照射强度下吸收的过量太阳能可以被有效地重新引导，并且最终被存储起来以随后使用的有益方式。需要注意的是，最优负载一般被认为是至少在大部分情况下的全负载。

[0046] 在早上时间，日照还不足够强来为增压接收器供能时，低压接收器可以加热空气，并且该空气可以被用来预热管道和机器。需要注意的是，增压接收器需要最优的定日镜场，这意味着土地利用不是非常高。次级低压接收器能够为由于太阳位置的角度不能有效地聚焦于高压接收器上的接收器提供替代目标。

[0047] 气轮机和低压接收器中的传热流体可以是空气和任何其它气体。合并接收器的循环可以是封闭的或开放的。

[0048] 增压接收器系统可以由串连（例如，低、中和高温）的若干接收器组成。这些接收器中的一个或几个接收器可以被与低压接收器系统联接。底循环可以被与电厂的其余部分完全分离开来，因此能够合并任何热力循环和工作流体，包括饱和的、过热的或超临界蒸汽，超临界 CO₂ 或有机兰金循环中的流体或底布雷顿循环中的流体。

[0049] 在不背离本发明的范围的情况下，可以对上述本发明的实施例作出多种改变。

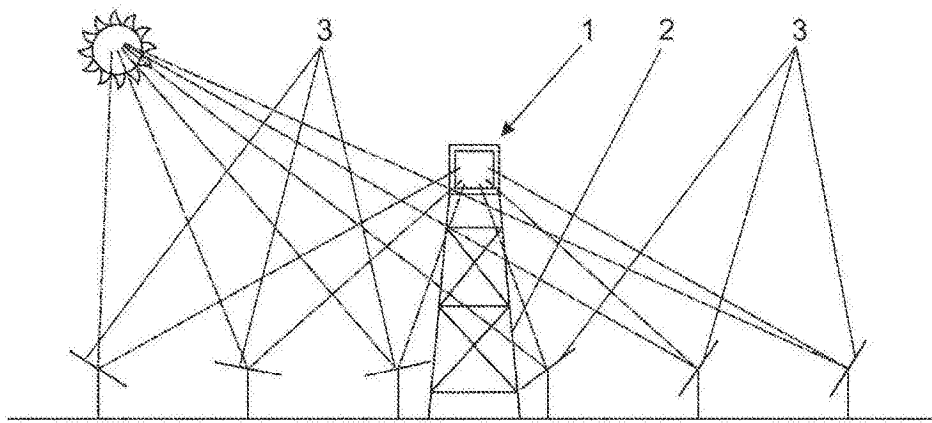


图 1

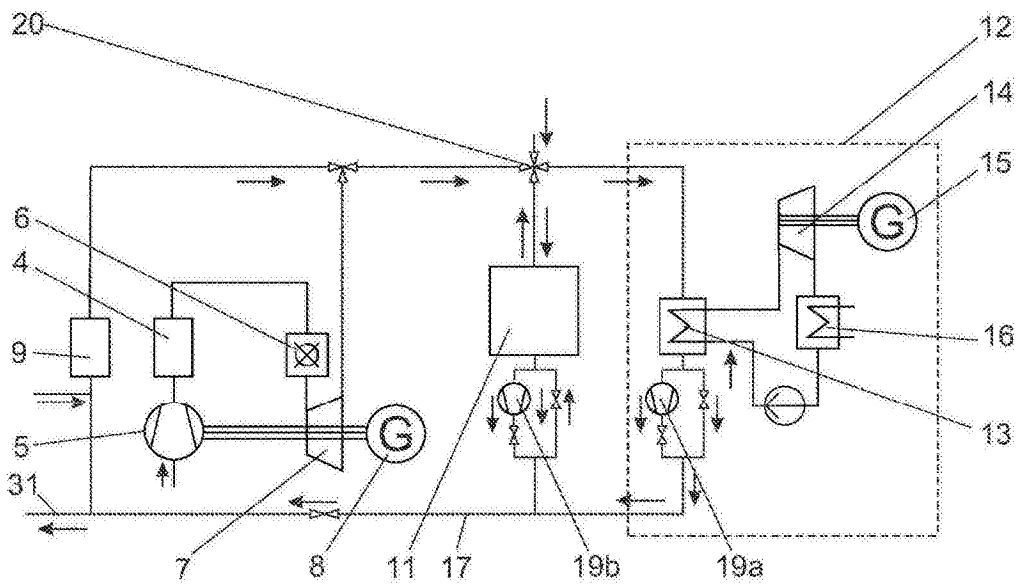


图 2

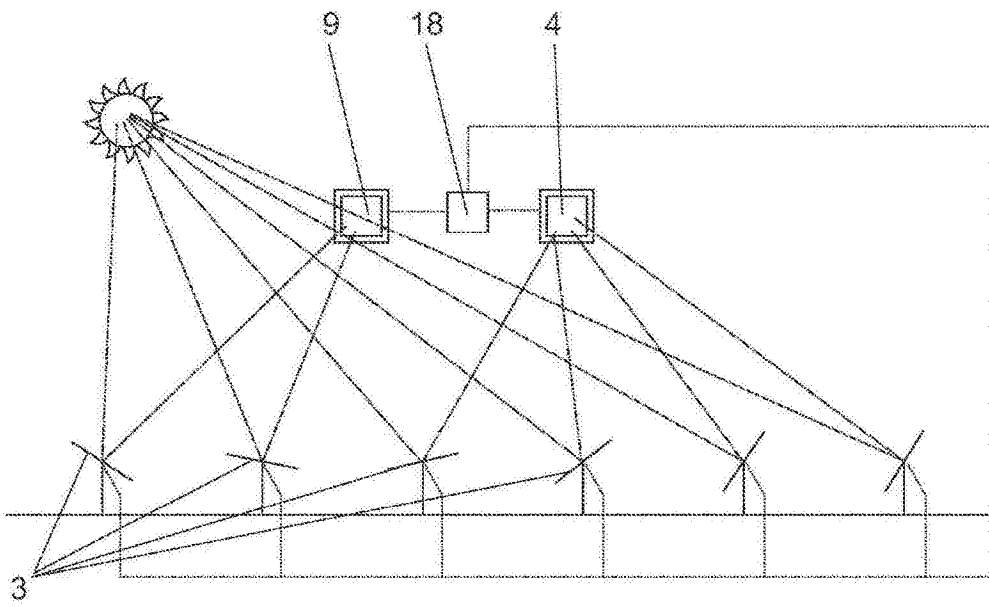


图 3

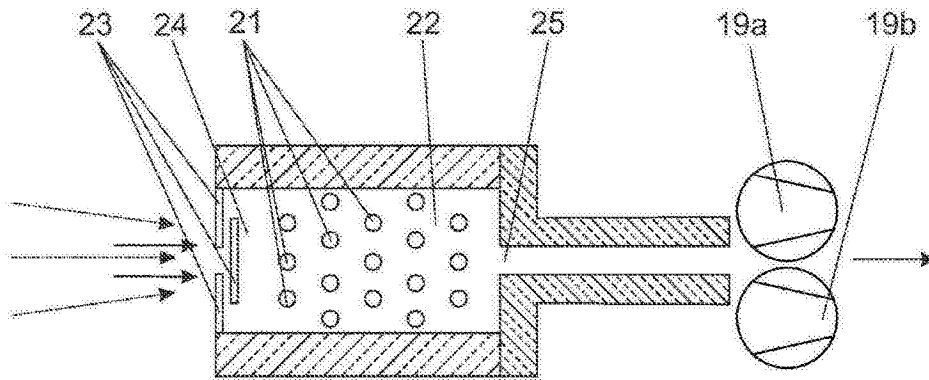


图 4

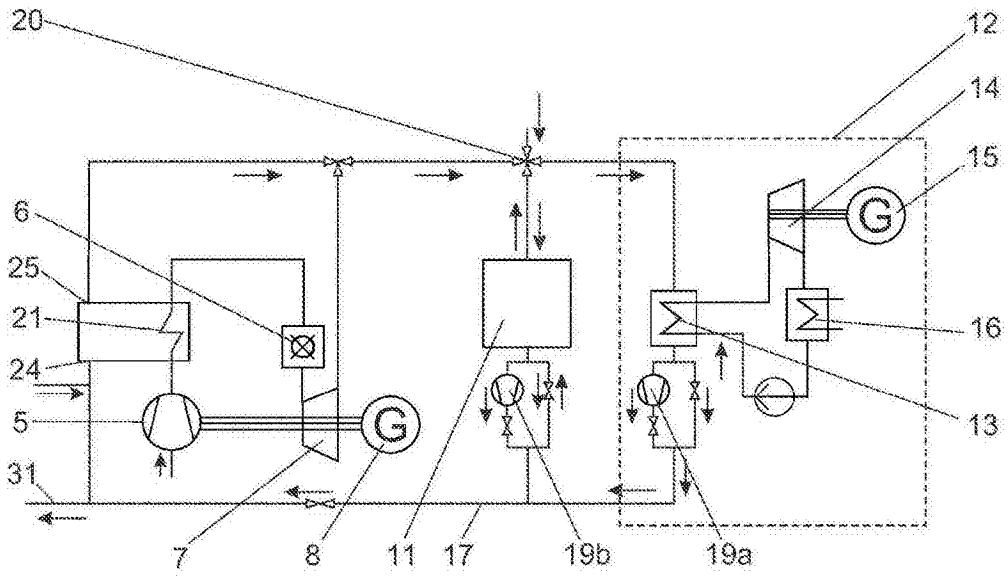


图 5

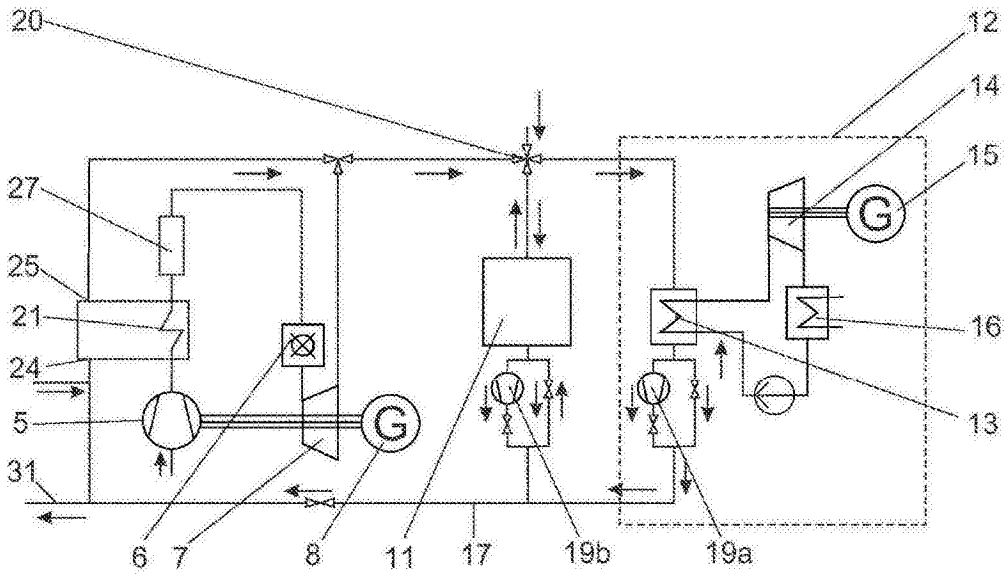


图 6