



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105697146 B

(45)授权公告日 2018.05.18

(21)申请号 201510904143.X

(22)申请日 2015.12.09

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105697146 A

(43)申请公布日 2016.06.22

(30)优先权数据

2014-251157 2014.12.11 JP

(73)专利权人 三菱日立电力系统株式会社

地址 日本神奈川县

(72)发明人 三岛信义 永渕尚之

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

公司 11243

代理人 范胜杰 王立杰

(51)Int.Cl.

F02C 1/05(2006.01)

(56)对比文件

EP 1873397 A2,2008.01.02,

EP 1873397 A2,2008.01.02,

CN 102326261 A,2012.01.18,

CN 102015072 A,2011.04.13,

US 2004/0244376 A1,2004.12.09,

CN 102182652 A,2011.09.14,

审查员 孙龙飞

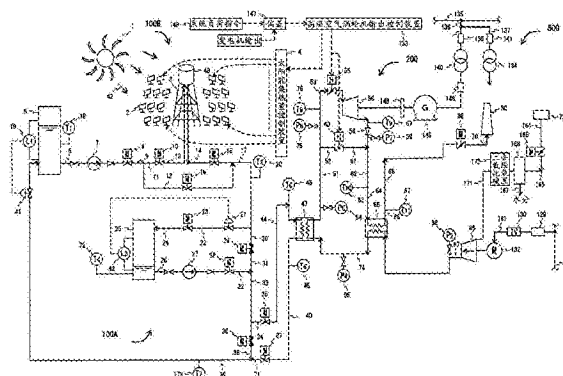
权利要求书2页 说明书11页 附图6页

(54)发明名称

太阳能发电系统

(57)摘要

本发明提供一种太阳能发电系统。该系统能够简化太阳能发电装置中的系统来降低建设成本和发电成本。该太阳能发电系统具备：太阳能集热装置，其对太阳能进行集热来加热一次热媒即熔盐；太阳能蓄热/散热装置，其具有积蓄向所述太阳能集热装置供给的熔盐的低温罐、积蓄被所述太阳能集热装置加热后的高温的熔盐的高温罐以及将从所述高温罐供给的高温的熔盐作为加热介质对二次热媒进行加热的二次热媒加热器；以及压缩机/高温涡轮机发电装置，其具有将从大气吸入的空气升压至预定压力来生成作为所述二次热媒的压缩空气的压缩机以及导入被所述二次热媒加热器加热后的压缩空气来驱动发电机的高温空气涡轮机。



1. 一种太阳能发电系统,其特征在于,具备:

太阳能集热装置,其对太阳能进行集热来加热作为一次热媒的熔盐;

太阳能蓄热/散热装置,其具有积蓄向所述太阳能集热装置供给的熔盐的低温罐、积蓄由所述太阳能集热装置加热后的高温的熔盐的高温罐以及将从所述高温罐供给的高温的熔盐作为加热介质对二次热媒进行加热的二次热媒加热器;

压缩机/高温涡轮机发电装置,其具有将从大气吸入的空气升压至预定压力来生成作为所述二次热媒的压缩空气的压缩机、以及导入由所述二次热媒加热器加热后的压缩空气来驱动发电机的高温空气涡轮机;

电动机,其对所述压缩机进行驱动;

变换器,其向所述电动机供给动力,并控制所述电动机的转速;

旁通系统,其使由所述二次热媒加热器加热后的压缩空气从所述高温空气涡轮机旁通,导入到高温空气涡轮机废气母管;

旁通阀,其调节在所述旁通系统中流过的压缩空气的流量;

入口阀,其调节向所述高温空气涡轮机流入的压缩空气的流量;以及

控制装置,其控制成通过调节所述旁通阀以及所述入口阀的开度,使被导入到所述高温空气涡轮机的压缩空气的流量和压力成为预定值。

2. 根据权利要求1所述的太阳能发电系统,其特征在于,

所述压缩机/高温涡轮机发电装置具备对从大气吸入的空气进行升压的第1压缩机、对所述第1压缩机排出的压缩空气进行冷却的中间冷却器以及吸入由所述中间冷却器冷却后的压缩空气并升压至预定压力的第2压缩机。

3. 根据权利要求1或2所述的太阳能发电系统,其特征在于,

该太阳能发电系统还具备:再生器,其被设在所述二次热媒加热器的二次热媒侧的流路的上游侧,将来自所述高温空气涡轮机的废气作为加热介质对所述压缩空气进行加热。

4. 根据权利要求1所述的太阳能发电系统,其特征在于,

在对从大气吸入的空气进行升压的所述压缩机空气吸入侧设有用于去除吸入空气中的水蒸气来进行干燥的干燥机。

5. 根据权利要求2所述的太阳能发电系统,其特征在于,

在对从大气吸入的空气进行升压的所述第1压缩机的空气吸入侧设有用于去除吸入空气中的水蒸气来进行干燥的干燥机。

6. 根据权利要求1所述的太阳能发电系统,其特征在于,

在对从大气吸入的空气进行升压的所述压缩机的空气吸入侧设有用于去除吸入空气中的二氧化碳的二氧化碳去除装置。

7. 根据权利要求2所述的太阳能发电系统,其特征在于,

在对从大气吸入的空气进行升压的所述第1压缩机的空气吸入侧设有用于去除吸入空气中的二氧化碳的二氧化碳去除装置。

8. 根据权利要求2所述的太阳能发电系统,其特征在于,

该太阳能发电系统具备用于驱动所述第1压缩机的第1电动机、向所述第1电动机供给动力的第1变换器、驱动所述第2压缩机的第2电动机以及向所述第2电动机供给动力的第2变换器,

分别通过所述第1变换器和所述第2变换器对所述第1电动机和所述第2电动机进行转速控制。

太阳能发电系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种太阳能发电系统。

背景技术

[0002] 作为能够有效地蓄热太阳能的太阳能发电装置,有具备如下装置的太阳能发电装置:将水/水蒸气用作一次热媒来生成过热蒸汽的太阳能集热装置、作为太阳能蓄热散热热媒而使用熔盐或油的太阳能蓄热散热装置以及将水蒸气用作二次热媒的汽轮机发电设备(例如,参照专利文献1)。

[0003] 此外,有这样的太阳能发电装置:作为一次热媒和蓄热散热热媒使用熔盐,作为二次热媒使用水蒸气,具备积蓄来自集热器的高温的熔盐的高温熔盐罐和对驱动汽轮机的二次热媒进行加热后的熔盐的低温熔盐罐(例如,参照专利文献1)。

[0004] 该太阳能发电装置如表示现有的太阳能发电装置的结构的概念图的图7所示那样具备:为了将太阳放射的直射日光收集到集热器以根据太阳的方向变更位置的方式构成的太阳追踪镜即定日镜200、作为一次热媒的熔盐循环的太阳能集热/蓄热系统即一次系统A以及通过作为二次热媒的水蒸气驱动汽轮机来进行发电的二次系统B。

[0005] 一次系统A具备:积蓄低温熔盐的低温熔盐罐201、从低温熔盐罐201取出低温熔盐并输送的第1熔盐泵202、对来自定日镜200的直射日光进行集热并对第1熔盐泵202输送的熔盐进行加热的集热器203、积蓄通过集热器203加热后的高温熔盐的高温熔盐罐204、从高温熔盐罐204取出高温熔盐并输送的第2熔盐泵205、被供给由第2熔盐泵205输送的高温熔盐来对二次热媒即水蒸气或供水进行加热的过热器206、再热器207、蒸发器208、供水预热器209。通过供水预热器209对供水进行加热,由此将被冷却的熔盐积蓄在低温熔盐罐201中。

[0006] 二次系统B具备由从过热器206供给的过热蒸汽驱动的高压涡轮机301、由从再热器207供给的再热蒸汽驱动的中低压涡轮机302、通过中低压涡轮机302对完工后的二次热媒进行冷凝的风冷式冷凝器303、积蓄冷凝水的冷凝罐304、从冷凝罐304向供水预热器209输送供水的供水泵305、由高压涡轮机301和中低压涡轮机302驱动来发电的发电机306。

[0007] 在该太阳能发电装置中,在夜间不进行从低温熔盐罐201向集热器203和高温熔盐罐204的熔盐的供给,将积蓄在高温熔盐罐204中的高温熔盐供给到过热器206、再热器207、蒸发器208、供水预热器209,回收到低温熔盐罐201中,由此能够对二次热媒进行加热,因此能够通过所生成的蒸汽驱动高压涡轮机301和中低压涡轮机302来进行发电。

[0008] 在上述的专利文献1的太阳能发电装置中具备主蒸汽切换阀6、蓄热运转时蒸汽热交换器入口阀41以及散热运转时高压汽轮机入口配管合流阀107,根据运转模式(太阳能蓄热运转模式或太阳能散热运转模式)控制这3个阀的切换控制。因此,存在使用了3个阀的切换系统的结构的复杂化或切换控制等运用的复杂化问题。

[0009] 此外,向蓄热材料传递热的一次热媒即水蒸气根据温度的变化发生从过热蒸汽和饱和蒸汽变化为饱和水和从气体变化为液体的相变化现象。因此,需要设置4种热交换器

(蒸汽热交换器33、饱和蒸汽冷凝器34、饱和水热交换器35、饱和水蒸发器38),并且蓄热散热系统变得复杂化,成为太阳能发电装置的建设成本增加的原因。

[0010] 此外,非专利文献1的太阳能发电装置也是对二次热媒使用水蒸气来驱动汽轮机而进行发电的系统,因此需要设置与相变化现象对应的多个热交换器(供水预热器、蒸发器、过热器、再热器),系统变得复杂化,存在建设成本增加的问题。

[0011] 专利文献1:日本特开2014-92086号公报

[0012] 非专利文献1:‘Crescent Dunes Solar Energy Project’[online].Solar Reserve,LLC.[retrived 29.September 2011].Retrived from the Internet:<URL:<http://www.solarreserve.com/what-we-do/csp-technology/>>.

发明内容

[0013] 本发明是根据上述的问题点提出的,其目的是提供一种简化太阳能发电装置中的系统来降低建设成本和发电成本的太阳能发电系统。

[0014] 为了解决上述课题,例如采用要求专利保护的范围内所记载的结构。本申请包括多个解决上述课题的手段,举其一例,提供一种太阳能发电系统,其具备:太阳能集热装置,其对太阳能进行集热来加热作为一次热媒的熔盐;太阳能蓄热/散热装置,其具有积蓄向所述太阳能集热装置供给的熔盐的低温罐、积蓄由所述太阳能集热装置加热后的高温的熔盐的高温罐以及将从所述高温罐供给的高温的熔盐作为加热介质对二次热媒进行加热的二次热媒加热器;以及压缩机/高温涡轮机发电装置,其具有将从大气吸入的空气升压至预定压力来生成作为所述二次热媒的压缩空气的压缩机以及导入由所述二次热媒加热器加热后的压缩空气来驱动发电机的高温空气涡轮机。

[0015] 根据本发明,能够提供一种简化太阳能发电装置中的系统来降低建设成本和发电成本的太阳能发电系统。

附图说明

[0016] 图1是表示本发明的太阳能发电系统的第1实施方式的结构的概念图。

[0017] 图2是表示本发明的太阳能发电系统的第1实施方式中的与压缩机的启动时间对应的高温空气涡轮机入口压力的特性的特性概念图。

[0018] 图3是表示本发明的太阳能发电系统的第1实施方式中的与一天的直达日射强度的变化对应的高温空气涡轮机入口温度、高温空气涡轮机入口流量以及高温空气涡轮机发电机输出的特性的特性概念图。

[0019] 图4是表示本发明的太阳能发电系统的第1实施方式的一天的太阳热能的运用结构的特性概念图。

[0020] 图5是表示本发明的太阳能发电系统的第2实施方式的结构的概念图。

[0021] 图6是表示本发明的太阳能发电系统的第2实施方式中的与压缩机的启动时间对应的高温空气涡轮机入口压力的特性的特性概念图。

[0022] 图7是表示现有的太阳能发电装置的结构的概念图。

[0023] 符号说明

[0024] 1:太阳、2:定日镜(太阳光反射镜)、3:塔、4:太阳能集热量控制装置、5:一次低温

热媒罐(低温罐)、18:温度传感器(一次低温热媒罐温度)、19:液位传感器(一次低温热媒罐液位)、20:温度传感器(集热器出口一次 高温热媒温度)、25:一次高温热媒罐(高温罐)、42:直达日射光、43:液位传感器(一次高温热媒罐)、45:温度传感器(二次热媒加热器出口一次热媒温度)、46:温度传感器(二次热媒加热器入口一次热媒温度)、47:二次热媒加热器、48:集热器、55:高温空气涡轮机入口蝶阀、56:高温空气涡轮机、57:温度传感器(高温空气涡轮机出口空气温度)、58:高温空气涡轮机废气逆止阀、59:压力传感器(高温空气涡轮机废气逆止阀出口压力)、60:高温空气涡轮机旁通蝶阀、65:再生器、72:温度传感器(一次高温热媒罐液体温度)、75:压力传感器(高温空气涡轮机入口压力)、76:温度传感器(高温空气涡轮机入口温度)、86:第1压缩机、88:压力传感器(第1压缩机出口压力)、90:第1中间冷却器、93:压力传感器(第2压缩机出口压力)、94:第2压缩机、100A:一次系统(太阳能蓄热/散热装置)、100B:一次系统(太阳能集热装置100B)、104:冷却风扇、121:所内电力系统、122:第2压缩机断路器、123:第2压缩机电动机变换装置、125:第2压缩机电动机、129:第1压缩机断路器、130:第1压缩机电动机变换装置、132:第1压缩机电动机、133:高温空气涡轮机输出控制装置、145:发电机、168:空气干燥器、172:二氧化碳去除装置、200:二次系统(压缩机/高温涡轮机发电装置)。

具体实施方式

[0025] 以下,对本发明的太阳能发电系统的实施方式进行说明。

[0026] 本发明的太阳能发电系统的实施方式具备一次系统和二次系统,其中,一次系统使用熔盐作为一次系统的热媒,集热太阳能并进行蓄热和散热;二次系统使用从周围的大气吸入空气并通过一台空气压缩机进行压缩而得的压缩空气作为二次系统的热媒,驱动高温空气涡轮机来进行发电。在二次系统中,压缩空气由二次热媒加热器加热后成为高温空气,驱动高温空气涡轮机后,对压缩机出口的空气进行加热后被释放到大气中。

[0027] 此外,在高温空气涡轮机中,不使涡轮机入口的空气温度成为850℃那样的高温空气,而是设计成将温度范围抑制在400℃~600℃程度。由此,能够抑制镍等高价的金属材料的使用范围,而能够作为使用一般的碳合金钢的高温空气涡轮机。其结果,实现高温空气涡轮机的低成本化,能够构筑有益于自然环境的经济型太阳能发电系统。

[0028] 具体而言,集热太阳能并进行蓄热和散热的一次系统的热媒即一次热媒不使用水蒸气而是使用熔盐,将该高温热媒用作高温热源。另一方面,在发电系统即二次系统中不使用汽轮机而是使用高温空气涡轮机。即,使用空气压缩机通过约6bar绝对压力~10bar绝对压力程度的比较低的压力生成温度600℃程度的高压高温空气,将该空气用作二次热媒来驱动高温空气涡轮机和发电机而进行发电。

[0029] 作为蓄热运转或散热运转所需要的高温热媒的蓄热材料可以使用廉价且能够经受600℃程度的高温规格的熔盐,例如可以使用由硝酸钠60%和硝酸钾40%构成的熔盐。作为低温热媒,将大气中的空气用作二次热媒,使用1台或2台以上的空气压缩机对该二次热媒进行加压。

[0030] 作为进行一次热媒和二次热媒之间的热交换的热交换器,设有二次热媒加热器。由此,生成由太阳能加热后的高温空气,提供给高温空气涡轮机。高温空气涡轮机驱动直接连接的发动机来进行发电,将减去了空气压缩机等所内消耗动力后的动力作为馈电电力提

供给系统。

[0031] 构成本发明的太阳能发电系统的实施方式的太阳能集热装置不采用沟型而是采用容易得到高温空气的塔型。在本实施方式中,在白天进行发电的同时,为夜间的发电做准备而进行将一次热媒积蓄在2罐方式的罐中的运用,在夜间进行从罐送出一一次热媒来进行放电、发电的运用。

[0032] 以下,使用附图详细地进行说明。

[0033] 【实施例1】

[0034] 图1是表示本发明的太阳能发电系统的第1实施方式的结构的概念图。在图1中,太阳能发电系统具备构成一次系统的太阳能蓄热/散热装置100A、相同地构成一次系统的太阳能集热装置100B以及构成二次系统的压缩机/高温涡轮机发电装置200。

[0035] 关于太阳能蓄热/散热装置100A,作为主要结构而具备:一次低温热媒罐5,其积蓄低温的一次热媒;一次低温热媒泵7,其从一次低温热媒罐5向太阳能集热装置100B输送一次热媒;一次高温热媒罐25,其积蓄来自太阳能集热装置100B的高温的一次热媒;一次高温热媒泵27,其从一次高温热媒罐25向二次热媒加热器47或一次低温热媒罐5输送一次热媒;以及二次热媒加热器47,其向二次热媒的压缩空气传递高温的一次热媒的热能。

[0036] 关于太阳能集热装置100B,作为主要结构而具备:集热器48,其设置于塔3的顶部;定日镜2,其通过反射镜反射从太阳1发出的直达日射光42,作为直达日射光反射光而聚光到集热器48来使一次热媒升温;以及太阳能集热量控制装置4,其为了收集必要的太阳热能,对定日镜2的太阳光反射角度进行控制。

[0037] 关于压缩机/高温涡轮机发电装置200,作为主要结构而具备:第1压缩机86,其从大气吸入空气并进行压缩;再生器65,其对来自第1压缩机86的压缩空气进行加热;高温空气涡轮机56,其被通过再生器65加热后通过二次热媒加热器47进一步加热而得的高温空气驱动;发电机145,其由高温空气涡轮机56驱动来进行发电;以及所内电力系统500。来自高温空气涡轮机56的废气被供给到再生器65,对来自第1压缩机86的压缩空气进行加热后从废气塔80排出。高温空气涡轮机56和发电机145经由轴连接器146进行旋转轴的装卸。作为轴连接器146可以使用离合器或变矩器。

[0038] 第1压缩机86的空气入口与第1压缩机入口空气配管171连接。在第1压缩机入口空气配管171上设有干燥器168和二氧化碳去除装置172。第1压缩机入口空气配管171的上游还与空气入口配管164的一端连接。在空气入口配管164的另一端上设有第1吸入空气入口过滤器73。

[0039] 所内电力系统500具备:发电机出口主电路,其一端侧与发电机145的输出端连接;发电机出口断路器143,其与发电机出口主电路的另一端侧连接;主变压器140,其将发电机145的输出电压升压至系统电压;以及主电路断路器139,其被配置在主变压器140的高压侧,进行发电机145和外部电力系统135的连接/断路。

[0040] 此外,所内电力系统500具备:所内变压器断路器141,其进行所内电力和外部电力系统135的连接/切断;所内变压器134,其使系统电压下降至所内电源的电压;所内电力系统121,其与所内变压器134的低压侧连接;以及第1压缩机断路器129,其进行来自所内电力系统121的电力和第1压缩机变换装置130的连接/断路。

[0041] 接着,说明太阳能发电系统中的各热媒的流动的同时,对太阳能蓄热/散热装置

100A、太阳能集热装置100B、压缩机/高温涡轮机发电装置200的结构进行说明。

[0042] 在太阳能蓄热/散热装置100A和太阳能集热装置100B中,如图1所示,积蓄在一次低温热媒罐5中的一次热媒即低温熔盐经由一次低温热媒泵入口配管6取出并通过一次低温热媒泵7被升压。升压后的低温熔盐通过一次低温热媒泵出口阀8后流过一次低温热媒泵出口配管9内,通过塔入口阀10后流过塔入口热媒配管13内,被输送到集热器48。

[0043] 在集热器48中,将通过多个定日镜(太阳光反射镜)2反射并集中太阳1发射的直达日射光42来生成的高温热能用于低温熔盐的加热。

[0044] 加热后的低温熔盐成为高温熔盐,通过塔出口热媒配管14后流下塔出口阀15后,流过塔出口配管17内,被输送到对一次高温热媒罐(高温罐)25的液位进行调整的一次高温热媒罐液位调整阀21。在塔出口配管17上设有用于检测管内的高温熔盐的温度的温度传感器20。此外,在一次高温热媒罐(高温罐)25上设有用于检测高温熔盐的液位的液位传感器43和用于检测高温熔盐的温度的温度传感器72,将通过液位传感器43检测出的高温熔盐的液位所对应的控制信号发送给一次高温热媒罐液位调整阀21,对一次高温热媒罐(高温罐)25的液位进行控制。

[0045] 通过了一次高温热媒罐液位调整阀21的高温熔盐通过一次高温热媒罐入口配管22、一次高温热媒罐入口阀23和一次高温热媒罐入口阀出口配管24后被输送到一次高温热媒罐(高温罐)25中。

[0046] 另外,设有:塔旁通配管12,其一端与一次低温热媒泵出口配管9连接,另一端与塔出口配管17连接;以及塔旁通阀16,其进行塔旁通配管12的连通/断路。塔旁通阀16是在塔3侧发生某些异常事态而无法将低温熔盐供给到受热器48的情况下,将低温熔盐直接供给到一次高温热媒罐(高温罐)25的旁通阀。此外,在不能充分集热太阳能的早期等系统启动时,能够根据需要进行使用该旁通系统将低温熔盐直接输送到一次高温热媒罐(高温罐)25的运用。

[0047] 接着,积蓄在一次高温热媒罐25中的高温熔盐经由一次高温热媒罐出口配管26被取出后,由一次高温热媒泵27进行升压。升压后的高温熔盐通过一次高温热媒泵出口阀28和一次高温热媒泵出口阀出口配管32后,流过一次高温热媒罐出口母管33和二次热媒加热器入口一次热媒配管34,通过二次热媒加热器入口一次热媒阀35和二次热媒加热器一次热媒入口配管44后被输送到二次热媒加热器47。在二次热媒加热器一次热媒入口配管44上设有用于检测管内的高温熔盐的温度的温度传感器46。

[0048] 一次高温热媒泵27的取出高温熔盐的流量是一次低温热媒泵7的送出低温熔盐的流量的约一半程度,将剩余的高温熔盐的流量驻留在一次高温热媒罐(高温罐)25中。由此,能够进行太阳能的蓄热运转。

[0049] 另外,设有:一次高温热媒罐旁通阀入口配管30,其一端与塔出口配管17的下游侧连接;一次高温热媒罐旁通阀出口配管31,其另一端与一次高温热媒泵出口阀出口配管32的下游侧连接;以及一次高温热媒罐旁通阀29,其入口侧与一次高温热媒罐旁通阀入口配管30的另一端连接,其出口侧与一次高温热媒罐旁通阀出口配管31的一端连接。一次高温热媒罐旁通阀29在一次高温热媒罐(高温罐)25侧发生异常事态而无法将低温熔盐供给到一次高温热媒罐(高温罐)25的情况下,对一次高温热媒罐(高温罐)25进行旁通。

[0050] 通过二次热媒加热器47加热二次热媒而得的熔盐成为低温熔盐。该低温熔盐通过

二次热媒加热器一次热媒出口配管40和二次热媒加热器一次热媒出口阀37后,流过二次热媒加热器一次热媒出口阀出口配管71和一次低温热媒罐返回一次热媒配管39,通过对一次低温热媒罐(低温罐)5的液位进行调整的一次低温热媒罐液位调整阀41后返回到一次低温热媒罐(低温罐)5并被积蓄。

[0051] 在二次热媒加热器一次热媒出口配管40上设有用于检测管内的低温熔盐的温度的温度传感器45。在一次低温热媒罐返回一次热媒配管39上设有用于检测管内的低温熔盐的温度的温度传感器173。此外,在一次低温热媒罐(低温罐)5上设有用于检测低温熔盐的液位的液位传感器19和用于检测低温熔盐的温度的温度传感器18,将通过液位传感器19检测出的低温熔盐的液位所对应的控制信号发送给一次低温热媒罐液位调整阀41,对一次低温热媒罐(低温罐)5的液位进行控制。

[0052] 另外,设有:二次热媒加热器旁通阀出口一次热媒配管36,其一端与一次高温热媒罐出口母管33连接,另一端与二次热媒加热器一次热媒出口阀出口配管71连接;以及二次热媒加热器一次热媒旁通阀38,其进行二次热媒加热器旁通阀出口一次热媒配管36的连通/断路。二次热媒加热器一次热媒旁通阀38是在二次热媒加热器47发生异常事态而无法将高温熔盐供给到二次热媒加热器47的情况下,对二次热媒加热器47进行旁通的阀。

[0053] 接着,对太阳能蓄热/散热装置100A和太阳能集热装置100B的控制仪表系统进行说明。

[0054] 构成太阳能集热装置100B的太阳能集热量控制装置4取入来自后述的高温空气涡轮机输出控制装置133的指令信号、温度传感器18检测出的一次低温热媒罐5的低温熔盐的温度信号以及温度传感器72检测出的一次高温热媒罐25的高温熔盐的温度信号,为了向集热器48集热太阳光来集中必要的太阳热能,而根据这些信号从全体定日镜2中向对应的多个定日镜2输出用于控制太阳光反射角度的指令。

[0055] 此外,太阳能集热量控制装置4取入温度传感器20检测出的流过塔出口配管17内的高温熔盐的温度信号,确认集热器48正常运转,通过太阳热能将高温熔盐加热到计划温度。

[0056] 此外,太阳能集热量控制装置4取入温度传感器46检测出的流过二次热媒加热器一次热媒入口配管44内的高温熔盐的温度信号、温度传感器45检测出的流过二次热媒加热器一次热媒出口配管40内的低温熔盐的温度信号、温度传感器173检测出的流过一次低温热媒罐返回一次热媒配管39内的低温熔盐的温度信号,监视太阳热能可靠地被传达到二次热媒。

[0057] 并且,太阳能集热量控制装置4取入温度传感器18检测出的一次低温热媒罐5的低温熔盐的温度信号,进行低温熔盐不成为下限温度(约260℃)以下的监视控制。具体而言,例如在一次低温热媒罐5上设置加热器,在低温熔盐的温度接近下限温度的情况下,使加热器通电来进行加热。在此说明的下限温度260℃根据熔盐的种类而不同。

[0058] 接着,一边说明压缩机/高温涡轮机发电装置200中的热媒的流动,一边说明压缩机/高温涡轮机发电装置200的结构。

[0059] 在压缩机/高温涡轮机发电装置200中,如图1所示,成为二次热媒的空气从大气通过第1吸入空气入口过滤器73后,经由空气入口配管164和空气干燥器入口阀165,通过空气干燥器入口管166后流入到空气干燥器168。空气干燥器168去除吸入空气中的水分,被去

除的水分经由空气干燥器水分排出管167被排出到系统外部。

[0060] 通过空气干燥器168去除了水分后的清洁空气通过二氧化碳去除装置172后,流过第1压缩机入口配管171内,被吸入到第1压缩机86。二氧化碳去除装置172去除吸入空气中的少量的二氧化碳气体,目的是预防因由二氧化碳气体产生的碳酸导致的下游侧设备的铁类金属的腐蚀,在本发明中并不是必要的设备。

[0061] 由第1压缩机86升压后的高压空气流过第1压缩机出口配管87内,流入到再生器65。在第1压缩机出口配管87上设有用于检测第1压缩机86的出口空气压力的压力传感器88,监视第1压缩机86的性能。

[0062] 流入到再生器65内的高压空气与作为加热介质而从高温空气涡轮机56排出的废气空气进行热交换而被加热。在再生器65中被加热的高压空气通过二次热媒加热器空气入口配管74后被输送到二次热媒加热器47。在二次热媒加热器空气入口配管74上设有用于检测二次热媒加热器47的空气入口压力的压力传感器95。

[0063] 流入到二次热媒加热器47内的高压空气与作为加热介质的一次热媒即高温熔盐进行热交换而被加热。在二次热媒加热器47中被加热后的高压高温空气通过二次热媒出口配管51后,被分为高温空气涡轮机入口蝶阀入口配管53侧和高温空气涡轮机旁通蝶阀入口配管52侧。在二次热媒出口配管51上设有用于检测二次热媒加热器47的空气出口压力的压力传感器54,监视二次热媒加热器47的空气侧的压力是否与计划值一致。此外,在高温空气涡轮机入口蝶阀入口配管53上设有用于检测高温空气涡轮机入口空气的温度的温度传感器76和用于检测高温空气涡轮机入口空气的压力的压力传感器75。

[0064] 在此,在高温空气涡轮机入口蝶阀入口配管53上设有高温空气涡轮机入口蝶阀55,在高温空气涡轮机旁通蝶阀入口配管52上设有高温空气涡轮机旁通蝶阀60。通过来自后述的高温空气涡轮机输出控制装置133的指令对两阀进行开度控制。具体而言,在通常负荷运转中,通过高温空气涡轮机入口蝶阀 55的开度控制流过高温空气涡轮机56的高温空气流量和压力,控制高温空气涡轮机56的输出。另一方面,在高温空气涡轮机56的启动时或异常时等高压高温空气不流过高温空气涡轮机56的情况下,通过打开高温空气涡轮机旁通蝶阀60使高压高温空气经由高温空气涡轮机旁通蝶阀出口配管61后流出到高温空气涡轮机废气管62。

[0065] 来自高温空气涡轮机56的废气空气从高温空气涡轮机56的出口通过高温空气涡轮机废气逆止阀58和高温空气涡轮机废气管62,流过高温二次热媒再生器入口配管64内后,作为高温二次热媒流入到再生器65。在高温空气涡轮机废气逆止阀58的上游侧设有用于检测高温空气涡轮机56的出口的空气温度的温度传感器57。此外,在高温空气涡轮机废气逆止阀58的下游侧设有用于检测高温空气涡轮机56的出口的空气压力的压力传感器59。在高温空气涡轮机废气管62上设有用于检测流入到再生器65内的高温二次热媒的入口温度的温度传感器63。

[0066] 流入到再生器65的废气空气对第1压缩机86出口空气进行加热后,流下高温二次热媒再生器出口配管66和再生器出口二次热媒配管68,通过再生器出口二次热媒废气蝶阀69和二次热媒废气塔入口配管70后导入到二次热媒废气塔80,被排出到大气中。在高温二次热媒再生器出口配管66上设有用于检测废气空气温度的温度传感器67。

[0067] 如上所述,控制压力和流量的高温高压空气经由高温空气涡轮机入口蝶阀5后被

导入到高温空气涡轮机56,驱动与高温空气涡轮机56连接的发电机145。通过发电机145发电的电力经由发电机出口断路器143、主变压器140、主电路断路器139、内部电力送电电路136与外部电力系统135并排。此外,在内部电力送电电路136中与所内电力送电电路137连接。所内电力通过所内电力断路器141后由所内变压器134降压到所内电力,被供给到所内电力系统121。

[0068] 在所内电力系统121中,驱动第1压缩机86的第1压缩机电动机132经由第1压缩机电动机电路131从第1压缩机电动机变换装置(inverter)130被供给进行频率变换后的电力。第1压缩机电动机变换装置130经由第1压缩机断路器129从所内电力系统121被供给所内电力。

[0069] 由此,能够进行第1压缩机电动机132的转速控制,从第1压缩机86启动到部分负荷运转,进一步到额定负荷运转为止的期间,能够进行转速控制运转。其结果,与一般的压缩机出口阀节流控制方式相比,能够大幅度减少第1压缩机86的消耗动力。

[0070] 接着,对压缩机/高温涡轮机发电装置200的控制仪表系统进行说明。

[0071] 构成压缩机/高温涡轮机发电装置200的高温空气涡轮机输出控制装置133从对来自中央供电所的系统负荷指令148和发电机145的发电输出进行比较来计算偏差的偏差运算装置147输入偏差信号,读取该偏差信号、由温度传感器76检测出的高温空气涡轮机入口空气温度信号、由压力传感器75检测出的高温空气涡轮机入口空气压力信号、由温度传感器57检测出的高温空气涡轮机出口空气温度信号以及由压力传感器59检测出的高温空气涡轮机出口空气压力信号,来计算出高温空气涡轮机56的电输出以及导入到高温空气涡轮机56的高温高压空气的流量和压力。分别向高温空气涡轮机入口蝶阀55和高温空气涡轮机旁通蝶阀60输出阀开度指令信号,进行高温空气涡轮机56的输出控制,以便成为高温高压空气计算出的流量和压力。该装置启动/停止时也使用该高温空气涡轮机入口蝶阀55和高温空气涡轮机旁通蝶阀60。即在启动时,为了使高温空气涡轮机56的转速与系统的频率同步,控制导入到高温空气涡轮机56中而对该涡轮机进行加速升速的高温空气量和从高温空气涡轮机56旁通(by pass)的空气量,控制高温空气涡轮机56的转速,使与该涡轮机连接的高温空气涡轮机发动机145加速升速,使该发动机与系统同步,而并入系统。此外,在停止时,将流入到高温空气涡轮机56的高温空气量节流到无负荷为止,并对发电机进行解列,同时使高温空气涡轮机入口蝶阀55完全闭合,开放高温空气涡轮机旁通蝶阀60使流入到高温空气涡轮机56的高温空气旁通,而逃到大气中,同时停止高温空气涡轮机56。

[0072] 此外,高温空气涡轮机输出控制装置133向太阳能集热量控制装置4输出计算出的高温空气涡轮机56的电输出信号。太阳能集热量控制装置4根据输入的高温空气涡轮机56的电输出信号,为了收集必要的太阳热能,从全体的定日镜2中向对应的多个定日镜2输出控制太阳光反射角度的指令。

[0073] 高温空气涡轮机输出控制装置133根据上述的高温空气涡轮机入口空气温度信号和高温空气涡轮机出口空气温度信号计算出温度下降量,根据高温空气涡轮机入口空气压力信号和高温空气涡轮机出口空气压力信号计算出压力下降量。使用它们计算出高温空气涡轮机56中的发生动力。

[0074] 此外,高温空气涡轮机输出控制装置133取入由温度传感器63检测出的高温二次热媒的再生器入口温度信号和由温度传感器67检测出的高温二次热媒的再生器出口温度

信号,监视可靠地将高温二次热媒的热能使用于第1压缩机86的出口空气的加热。

[0075] 接着,使用图2说明构成本发明的太阳能发电系统的第1实施方式的第1压缩机86的启动时间所对应的升压特性。图2是表示本发明的太阳能发电系统的第1实施方式中的与压缩机的启动时间对应的高温空气涡轮机入口压力的特性的特性概念图。

[0076] 在图2中,横轴表示将第1压缩机86启动的时间设为0的启动时间,纵轴表示高温空气涡轮机入口空气压力(绝对压力)。在此,第1压缩机86选定压力比为6程度的压缩机。

[0077] 第1压缩机86的入口压力通过图1所示的第1吸入空气入口过滤器73或空气干燥器168等,因此比大气压减少若干,但该压力下降量充分小而成为与大气压相同的约1bar-abs(绝对压力)。因此,在第1压缩机86启动前(横轴0),高温空气涡轮机入口空气压力(绝对压力)成为约1bar-abs(绝对压力)。

[0078] 如图2所示,高温空气涡轮机入口空气压力(绝对压力)从第1压缩机86启动开始约20分钟后从1bar-abs(绝对压力)升压到6bar-abs(绝对压力)程度。从第1压缩机86的出口排出的空气通过再生器65或二次热媒加热器47时产生若干的压力下降,但在高温空气涡轮机56的入口成为6bar-abs(绝对压力)程度。

[0079] 接着,使用图3说明本发明的太阳能发电系统的第1实施方式中的与一天的直达日射强度的变化对应的高温空气涡轮机发电机输出的变化等。图3是表示本发明的太阳能发电系统的第1实施方式中的与一天的直达日射强度的变化对应的高温空气涡轮机入口温度、高温空气涡轮机入口流量以及高温空气涡轮机发电机输出的特性的特性概念图。

[0080] 在图3中,横轴表示时间,纵轴分别表示(a)直达日射强度信号[kW/m²],(b)高温空气涡轮机入口温度信号[°C],(c)高温空气涡轮机入口流量信号[kg/s],(d)高温空气涡轮机发电机输出信号[kWe]。

[0081] 从图3(a)所示的直达日射强度信号中可知从下午6点左右开始能够进行直达日射的聚光,如图3(b)和图3(c)所示高温空气涡轮机入口温度和高温空气涡轮机入口流量开始上升。并且,如图3(d)所示与高温空气涡轮机连接的发电机145发电输出在上午12点左右成为最大输出(额定输出)。

[0082] 之后,图3(a)所示的直达日射强度信号在下午3点左右急速减少。这是因为例如云通过上空等而太阳光暂时被中断而产生的。在本实施方式中,即使产生这样的直达日射强度,如图3(b)和图3(c)所示高温空气涡轮机入口空气温度、高温空气涡轮机入口流量也不会急速减少,因此成为高温空气涡轮机发电机输出稳定的运转。这是因为构成本实施方式的一次高温热媒罐(高温罐)25的热容量大且热惯性大。

[0083] 接着,使用图4说明本发明的太阳能发电系统的第1实施方式中的一天的太阳热能的运用结构。图4是表示本发明的太阳能发电系统的第1实施方式中的一天的太阳热能的运用结构的特性概念图。

[0084] 在图4中,横轴表示时间,纵走表示太阳热能。图4表示一天中的蓄热能量、发电能量以及散热能量的概要时间变化。具体而言,在从上午6点到下午6点得到日照时间的时间段,对太阳能进行集热并积蓄该集热而得的能量的约一半作为蓄热能量,而将剩余的一半用作日间的发电能量。

[0085] 在夜间,将图4的虚线上侧的蓄热能量用作散热能量,产生出高温空气,驱动高温空气涡轮机56来驱动发电机145,由此进行发电。图4的虚线下侧的发电能量和放电能量表

示发电时所使用的太阳热能。

[0086] 根据上述的本发明的太阳能发电系统的第1实施方式,能够简化太阳能发电装置中的系统来提供一种降低了建设成本和发电成本的太阳能发电系统。

[0087] 此外,根据上述的本发明的太阳能发电系统的一实施方式,能够吸收由太阳的直达日射强度的急剧变化引起的热能的变化,因此能够进行稳定的太阳能发电,能够使建设单价和发电成本价与太阳光发电设备相同或在其以下。其结果,能够提供一种可供经济且稳定的电力的太阳能发电系统。

[0088] 【实施例2】

[0089] 以下,使用附图对本发明的太阳能发电系统的第2实施方式进行说明。图5是表示本发明的太阳能发电系统的第2实施方式的结构的概念图,图6是表示本发明的太阳能发电系统的第2实施方式中的与压缩机的启动时间对应的高温空气涡轮机入口压力的特性的特性概念图。在图5和图6中,与图1至图4所示的符号相同的符号表示同一部分,因此省略其详细的说明。

[0090] 在本发明的太阳能发电系统的第2实施方式中,太阳能发电系统的结构大致与第1实施方式相同,不同点在于,如图5所示,在压缩机/高温涡轮机发电装置200中,空气压缩机由2台构成,具备从大气压升压至预定的压力比的第1压缩机86、冷却从第1压缩机86排出的压缩空气的第1中间冷却器90以及吸入在第1中间冷却器90中冷却的压缩空气并使其升压至预定的压力比的第2压缩机94。

[0091] 使用图6说明构成本发明的太阳能发电系统的第2实施方式的压缩机的启动时间所对应的升压特性。在图6中,横轴表示将第1压缩机86启动的时间设为0的启动时间,纵轴表示高温空气涡轮机入口空气压力(绝对压力)。在此,第1压缩机86选定压力比为2程度的压缩机,第2压缩机94选定压力比为3程度的压缩机。

[0092] 第1压缩机86的入口压力通过图5所示的第1吸入空气入口过滤器73、空气干燥器168等,因此比大气压减少若干,但该压力下降量十分小而成为与大气压相同的约1bar-abs(绝对压力)。因此,在第1压缩机86的启动前(横轴0),高温空气涡轮机入口空气压力(绝对压力)成为约1bar-abs(绝对压力)。

[0093] 如图6所示,高温空气涡轮机入口空气压力(绝对压力)从第1压缩机86启动开始约10分钟后从1bar-abs(绝对压力)升压到 $1 \times 2 = 2\text{bar-abs}$ (绝对压力)程度。之后,通过第2压缩机94从第1压缩机86启动开始约20分钟后从2bar-abs(绝对压力)升压到 $2 \times 3 = 6\text{bar-abs}$ (绝对压力)程度。从第1压缩机86的出口排出的空气通过第1中间冷却器90、再生器65以及二次热媒加热器47时产生若干部的压力下降,但在高温空气涡轮机56的入口成为与第1实施方式相同的6bar-abs(绝对压力)程度。

[0094] 这样,将压缩机分割为2个,通过第1中间冷却器90冷却被第1压缩机86压缩后的空气,由此具有第2压缩机94的入口空气温度下降,第2压缩机94的消耗动力大幅度减少的效果。这样,与仅通过1台压缩机对空气进行压缩相比,将压缩机分割为2台进行中间冷却的系统具有大幅度减少压缩机的合计消耗动力的效果。

[0095] 另外,在本实施方式中示出了以2台压机构成的例子,但并不局限于此。对于压缩机台数,理想的是通过综合探讨所计划的空气压力的大小、压缩机的性能、高温空气涡轮机的性能、各设备的经济性来选定最佳的压缩机台数。

[0096] 接着,使用图5说明与压缩机/高温涡轮机发电装置200的第1实施方式不同的结构。如上所述,本实施方式在2台压缩机之间具备第1中间冷却器90。如图6所示,成为第1中间冷却器90的冷却压缩空气的热媒的空气从大气通过第2吸入空气入口过滤器101后,经由吸入空气入口过滤器出口配管102和冷却风扇入口蝶阀103后被吸入到冷却风扇104。由冷却风扇104进行升压后的空气通过冷却风扇出口配管冷却风扇出口配管105、第1中间冷却器冷却空气入口阀107、第1中间冷却器冷却空气入口配管108后流入到第1中间冷却器90。

[0097] 流入到第1中间冷却器90的空气对第1压缩机86出口空气进行冷却后,流下第1中间冷却器冷却空气出口配管109、第1中间冷却器冷却空气出口阀110、第1中间冷却器冷却空气出口阀出口配管111,通过冷却空气出口废气塔入口阀119后被导入到冷却空气出口废气塔112,排出到大气中。

[0098] 另外,由第1压缩机86升压至2bar-abs(绝对压力)的出口空气流过第1压缩机出口配管87内,流入到第1中间冷却器90,将从冷却风扇104供给的空气作为冷媒进行热交换而被冷却。由第1中间冷却器90冷却的出口空气流过第1中间冷却空气出口配管91内,被输送到第2压缩机94。由第2压缩机94升压至6bar-abs(绝对压力)的出口空气通过第2压缩机出口配管92后被输送到再生器65。在第2压缩机出口配管92上设有用于检测第2压缩机94的出口空气压力的压力传感器93,监视第2压缩机94的性能。

[0099] 在所内电力系统121中,驱动第2压缩机94的第2压缩机电动机125经由第2压缩机电动机电路124从第2压缩机电动机变换装置123被供给进行频率变换后的电力。第2压缩机电动机变换装置123经由第2压缩机断路器122从所内电力系统121被供给所内电力。

[0100] 由此,能够进行第2压缩机电动机125的转速控制,从第2压缩机94启动开始到部分负荷运转,进一步到额定负荷运转为止的期间,能够进行转速控制运转。其结果,能够减少第2压缩机94的消耗动力。

[0101] 根据上述的本发明的太阳能发电系统的第2实施方式,能够实现与上述的第1实施方式相同的效果。

[0102] 此外,根据上述的太阳能发电系统的第2实施方式,作为将压缩机进行2分割的结构,通过第1中间冷却器90冷却被第1压缩机86压缩后的空气,因此第2压缩机94的入口空气温度下降,第2压缩机94的消耗动力大幅度减少。由此,能够提供一种具有减少压缩机的合计消耗动力的效果,并进一步降低发电成本的太阳能发电系统。

[0103] 另外,在本实施方式中以作为第1中间冷却器90的冷却材料而使用了空气的情况为例进行了说明,但并不局限于此,也可以使用海水或淡水。

[0104] 此外,本发明并不局限于上述的实施例,还可以包括各种变形例。例如,上述的实施例是为了便于理解本发明而详细说明书的实施例,并不一定必须具备说明的所有结构。例如,在本实施例中,以作为一次热媒而使用熔盐的情况为例进行了说明,但即使是合成油也能够进行同样的太阳能集热/蓄热/散热发电。在该情况下,合成油的可使用温度并不限定于上限430℃程度,因此高温空气涡轮机的入口温度最大成为420℃程度,与熔盐相比下降,但即使是这样的温度也能够驱动高温空气涡轮机,能够构成太阳能发电系统。

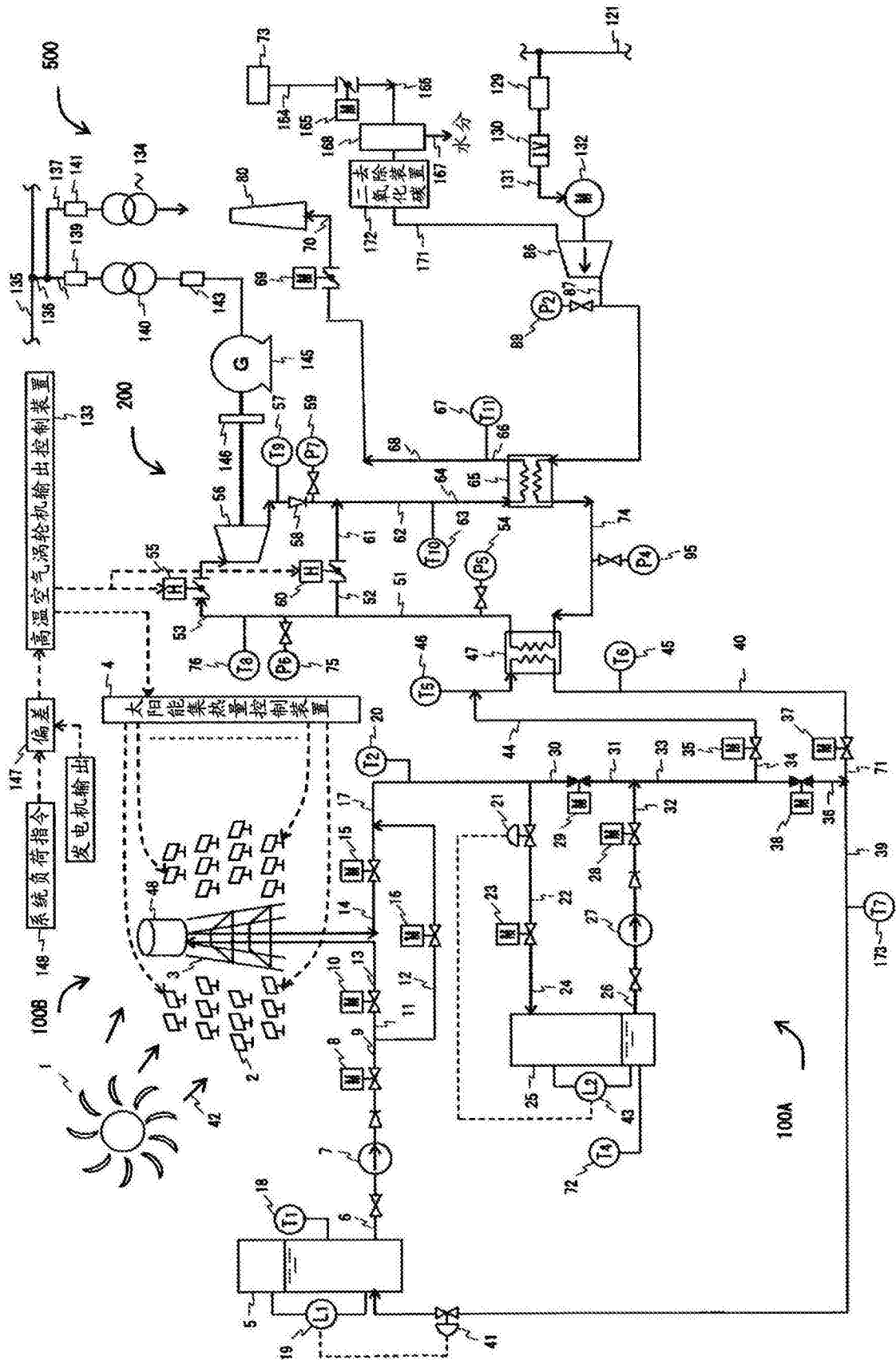


图 1

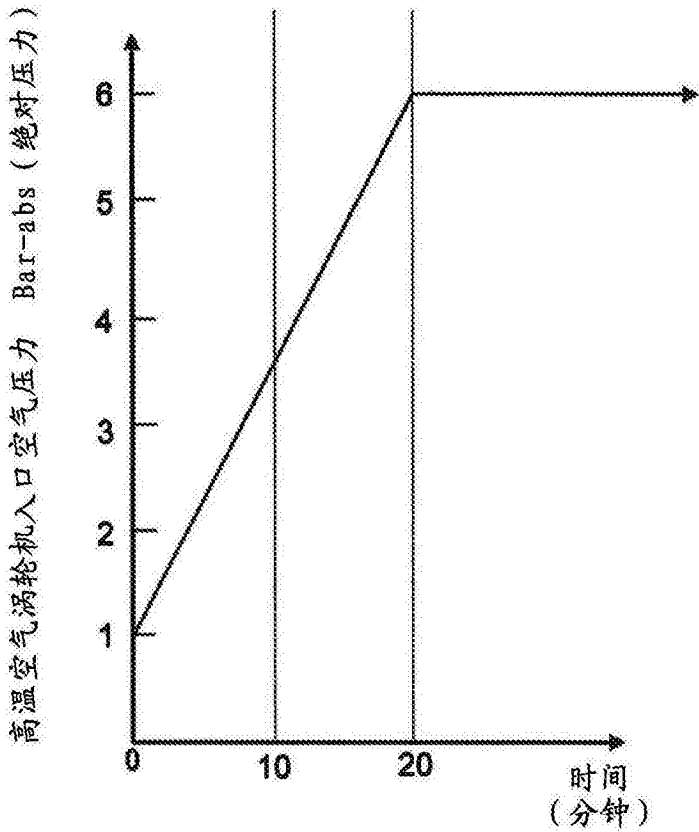


图2

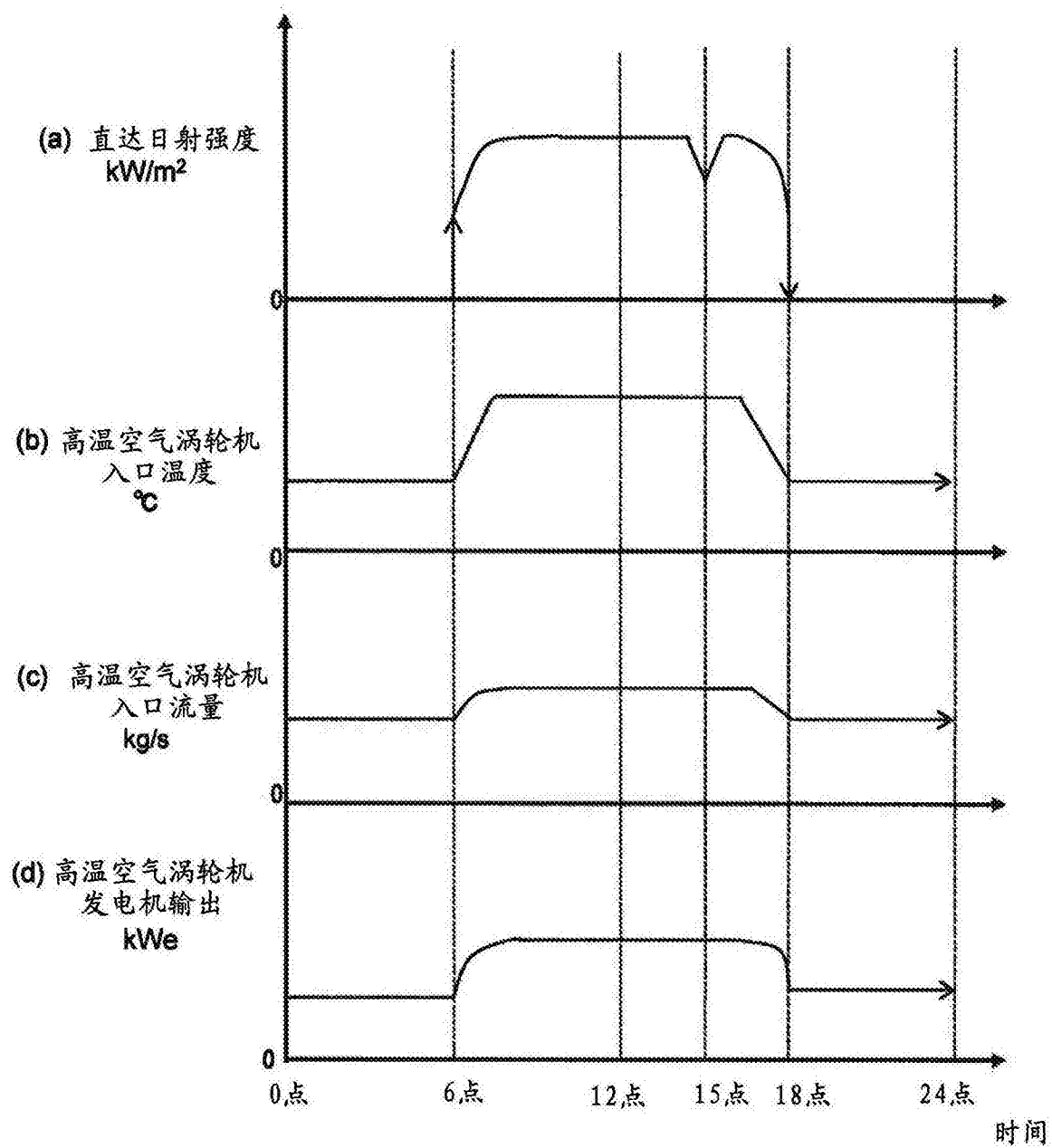


图3

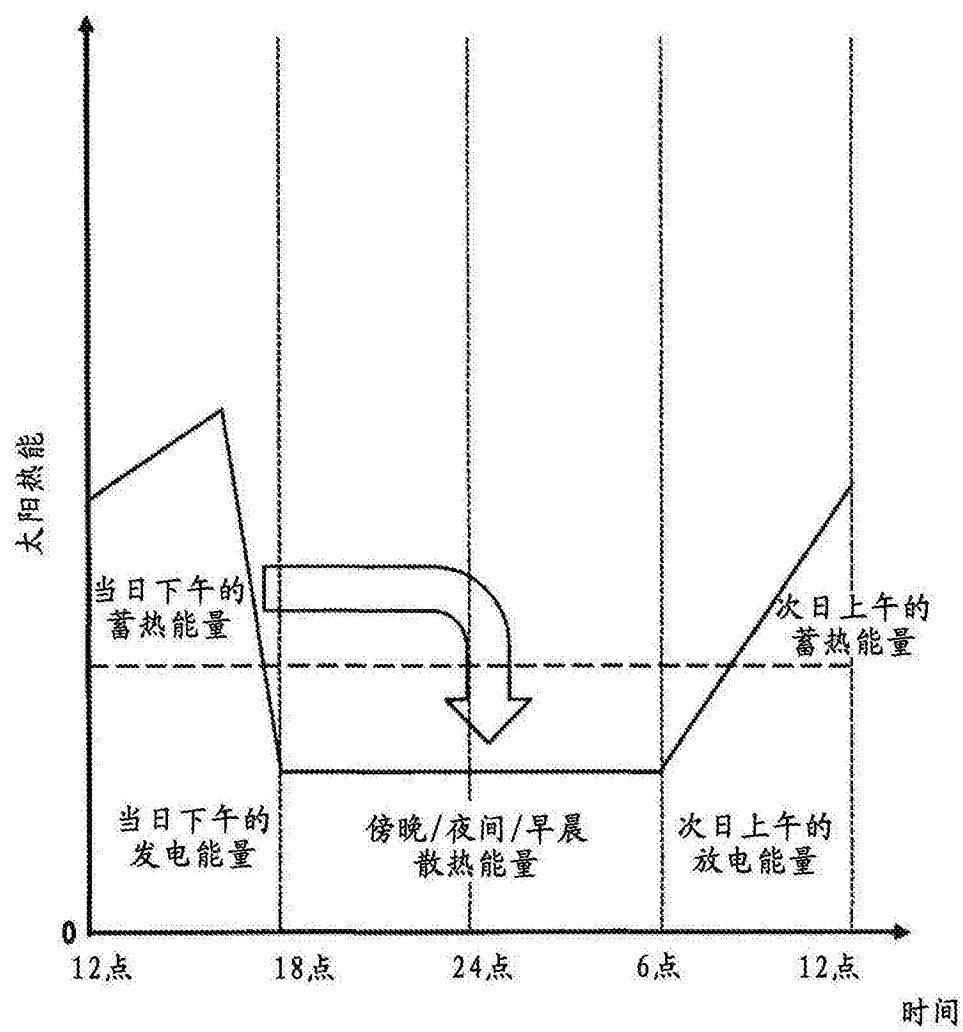


图4

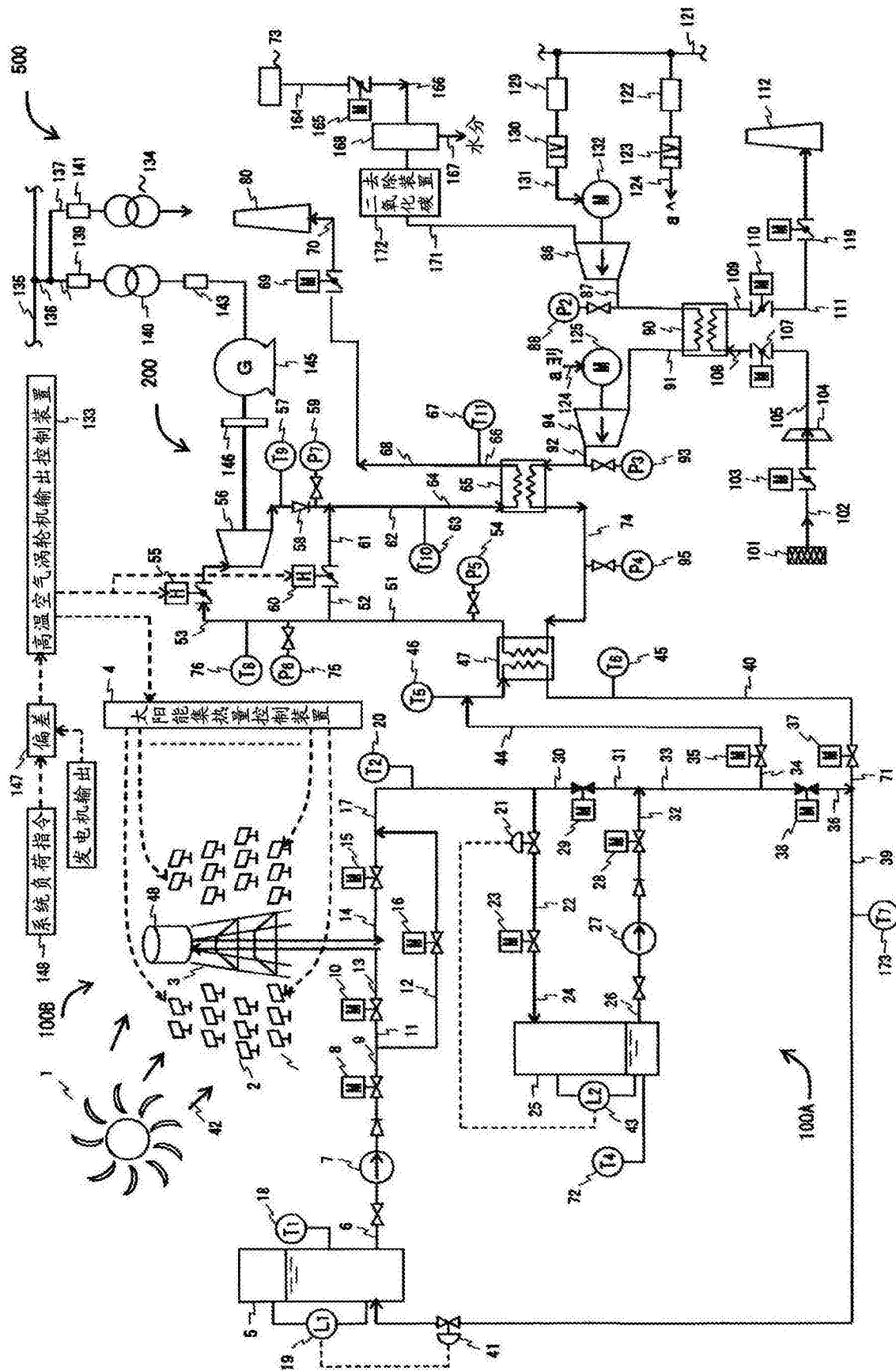


图5

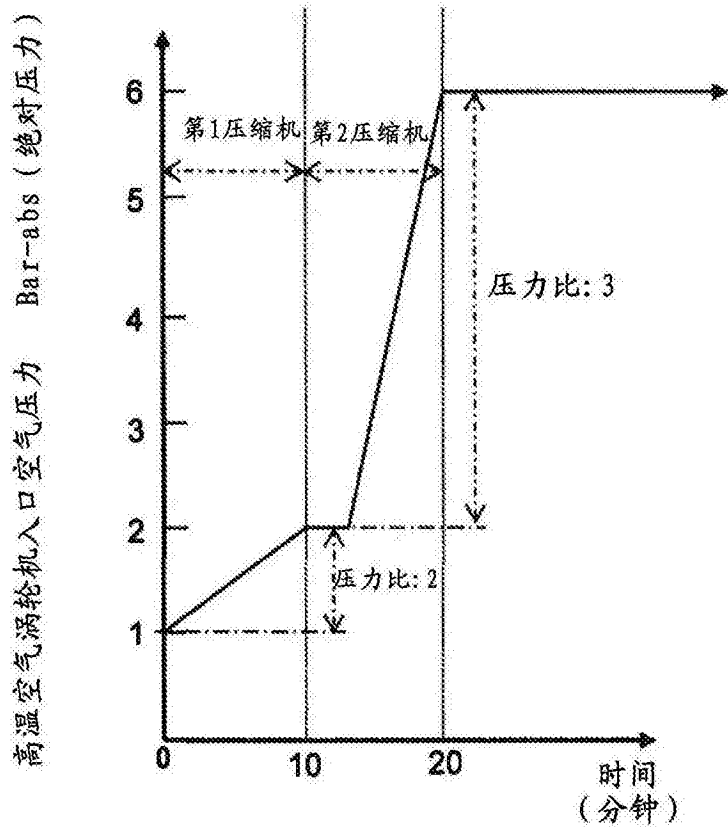


图6

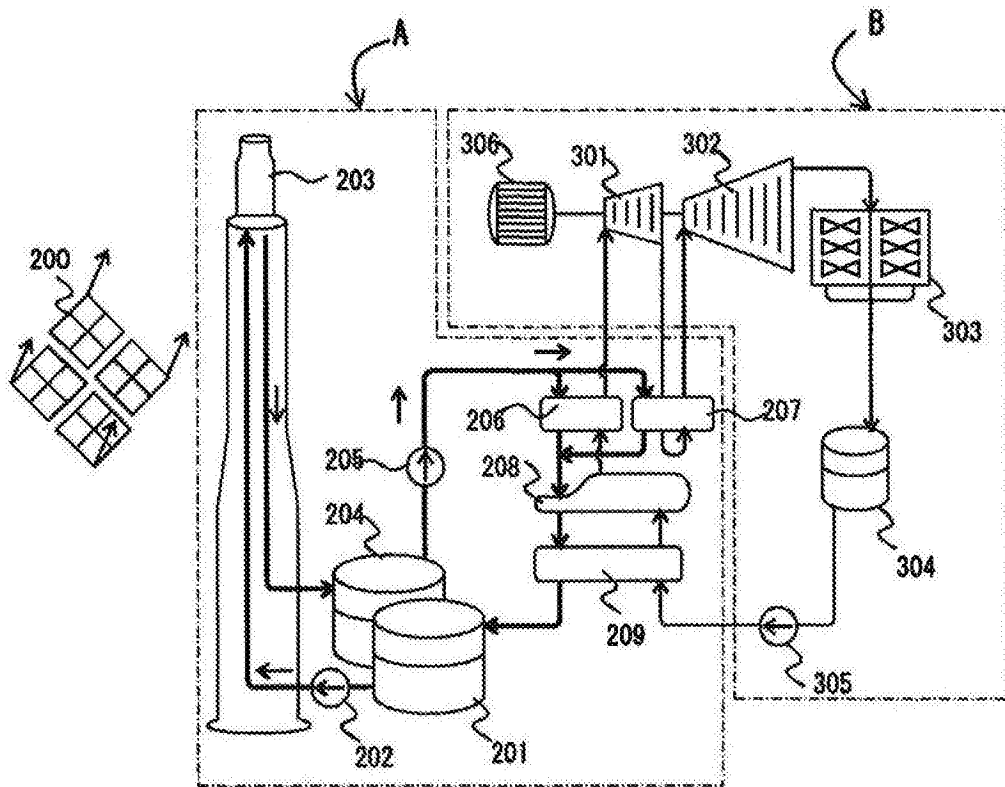


图7