



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104220727 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 17

(21) 申请号 201280070349. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 02. 24

F02C 1/05(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

F02C 7/143(2006. 01)

2014. 08. 21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/001260 2012. 02. 24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/124899 JA 2013. 08. 29

(71) 申请人 三菱日立电力系统株式会社

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 小山一仁 楠见尚弘 幡宫重雄

高桥文夫 关合孝朗

(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 张敬强 严星铁

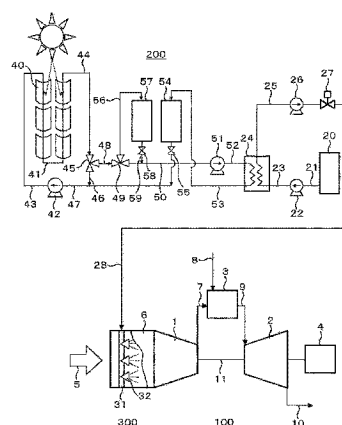
权利要求书1页 说明书15页 附图10页

(54) 发明名称

太阳能辅助燃气轮机系统

(57) 摘要

本发明的目的在于提供一种太阳能辅助燃气轮机系统,其大幅度减少集热装置的数量,并且缩小了设置集热装置所需的用地面积。本发明的特征在于,设有:燃气轮机装置(100),包括压缩空气的压缩机(1)、使由该压缩机压缩了的空气和燃料燃烧的燃烧器(3)、以及利用由该燃烧器产生的燃烧气体进行驱动的涡轮机(2);集热装置(200),对太阳能进行集热并生成高压温水;蓄热槽(57),储存升温后的上述被加热介质;热交换器(24),对上述被加热介质和水进行热交换而生成温水;以及喷雾装置(300),将由该热交换器生成的温水向摄入上述压缩机的空气进行喷雾。



1. 一种太阳能辅助燃气轮机系统,其特征在于,设有:

燃气轮机,包括压缩空气的压缩机、使由该压缩机压缩了的空气与燃料燃烧的燃烧器、以及利用由该燃烧器产生的燃烧气体进行驱动的涡轮机;

集热装置,对太阳能进行集热并使被加热介质升温;

蓄热槽,储存升温后的上述被加热介质;

热交换器,对上述被加热介质和水进行热交换而生成温水;以及

喷雾装置,将由该热交换器生成的温水向摄入上述压缩机的空气进行喷雾。

2. 根据权利要求1所述的太阳能辅助燃气轮机系统,其特征在于,

上述太阳能辅助燃气轮机系统具备:使由该集热装置升温的第一被加热介质进行循环的第一系统;使上述第一被加热介质与第二被加热介质进行热交换的第一热交换器;使与该第一被加热介质进行热交换的第二被加热介质进行循环的第二系统;以及使上述第二被加热介质与水进行热交换的第二热交换器,并且将由上述第二热交换器生成的温水供给到上述喷雾装置地构成。

3. 根据权利要求1所述的太阳能辅助燃气轮机系统,其特征在于,

上述太阳能辅助燃气轮机系统具备低温蓄热槽,该低温蓄热槽储存在上述热交换器中与水热交换后的被加热介质。

4. 根据权利要求2所述的太阳能辅助燃气轮机系统,其特征在于,

上述太阳能辅助燃气轮机系统具备:使上述第一或第二被加热介质进行循环的循环泵;以及吸收上述第一或第二被加热介质的体积膨胀的膨胀箱。

5. 根据权利要求1或2所述的太阳能辅助燃气轮机系统,其特征在于,

上述太阳能辅助燃气轮机系统使用油作为被加热介质。

6. 根据权利要求1所述的太阳能辅助燃气轮机系统,其特征在于,

上述太阳能辅助燃气轮机系统具备三通阀,该三通阀切换为使经由上述集热装置的被加热介质再次循环到上述集热装置的路线和供给到上述热交换器或蓄热槽的路线。

7. 根据权利要求2所述的太阳能辅助燃气轮机系统,其特征在于,

上述太阳能辅助燃气轮机系统具备三通阀,该三通阀切换为使经由上述第一热交换器的第二被加热介质再次循环到上述第一热交换器的路线和供给到上述第二热交换器或蓄热槽的路线。

太阳能辅助燃气轮机系统

技术领域

[0001] 本发明涉及将太阳热能用于燃气轮机的太阳能辅助燃气轮机系统。

背景技术

[0002] 近年来,要求尽量抑制作为地球变暖物质之一的二氧化碳(CO₂)的排出量。在这种动向之中,利用可再生能源的发电系统受到关注。作为可再生能源的代表例,存在水力、风力、地热、太阳(光/热)能等,其中尤其与利用太阳能的发电系统有关的技术开发非常活跃。太阳能利用发电系统一般采用的方式是利用由集热器集热而产生的蒸汽来驱动汽轮机。作为这种现有技术,例如有专利文献1所记载的技术。

[0003] 另一方面,作为以天然气或石油等石化资源作为燃料的系统,存在燃气轮机系统。此外已知,在燃气轮机系统中,在夏季等大气温度上升的条件下压缩机中的空气的进气量减少,随之发电输出功率也下降。作为用于抑制伴随大气温度的上升而产生的输出功率下降的一个方法,例如有专利文献2的技术。具体而言,涉及再生循环的一种的HAT(Humid Air Turbine)循环的燃气轮机发电系统,并且公开了如下技术,将在该循环内(再生循环特有的设备即压缩机出口的后置冷却器、对压缩空气进行加湿的加湿器、对加湿器加湿水进行加热的热交换器等)生成的高压高温水在设置于压缩机入口的喷雾装置中利用减压沸腾来进行喷雾。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2008—39367号公报

[0007] 专利文献2:日本特开2001—214757号公报

发明内容

[0008] 发明要解决的问题

[0009] 然而,在上述的太阳能利用发电系统中,需要用于对蒸汽的热源即太阳能进行集热的集热装置。作为集热方式,存在使太阳光集中在设置于曲面镜之前的集热管上进行集热的槽型、使由被称为定日镜的多个平面镜反射的太阳光集中在塔上的塔型等各种方式。然而,与集热方式无关,为了使汽轮机实现高效化(高温化)、高输出功率化,需要庞大的集热装置(反射镜)。这即意味着需要用于设置集热装置的宽大的用地。例如,在输出功率50MW的发电设备的情况下,据说作为集热装置的设置面积需要1.2平方公里。

[0010] 另一方面,若从成本方面着眼于太阳能利用发电系统,则由于所设置的集热装置的数量庞大,因此目前状况是占据整个系统的集光、集热装置的比例为80%左右。所以,想要减少成本则需要大幅度减少集热装置的数量,但存在的问题是减少集热装置的设置数量与太阳能利用发电系统中的高效化、高输出功率化的目的相反。

[0011] 本发明的目的是提供一种太阳能辅助燃气轮机系统,其大幅度减少集热装置的数量,并且缩小了设置集热装置所需的用地面积。

[0012] 为解决问题的方法

[0013] 为达到上述目的,本发明的太阳能辅助燃气轮机系统的特征在于,设有:燃气轮机,包括压缩空气的压缩机、使由该压缩机压缩了的空气与燃料燃烧的燃烧器、以及利用由该燃烧器产生的燃烧气体进行驱动的涡轮机;集热装置,对太阳能进行集热并使被加热介质升温;蓄热槽,储存升温后的上述被加热介质;热交换器,对上述被加热介质和水进行热交换而生成温水;以及喷雾装置,将由该热交换器生成的温水向摄入上述压缩机的空气进行喷雾。

[0014] 发明效果

[0015] 根据本发明,能够提供大幅度减少集热装置的数量,并且缩小了设置集热装置所需的用地面积的太阳能辅助燃气轮机系统。

附图说明

[0016] 图 1 是太阳能辅助燃气轮机系统的结构图(实施例 1)。

[0017] 图 2 是现有的燃气轮机发电系统的大气温度—发电输出功率特性图。

[0018] 图 3 是太阳能辅助燃气轮机系统的压缩机入口进气冷却的说明图。

[0019] 图 4 是水温与饱和压力、运用压力例的关系图。

[0020] 图 5 是太阳能辅助燃气轮机系统的结构图(实施例 2)。

[0021] 图 6 是表示压缩机内的压缩空气的温度分布的图。

[0022] 图 7 是表示压缩过程中的空气温度与绝对湿度的关系的图。

[0023] 图 8 是表示进气温度与进气重量流量的关系的图。

[0024] 图 9 是热循环的比较图。

[0025] 图 10 是燃气轮机的详细结构图。

[0026] 图 11 是水滴喷雾量与燃气轮机输出功率的增加率的关系图。

[0027] 图 12 是喷雾前后的压缩机出口温度差的概略图。

具体实施方式

[0028] 首先,说明本发明人等完成本发明的研究过程、以及本发明的基本思想。

[0029] 本发明人等在研究减少集热装置的数量及用地面积时,不仅对太阳能的集热装置进行研究,而且对还包含太阳能的利用设备(发电装置)侧的整个系统进行了综合研究。首先,在以作为研究基础的一般的集热装置作为热源的气轮机方式中,作为驱动用蒸汽的热源需要产生几百℃(例如 300℃左右)的蒸汽。在此,若着眼于水的蒸发过程,则在使水进行状态变化为蒸汽时,作为蒸发潜热(还称为气化潜热、气化热)需要大量的热量。例如,300℃蒸汽中的潜伏热量的明细如下,从常温 15℃到 100℃的显热、100℃时的蒸发潜热、从 100℃蒸汽到 300℃的蒸汽的显热这三者的热量比率为 1.3%:83.8%:14.9%,蒸发潜热占据整体的 80%以上。由此,在气轮机方式中,可以说其结构为,根据其原理,需要蒸汽,且作为用于产生蒸汽的蒸发潜热需要大量的能量。实际上,在气轮机方式中,计算出将由集热装置收集的全部热量的 70~80%作为蒸发潜热来消耗。这就是集热装置的数量以及设置集热装置所需的用地面积庞大的主要原因。

[0030] 于是,本发明人等作为有效利用太阳所具有的热能,并且大幅度减少现有的太阳

能利用发电系统中成为问题的蓄热装置的数量及设置面积,进行了以下发明。即,根据在汽轮机方式中为产生蒸汽而需要大量的能量(蒸发潜热)的见解,不是对由太阳能产生蒸汽的系统,而是在集热装置中限制在不需要蒸发潜热的高压温水(例如 150 ~ 200℃)的生成上,并且以有效利用该高压温水的技术的观点,进行了各种研究。其结果得到的结论是,作为能够有效利用比现有的太阳能利用发电系统处于低温且处于液相状态的高压温水的系统,能够应用于燃气轮机系统。

[0031] 具体而言,将由太阳能生成的高压温水应用于对燃气轮机的进入气体进行冷却的喷雾装置的喷雾水,并且在喷雾装置中的液滴的微细化方面利用作为高压温水而蓄热的太阳能。尤其,在喷雾液滴的微细化方面,其原理是通过使高压温水减压沸腾来实现。

[0032] 根据上述方式,在本发明中,由于是太阳能进行集热相当于用于生成高压温水的显热(用于不改变物质的状态而使温度发生变化的热量)的量即可的太阳能利用系统,因此可以不使用现有系统中必须的作为蒸发潜热的大量的能量。其结果,能够大幅度减少为对大量的能量进行集热而设置的集热装置的数量、以及用于设置集热装置的用地面积。

[0033] 接下来,说明在本发明中应用太阳热能的太阳能辅助燃气轮机系统。

[0034] 燃气轮机系统的基本的结构要素包括:压缩空气的压缩机;使由该压缩机压缩了的空气和燃料燃烧的燃烧器;以及利用由该燃烧器生成的燃烧气体进行驱动的涡轮机。通常,在燃气轮机上连接有作为负载设备的被驱动设备。尤其,在燃气轮机发电系统的情况下,对于上述的结构要件,追加通过上述涡轮机的旋转来驱动的发电机。在以下说明中,作为太阳能辅助发电系统,以燃气轮机发电系统作为代表例来进行说明,但也能应用于对发电机以外的被驱动设备(泵、压缩机等)进行驱动的燃气轮机系统。

[0035] 首先,对以后详细叙述的本发明的实施方式中通用的基本概念进行说明。

[0036] 在压缩空气的压缩机中,为了在吸入空气的进气管道内部或进气管道的上游侧将空气温度下降至大气温度以下,对压缩机入口空气进行高压温水喷雾来混入高压温水。在此,高压温水是利用太阳能对集热装置的集热管内的水进行加热而生成,并且供给到压缩机上游部。已知一般常温的水喷雾也能降低压缩机入口空气温度,但是从进气性能及设备可靠性(旋转机平衡)的观点出发,优选在作为旋转机的压缩机内部,不形成水滴等,快速使喷雾水气化。根据该观点,在本实施例中,其特征在于,进行乍一看与降低压缩机入口空气温度的目的相反方向的温水的喷雾。即,利用高压温水所具有的热量的约 70 ~ 80% 为气化潜热的情况,使其从高压状态(集热管内部及喷雾喷嘴内部)急剧减压到大气压状态(压缩机入口部)而使温水进行减压沸腾。在此情况下,若是常温的水则由于气化潜热的吸热作用而成为冰点以下且容易在压缩机入口部产生结冰,而且喷雾后的粒径难以变小,有可能产生在压缩机内部无法进行快速的气化的状态。于是如本实施例那样,为了在减压沸腾时促进微粒化,采取利用高压温水进行喷雾的方式。本实施例由于利用太阳能来生成高压温水,因此具有不使用新的石化燃料而能够抑制作为地球变暖的一个原因的 CO₂ 增加的效果。

[0037] 以下,使用附图详细说明本发明的实施方式。

[0038] 实施例 1

[0039] 使用图 1 说明本发明的实施例 1。图 1 是在燃气轮机发电系统中设有利用太阳能的温水的喷雾装置的太阳能辅助燃气轮机发电系统的结构图。

[0040] 在图 1 中,本实施例的太阳能辅助燃气轮机发电系统大致包括:燃气轮机装置 100;对太阳能进行集热并对作为被加热介质的油进行升温的集热装置 200;以及根据用集热装置 200 升温的油生成高压温水并对进入气体进行喷雾的喷雾装置 300。

[0041] 燃气轮机装置 100 在压缩机 1 的上游侧设有进气管道 6。此外,有时在进气管道 6 的上游侧设置用于摄入空气的进气室(未图示)。大气条件下的空气 5 经过进气管道 6 被导入到压缩机 1。用压缩机 1 加压了的压缩空气 7 流入到燃烧器 3。在燃烧器 3 中压缩空气 7 与燃料 8 进行燃烧,产生高温的燃烧气体 9。燃烧气体 9 流入到涡轮机 2,经由涡轮机 2 和轴 11 使发电机 4 旋转,利用其驱动来进行发电。对涡轮机 2 进行了驱动的燃烧气体 9 作为燃烧废气 10 从涡轮机 2 排出。

[0042] 集热装置 200 主要包括:对太阳光进行集光的集光板 40;以及利用由集光板 40 集光及集热的太阳光对被加热介质进行加热的集热管 41(集热装置 200 从狭义上讲是指集光板 40 及集热管 41 的集合体,但以下将包括与这些集合体连接的系统和设备在内适当称为集热装置)。此外,在集热管 41 的上游,经由配管 43 连接有用于供给作为被加热介质的油的油泵 42,由集热管 41 加热的油经过配管 44 并经由三通阀 45 利用配管 46 及配管 47 返回到油泵 42。而且,三通阀 45 另一方出口侧经由配管 48 与下一个三通阀 49 连接。三通阀 49 的一方经由配管 56 与高温油蓄热槽 57 连接。而且,三通阀 49 的另一方侧经由配管 50 设有高温蓄热油泵 51。在该配管 50 上,从高温油蓄热槽 57 的底部经由阀 58 连接有配管 59。高温蓄热油泵 51 的出口配管 52 被引导至油/水热交换器 24,并利用配管 53 与低温油蓄热槽 54 连接。而且,从低温油蓄热槽 54 的底部经由阀 55 与配管 47 连接。另一方面,水箱 20 的水经由配管 21 并利用水泵 22 从配管 23 输送至油/水热交换器 24。用油/水热交换器 24 加热的水经由油/水热交换器 24 的出口配管 25 并且经由升压泵 26 及流量调整阀 27、配管 28 而与后述的喷雾装置 300 的喷雾母管 31 连接。

[0043] 喷雾装置 300 包括:在位于压缩机 1 的上游侧的进气管道 6 的内部所设置的喷雾母管 31;以及与喷雾母管 31 连接的多个喷雾喷嘴 32。喷雾母管 31 与上述的供水管 30 连接,从集热装置 200 供给高压温水。此外,图 1 中表示了将喷雾装置 300 的喷雾喷嘴 32 配置在进气管道 6 内的例子,但是也可以设置在未图示的进气室内。在将消声器配置在进气室内的情况下,优选使喷雾喷嘴 32 位于消声器的下游侧。另外,在配置有过滤网等的情况下,从喷雾液滴附着于过滤网的观点看,优选在过滤网的下游侧设置喷雾喷嘴 32。

[0044] 在如上所述构成的本实施例的结构中,由集光板 40 集光的太阳光被照射到集热管 41 上,通过该太阳光照射而对供给到集热管 41 内的油进行加热。以该油作为加热介质,利用油/水热交换器 24 对水进行加热。由油/水热交换器 24 加热的水利用升压泵 26 作为高压温水而加压输送至配管 28。配管 28 的下游与设置在进气管道 6 内部的喷雾母管 31 连接,而且在喷雾母管 31 上设有多个喷雾喷嘴 32。流经配管 28 的高压温水经由喷雾母管 31 从喷雾喷嘴 32 向进气管道 6 内部进行喷雾(为了表示喷雾喷嘴 32 的状况,图 1 的进气管道 6 用局部剖视图来表示。)

[0045] (动作、作用、效果)

[0046] 接下来,说明图 1 的实施例的动作。

[0047] 在本实施例中,利用油泵 42 向集热管 41 内部供给作为被加热介质的油,将该油的热经由油/水热交换器 24 提供给由水泵 22 输送的水而使其升温到适当温度之后,利用升

压泵 26 提高至适于喷雾的压力,并且利用流量调整阀 27 控制水量,从而保持适于喷雾的水压并将水温及水量保持在适当范围,并且输送至进气管道 6 内部的喷雾母管 31。在进气管道 6 内部通过从喷雾喷嘴 32 喷雾的高压温水的减压沸腾效果而空气 5 被冷却,压缩机 1 的进气流量增加,并且燃气轮机 2 的输出功率增大。此外,在油的集热过程中被过度加热的油被储存在高温油蓄热槽 57 中,用于弥补如阴天那样的集热不充分的时间带。此外,三通阀 45 根据配管 44 内的油温来进行开闭。即,在配管 44 内的油温为预定温度以下的情况下,三通阀 45 将与油 / 水热交换器 24 侧连接的配管 48 侧关闭,仅打开作为向集热管 41 侧返回的系统的配管 46,使集热管 41 内的油进行循环直至配管 44 内的油温上升为止。之后,在配管 44 内的油温成为预定温度以上的情况下,三通阀 45 打开配管 48 侧,并关闭配管 46 侧。而且,在三通阀 49 中,通常与油 / 水热交换器 24 侧连接的配管 50 和与高温油蓄热槽 57 侧连接的配管 56 这双方打开,油 / 水热交换器 24 所需的油量利用高温蓄热油泵 51 被输送至配管 52。在三通阀 49 中升温的剩余的油经由配管 56 被储存在高温油蓄热槽 57 中。位于高温油蓄热槽 57 的底部的阀 58 以及位于低温油蓄热槽 54 的底部的阀 55 一般均处于打开的状态,根据需要使由向下游流动。用油 / 水热交换器 24 进行热交换而温度下降的油经由配管 53 流入到低温油蓄热槽 54,并利用油泵 42 再次被供给到集热管 41 后被升温。

[0048] 在本实施例中,以在水压 5MPa、水温 150℃ 下的运用为例进行说明。

[0049] 图 2 是作为比较例表示现有的燃气轮机系统中的大气温度与发电输出功率的关系的图。例如,若以燃气轮机压缩机入口的大气温度 15℃ 为基准来考虑,则以夏季为例 35℃ 时的燃气轮机发电输出功率比率下降约 10%。如果压缩机入口温度如此保持大气条件,则在夏季等高的情况下,空气密度会下降,因此吸入空气流量减少,相应地涡轮机输出功率下降并且输出到外部的发电输出功率减少。

[0050] 于是,为了抑制如上所述的大气温度的上升所引起的发电输出功率下降,作为使压缩机入口的空气温度下降的方法,利用温水气化时从周围夺取热量的蒸发潜热,并且在其喷雾液滴的微细化方面利用了太阳能,这就是本实施例的特征。即,如图 3 的太阳能辅助燃气轮机系统的压缩机入口部的剖视图所示,将以由集热管 41 加热的油作为热源来生成的高压温水导入到设置于进气管道 6 内的喷雾装置 300 的喷雾母管 31,从设置在喷雾母管 31 上的多个喷雾喷嘴 32 在进气管道 6 内进行喷雾。例如,高压温水的喷雾流量为压缩机入口空气 5 的流量的 1% (质量流量比)。此时,在喷雾喷嘴 32 的上游,5MPa、150℃ 的高压温水刚从喷雾喷嘴 32 喷出之后在大气压下被减压,因此在导入到进气管道 6 内部的空气 5 的气流内进行减压沸腾,液滴 33 的一部分气化,由此从周围的流体吸热 (—Q)。然后,35℃ 的空气 5、通过由温水气化而成的液滴的一部分气化而温度下降 (—15℃) 的空气 5、与未气化的液滴 33 的混合流体 34 被导入到压缩机 1 内。另外,在导入到压缩机之前未气化的剩余的液滴在压缩机 1 的内部流下的过程中全部气化。该混合流体 34 流经压缩机 1 的静叶 35 与动叶 36 的间隙并作为压缩空气 7 导入到燃烧器 3。此外,如图 4 所示,喷雾喷嘴 32 的上游压力例如被设定为运用压力线以上的压力,以便相对于水温成为饱和压力以上,并且维持高压温水的状态。此外,也可以说明为,集热装置 200 将升压后的水的温度加热至高于大气压下的沸点且低于升压后的压力下的沸点的温度,并生成喷雾用的高压温水。

[0051] 并且,用于获得该高压温水的加热量为水的显热量,因此,与获得需要达到蒸发潜热的加热量的蒸汽本身的情况相比,太阳光的集光板 40 的面积只需要几分之一的设置空

间即可。

[0052] 能够利用本实施例的喷雾装置 300, 增加燃气轮机的输出功率。其理由可以根据进入气体喷雾的增加输出功率机理进行如下说明。

[0053] 1) 进入气体在流入到压缩机之前被冷却而密度增大, 流入到压缩机的空气的重量流量增加, 涡轮机输出功率增加的效果。

[0054] 2) 液滴在压缩机内蒸发时, 从周围的气体中夺取蒸发潜热, 抑制被压缩而温度上升的空气的温度上升, 从而压缩机的压缩功减少的效果。

[0055] 3) 在涡轮机侧流量增加相当于液滴蒸发量的量, 涡轮机输出功率增加的效果。

[0056] 4) 通过比热容大于空气的水蒸汽混入到其中, 混合气体的比热容增大, 被压缩的混合气体在涡轮机膨胀时输出的功增大的效果。

[0057] (通过进入气体喷雾冷却来抑制输出功率下降的原理)

[0058] 接下来, 对通过微细液滴的喷雾来抑制输出功率下降的原理进行详细说明。

[0059] 本实施例中所使用的喷雾装置的特征在于, 对供给到压缩机的气体进行液滴的喷雾, 使进入到压缩机的气体的温度比外部空气温度低, 并使其与该气体一起导入到压缩机内, 在压缩机内流下的过程中进行了上述喷雾的液滴气化。由此, 能够利用适于实用的简单的设备, 在导入到压缩机的入口的进入气体中进行液滴的喷雾, 实现输出功率的提高和热效率的提高这双方。

[0060] 由此, 能够利用适于实用的简单的设备, 对压缩机进入气体供给微细液滴, 能够使水滴良好地加入到供给至压缩机的进气气流中, 能够有效地将包含液滴的气体从压缩机入口搬运到压缩机内。而且, 能够使导入到压缩机内的液滴以良好的状态进行气化。由此, 能够提高燃气轮机的输出功率及热效率。

[0061] 图 6 表示压缩机内的压缩空气的温度分布。就压缩机 1 出口的空气温度 T 而言, 进行水喷雾并在压缩机 1 内使水滴气化的情况 81 与未混入水滴的情况 80 相比, 下降更多。在压缩机内也连续地下降。

[0062] 根据本实施例的增加输出功率机构定性而言能够如下进行整理。

[0063] 1) 导入到压缩机 1 的进入气体在进气室内且在等湿球温度线上进行冷却; 2) 通过导入到压缩机 1 内的液滴的气化来冷却内部气体; 3) 相当于压缩机 1 内的气化量的经过涡轮机 2 和压缩机 1 的工作流量之差; 4) 通过混入恒压比热容大的水蒸汽而使混合气体的低压比热容增大等。

[0064] 图 10 表示具备本发明的燃气轮机的详细结构图。由喷雾喷嘴 32 喷出到进入气体中的喷雾液滴乘着气流从压缩机入口流入。流经进气室的进入气体的平均空气流速例如为 10m/s。液滴 33 沿着流线在压缩机 1 的叶片之间移动。在压缩机内, 进入气体通过绝热压缩而被加热, 液滴由于该热而从表面发生气化的同时减少粒径并向后级叶片侧被输送。在该过程中, 气化所需的气化潜热从压缩机内的空气中提供, 因此压缩机内的空气的温度与未应用本发明的情况相比而下降(参照图 6)。液滴若粒径大则与压缩机 1 的叶片或壳体碰撞, 从金属获得热量而气化, 从而有可能阻碍工作流体的降温效果。因此, 从这种观点出发, 优选液滴的粒径较小。

[0065] 在喷雾液滴上存在粒径的分布。从抑制与压缩机 1 的叶片或壳体碰撞、以及防止叶片的烧蚀的观点出发, 使进行喷雾的液滴主要成为 50 μm 以下的粒径。从进一步减少作

用于叶片的影响的观点出发,优选最大粒径为 $50\ \mu\text{m}$ 以下。

[0066] 而且,粒径小的液滴能够更加均匀地分布到流入空气中,并且从抑制产生压缩机内的温度分布的观点出发,优选索特平均粒径 (SMD) 为 $30\ \mu\text{m}$ 以下。从喷雾喷嘴喷出的液滴由于存在粒度的分布,因此以上述最大粒径难以进行计测,因此实际上能够适应如上所述用索特平均粒径 (SMD) 测定的粒径。此外,优选粒径较小,但是形成较小粒径的液滴的喷雾喷嘴需要高精度的制作技术,因此直到技术上能够减小的下限为止成为上述粒径的实用范围。因而,从该观点出发,例如,上述主要的粒径、最大粒径或者平均粒径在计测精度上下限分别为 $1\ \mu\text{m}$ 。而且,大多情况下液滴的粒径越细,用于制造的能量越多,因此也可以考虑用于制造液滴的使用能量,来确定上述下限。若设置成悬浮在大气中且难以落下的程度的大小,则一般而言接触表面的状态也良好。

[0067] 通过液滴气化,工作流体的重量流量增加。若在压缩机内气化结束,则压缩机 1 内的气体进一步受到绝热压缩。此时水蒸汽的恒压比热容在压缩机内的代表性的温度 (300°C) 附近,具有空气的大约 2 倍的值,因此在热容量方面,以空气换算而言,具有与气化的水滴的重量的大约 2 倍的空气作为工作流体增加的情况等效的效果。即,在压缩机的出口空气温度 T_2' 下降上具有效果 (升温抑制效果)。如此,通过水滴在压缩机内气化而产生压缩机出口的空气质量下降的作用。压缩机的动力与压缩机出入口的空气质量之差相等,空气质量与温度成正比,因此若压缩机出口的空气质量下降,则能够减少压缩机的所需动力。

[0068] 用压缩机进行加压的工作流体 (空气) 通过用燃烧器燃烧燃料而升温之后,流入到涡轮机进行膨胀功。该功被称为涡轮机的轴输出功率,且与涡轮机的出入口空气的焓差相等。燃料的投入量被控制成涡轮机入口的气体温度不超过预定的温度。例如,根据涡轮机出口的废气温度和压缩机出口的压力 P_{cd} 的实测值来计算涡轮机入口温度,以使计算值与应用本实施例之前的值相等的方式控制流向燃烧器 3 的燃料流量。若进行这种燃烧温度恒定控制,则如上所述,燃料投入量增加与压缩机出口的气体温度 T_2' 下降相当的量。另外,如果燃烧温度不变且水喷雾的重量比例为进入气体的百分之几左右,则涡轮机入口部的压力和压缩机出口压力在喷雾前后近似不变,因此涡轮机出口的气体温度 T_4 也不发生变化。由此,涡轮机的轴输出功率在喷雾的前后不发生变化。另一方面,燃气轮机的有效输出功率是从涡轮机的轴输出功率减去压缩机的动力的值,因此结果,通过应用本发明,压缩机的动力减少,相应地能够增加燃气轮机的有效输出功率。

[0069] 涡轮机 2 的电输出功率 Q_E 通过从涡轮机 2 的轴输出功率 $C_p(T_3 - T_4)$ 减去压缩机 1 的功 $C_p(T_2 - T_1)$ 而获得,用以下公式近似表示。

[0070] [数 1]

$$Q_E/C_p = T_3 - T_4 - (T_2 - T_1) \quad \cdots (\text{数 } 1)$$

[0072] 通常,以燃烧温度 T_3 恒定的方式进行运转,因此燃气轮机出口温度 T_4 不发生变化,涡轮机的轴输出功率 $C_p(T_3 - T_4)$ 也恒定。此时若压缩机出口温度 T_2 通过水喷雾的混入而下降至 T_2' ($< T_2$),则获得与压缩机功的下降量等效的增加输出功率 $T_2 - T_2'$ 。另一方面,燃气轮机的效率 η 用如下公式近似提供。

[0073] [数 2]

$$\eta = 1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2} \quad \cdots (\text{数 } 2)$$

[0075] 在此情况下, $T_2' < T_2$, 因此右边第二项减少, 由此可知通过水喷雾而效率也提高。换言之, 从燃气轮机之类的热机废弃到系统外的热能 $C_p(T_4 - T_1)$ (数 2 的第二项的分子) 在本实施例的应用前后没有很大差别, 另一方面, 所投入的燃料能量 $C_p(T_3 - T_2')$ 在应用本实施例时, 增加了大致 $C_p(T_2 - T_2')$ 左右、即大致压缩机功的下降量。另一方面, 如上所述, 压缩机功的下降量与增加输出功率相等, 因此该燃料增加量实质上全部有助于燃气轮机的输出功率增加。即, 增加输出功率量的热效率为 100%。因此, 能够提高燃气轮机的热效率。如此, 在本实施例中, 为了减少在对进入气体进行冷却的现有技术中没有明确指出的压缩机的功, 使水喷雾混入到压缩机 1 的进入气体中, 能够提高燃气轮机的总输出功率。另一方面, 对燃烧器 3 入口注入水的现有技术是通过增加工作流体来实现输出功率的增加, 但压缩机 1 的功不会减少, 因此效率反而下降。

[0076] 图 9 表示将本实施例的热循环与其他热循环进行比较的情况。循环图的封闭区域的面积表示每单位进气流量的燃气轮机输出功率、即比功率。图的各号码表示对应的循环图的各个地方的工作流体。在图 9 中, 1 表示压缩机入口, 1' 表示走出第一级压缩机并朝向中间冷却器的入口, 1'' 表示走出中间冷却器且是第二级压缩机的入口, 2 表示布雷敦循环中的燃烧器入口, 2' 表示走出第二级压缩机且是燃烧器的入口, 3 表示走出燃烧器且是涡轮机的入口, 4 表示涡轮机出口。

[0077] 图 9 下栏的温度 T —熵 S 线图表示在对各循环的上述 1、3 及 4 的位置的温度 T —熵 S 的值进行了固定时的特性的比较。

[0078] 从图中可知, 比功率的大小是: 如本实施例那样在压缩机的进气室对上述的微细水滴进行喷雾而使水滴从压缩机入口导入的顺序、如日本特开平 6—10702 号公报所公开的中间冷却循环、通常的布雷敦循环的顺序。尤其是, 与中间冷却循环的不同在于, 本发明源于导入到压缩机内的水滴从压缩机入口部连续地汽化的情况, 并显现在循环的形状上。

[0079] 中间冷却循环的热效率在布雷敦循环方面较差, 对此, 如上所述, 本实施例在布雷敦循环方面优异, 因此本发明与中间冷却循环相比其热效率高。

[0080] 一般而言, 喷雾液滴在压缩机 1 内气化的位置越接近压缩机 1 的入口, 压缩机 1 出口的空气温度越是下降, 在输出功率增加、效率提高方面是有利的。从而, 若使用在作为进入气体的空气 5 中混合喷雾的方法, 则喷雾粒径越小越有效。这是因为, 喷雾在流入到压缩机 1 之后迅速气化。另外, 喷雾液滴悬浮在气体中, 随同进入气体顺利地导入到压缩机。

[0081] 因此, 由喷雾喷嘴 32 喷出的液滴的大小优选为直到到达压缩机 1 出口为止实质上全部量都气化的程度。实质上, 直到虽然低于 100% 但根据上述结构能够完成的上限即可。实际上在压缩机出口有 90% 以上气化即可。

[0082] 例如, 在压缩机 1 的出口压力 P_{Cd} 为 0.84MPa 时, 考虑到根据外部空气条件估计的压缩机 1 的出口的绝对湿度与在 EGV(Exit guide vane) 位置的绝对湿度的测定值的相互关系而计算气化比例, 则上述液滴直到压缩机出口为止有 95% 以上产生了气化。

[0083] 空气经过压缩机内的时间极短, 从在此期间使液滴良好地气化并提高气化效率的观点出发, 优选索特平均粒径 (SMD) 为 $30\mu\text{m}$ 以下。

[0084] 此外, 形成较小粒径的液滴的喷雾喷嘴要求高精度的制作技术, 因此直到技术上能够减小的下限为止成为上述粒径的下限。例如, 从计测精度上而言为 $1\mu\text{m}$ 。

[0085] 这是因为, 若液滴过大, 则在压缩机内液滴难以进行良好的气化。

[0086] 液滴的导入量能够根据温度及湿度或者输出功率增加的程度来进行调整。考虑喷雾后液滴在从喷雾部位到压缩机入口的期间气化的量,能够导入进气重量流量的 0.2wt% 以上。就上限而言,从设置成能够良好地维持压缩机的功能的程度的观点出发,规定上限。例如,能够将上限设为 5wt%,并将导入范围设置在该上限以下。

[0087] 能够考虑夏季等干燥条件等来进行调整,而为了进一步增加输出功率等,还能够导入 0.8wt% 以上 5wt% 以下。

[0088] 以往的液滴喷雾装置为了使导入到压缩机入口的空气温度下降,只是对导入空气进行液滴(例如,100 ~ 150 μm 等)的喷雾,并对喷雾后的水进行回收之后再次用于喷雾,与这种类型的以往的液滴喷雾装置相比,在本实施例中,仅进行少量的液滴的喷雾就足以。

[0089] 就喷雾水的消耗量而言,在夏季高温时将下降的输出功率恢复至额定值的情况下成为最大使用量。当生成喷雾时供给空气的情况下的加压空气消耗量作为消耗动力是无法忽视的,作为目标优选为消耗水量以下。从而,只要满足粒径条件,为了形成上述粒径的液滴,不供给气体是更经济的。

[0090] 根据本实施例,根据外部空气温度来调节喷雾流量,从而能够提供全年能够抑制输出功率变动的发电成套设备。例如,以与导入到压缩机的空气温度低时相比在该空气温度高时增加喷雾流量的方式,对调节阀(未图示)的开度进行调节。

[0091] 并且,在进行等燃烧温度运转时,优选以供给上述液滴的方式进行运转。由此,能够提高效率,并且提高输出功率。

[0092] 另外,在不以发电为目的的燃气轮机、用于获得由燃气轮机的驱动所产生的转矩的燃气轮机中,能够降低燃烧温度而下降涡轮机轴输出功率。尤其,在进行部分负载运转时,通过应用本实施例,能够节省燃料。

[0093] 在本实施例中,即使在受到外部空气温度的限制的输出功率以上的范围内,也能够根据所需负载来调整输出功率。

[0094] 而且,不使燃烧温度上升也能提高输出功率,因此还能够提供寿命长的燃气轮机。

[0095] 另外,根据本实施例,能够对压缩机内的气体进行冷却。由此,在应用该原理使用压缩机抽气来对燃气轮机的叶片进行冷却的情况下,能够减少冷却用的抽气量。并且,由此能够进一步增加燃气轮机内的工作流体量,因此能够期待高效率、增加输出功率。

[0096] 图 7、图 8 分别表示在外部空气导入到压缩机 1 并被压缩的过程中的工作流体的状态变化、以及进气温度与进气重量流量之间的关系。

[0097] 图 7 表示在将外部空气条件设为 30°C、70%湿度(R.H.)的情况下的状态变化。

[0098] 外部空气状态用点 A 来表示。如果在流入到压缩机之前外部空气的状态沿着等湿球温度线被加湿冷却而达到饱和湿润状态,则进入气体在压缩机 1 入口移动到状态 B。从增大导入压缩机前的气化的观点出发,通过上述液滴的喷雾而导入到压缩机 1 内的气体的湿度优选为上升至 90% 以上的程度。从进一步实现进入气体的冷却的观点出发,优选进一步设为 95% 以上。未在进气管道 6 内气化的液滴在从 B 到 C 的压缩过程中连续气化。假设气化的过程保持饱和状态,则在状态 C 沸腾结束,在从 C 到 D 的过程中进入单层压缩过程而升温。假设气化为等熵变化,在沸腾结束点到达状态 C' 的过饱和状态。实际上认为,从液滴开始气化的气化速度有限,因此状态变化在热量方面是不平衡的,偏离饱和线而沿着虚线的轨迹。相对于此,在一般的压缩过程中状态沿着从 A 到 D' 的轨迹。

[0099] 在图 7 中, 设 A 处的温度为 T_1 且 B 处的温度为 T_1' , 则温度从 T_1 下降到 T_1' 而引起的进气流量的增大如图 8 的模式图所示, 从 W 增加到 W' 。剩余的液滴被导入到压缩机 1 内而被气化, 从而有助于减少压缩机 1 的功。

[0100] 图 11 表示水滴喷雾量与燃气轮机输出功率的增加率之间的关系。图 11(a) 表示相对于进气温度的输出相对值的变化, 图 11(b) 表示喷雾量与增加输出功率之间的关系。

[0101] 例如, 计算条件为外部空气条件 35°C 、53% 相对湿度、压缩机风量特性 417kg/s 、压缩机多变效率 0.915、涡轮机绝热效率 0.89、燃烧温度 1290°C 、压缩机抽气量 20%、排出压力 1.48MPa 、气化阶段压力 0.25MPa 时的值。若对常温水进行喷雾, 则进气流量的 0.35% 在流入压缩机之前在进气室中进行气化。因此, 进气温度下降且空气的密度提高, 结果, 压缩机的吸入空气重量流量增加百分之几, 有助于燃气轮机的增加输出功率。剩余的喷雾水随同气流在保持液滴的状态下被吸引到压缩机中并在其内部进行气化, 有助于减少压缩机的功。

[0102] 2.3% 喷雾时的热效率提高率以相对值为 2.8%。将燃气轮机输出功率恢复至 5°C 基本负载运转时的输出功率所需的消耗水量是进气重量流量的 2.3wt% 左右。如此, 当进行了将燃气轮机输出功率恢复至最大值的运转时的增加输出功率的明细估算如下, 根据进入到压缩机 1 之前的冷却的功率为约 35%, 根据由压缩机内部气化引起的冷却的功率为约 37%, 根据经过涡轮机和压缩机内的工作流体量之差、以及包含水蒸汽而引起的低压比热容的增大的功率为约 28%。

[0103] 虽然在图的刻度上未记载, 但是通过进一步增加喷雾水量, 能够以 5wt% 左右的喷雾流量获得直至合格输出功率水平的增加输出功率。喷雾量越增大, 与压缩机 1 外的作用 (冷却作用) 相比, 压缩机 1 内的水滴的气化作用越是更加大大地影响输出功率的增加。

[0104] 另外, 图 12 表示相对于喷雾量的喷雾前后的压缩机出口温度差的关系。由此可知, 进入到压缩机 1 之前的气化、冷却以小流量有效地进行。流入到压缩机 1 入口的进入气体的到达湿度为约 95% 左右。实线表示根据假设流入到压缩机 1 内的液滴全部气化时求出的压缩机 1 的出口气体的绝对湿度和压缩机 1 的出口气体焓与喷雾前的值相等这两个条件来计算出的、压缩机 1 的出口气体温度与喷雾前的温度之差。该线是假设动力没有减少的情况下的线。但是, 用空白圆圈 (为了便于理解而画了虚线) 表示的实际的值超过了该线, 实际存在动力的减少。这是因为, 由气化引起的温度下降量在气化点以后的阶段的压缩过程中会放大。

[0105] 由此认为, 优选由上述喷雾喷嘴 32 导入的液滴在前级侧的气化量大于在后级侧的气化量, 通过使导入到压缩机 1 的液滴主要在前级侧气化, 能有效地减少动力。

[0106] 液滴以使从压缩机 1 排出的压缩空气的温度比喷雾前下降 5°C 以上的程度进行喷雾。从进一步实现输出功率的增大的观点出发, 设为使温度下降 25°C 以上的程度。此外, 上限可以根据实际应用的立场来确定。例如, 设为 50°C 以下比较妥当。

[0107] (由减压沸腾引起的液滴的微细化的原理)

[0108] 接下来, 对由减压沸腾引起的喷雾液滴的微细化的原理进行详细说明。

[0109] 在以上内容中, 对在流入压缩机之前的空气中对微细的液滴进行喷雾, 并且使一部分液滴在压缩机入口之前蒸发, 使剩余的液滴在压缩机内蒸发的进气喷雾装置进行了说明。根据该喷雾装置, 当液滴在压缩机内蒸发时, 从周围的气体夺取蒸发潜热, 具有抑

制已压缩的空气中的温度上升的效果。因此,进气喷雾装置可以看做具有与 HAT(Humid Air Turbine) 循环中的中间冷却器相同的功能的设备。只是,当在压缩机入口对液滴进行喷雾时,需要对所喷雾的液滴直径充分地进行微粒化,以免喷雾后的液滴对压缩机的叶片带来损伤,并且能够使液滴在压缩机的内部完全蒸发掉。

[0110] 在流入压缩机之前的空气(支燃烧气体)中进行液滴的喷雾的燃气轮机设备中,如上所述,当液滴蒸发时,从周围的气体夺取蒸发潜热,具有抑制压缩后的空气的温度上升的效果,压缩所需的动力减少,是有效的方法。

[0111] 在设置这种喷雾装置的情况下,优选的喷雾方式是对喷雾的液滴的粒径进一步进行微粒化,并且喷雾的液滴的微粒化所需的动力小,且结构简单。此外,作为微粒化的一例,存在将水与加压空气一起进行喷雾的方法。但是,该喷雾方法的问题在于,额外需要用于供给加压空气的动力,喷雾的效果所引起的减少压缩机动力的效果变小。

[0112] 于是,在本实施例中,将供给到喷雾装置的喷雾水的温度设为供给到压缩机的空气的压力(大气压)下的水的沸点以上,而且通过减压沸腾使该高压温水进行微粒化,将由此生成的微细液滴对压缩机的进入气体进行喷雾。具体而言,例如利用喷雾喷嘴来进行直至大气压的减压,通过在喷嘴内的减压沸腾来产生气泡,从而对液滴进行微粒化。只是将喷雾水供给到喷雾喷嘴,因此结构非常简单,并且也不需要加压空气等。因此,减少压缩机动力的效果较大,具有能够达到循环的高效化效果。

[0113] 如果采用如上所述的喷雾方式,会促进所喷雾的液滴的微粒化,能够减少设为作为目标的液滴直径所需的动力。即,从直径 D_N 的单一喷口喷嘴进行喷雾的面积平均液滴直径 D 利用喷流速度 u 、表面张力 σ 、气体密度 ρ_G 、液体粘性系数 η 、液体密度 ρ_L 表示成如下公式 3。

[0114] [数 3]

$$[0115] \quad d = 83.14 \frac{d_N}{u} \left(\frac{\sigma}{\rho_G} \right)^{0.25} \times \left(1 + 3.31 \frac{\eta}{\sqrt{\rho_L \sigma d_N}} \right) \quad \dots (\text{数 } 3)$$

[0116] 根据该公式可知,如果将喷嘴直径 D_N 设为恒定值,则由喷雾产生的液滴直径的支配因数是由流体的温度和压力的变化所引起的物理参数的变化、以及喷流速度 u 。如果喷雾的水的温度提高,则表面张力 σ 、粘性系数 η_L 变小,作为该水的物理参数的变化的综合结果,根据公式 3 求出的液滴直径变小。并且,由于存在喷雾前的压力与喷雾环境之间的压力差,由此喷流速度加快,因此液滴直径变小。

[0117] 从以上说明可知,通过使用温度及压力高的水,能促进喷雾液滴的微粒化。并且,在以喷雾水温度比在喷雾后的周围压力下的水的沸点高的条件进行喷雾的情况下,产生在喷雾喷嘴内及刚从喷嘴排出之后的喷流内产生气泡的减压沸腾,液滴进一步被微粒化。通过对液滴进行微粒化,液滴向空气中的蒸发加快,能够在短时间内获得液滴的蒸发所产生的冷却效果。

[0118] 从液滴蒸发的观点看,一般而言液滴的温度越高,液滴的蒸发越快。在液滴在压缩机内蒸发的情况下,越是在靠近压缩机的入口的位置进行蒸发,伴随蒸发的冷却效果越是反应到后级中,减少动力的效果增大,作为发电设备的效率提高。

[0119] (本实施例的特征)

[0120] 在本实施例中,作为用于喷雾水的高压温水的热源利用太阳热能,因此不需要用

于生成高压温水所特别的热源。并且,本实施例的喷雾装置听过减压沸腾来对液滴进行微细化,因此不需要用于生成微细液滴所特别的喷雾装置。

[0121] 此外,在上述的专利文献 2 中,涉及 HAT 循环的燃气轮机发电系统,并且公开了将利用减压沸腾的喷雾装置设置在压缩机入口的发明。然而,专利文献 2 中的喷雾水的加热源使用位于再生循环内的再生循环特有的设备(压缩机出口的后置冷却器、对压缩空气进行加湿的加湿器、对加湿器加湿水进行加热的热交换器等)。即,专利文献 2 中作为对象的循环为再生循环,并且具备在该循环内生成高压温水的系统结构,因此能够将在该循环内生成的高压温水作为喷雾水来利用。

[0122] 在这种原来就不具备在自身的循环内生成高压温水的设备的燃气轮机循环(例如,循环结构由压缩机、燃烧器、涡轮机这三个要素构成的单循环)中,由于将作为喷雾水的高压温水的热源设为涡轮机废弃的关系,要求燃气轮机设备侧具有大幅度的变更。具体而言,需要追加从燃气轮机废气中回收废热的热交换器、将由此生成的高压温水供给到喷雾装置的供水系统等。

[0123] 另外,在与电一起产生蒸汽(热)的热电联供系统、以及组合了燃气轮机和汽轮机的复合循环中,都是以将燃气轮机的废热作为产生蒸汽的热源作为前提的系统。在这些系统中,根据产生蒸汽所需的热量来设计整个系统的热平衡,因此如果利用燃气轮机废热来生成进气喷雾用的高压温水,则会导致整个系统的热平衡的变动,有可能影响作为本来目的的蒸汽的生成。因此,不适合使用由于利用燃气轮机废热而结果上对燃气轮机的热平衡带来变动的系统结构。由此,当将燃气轮机应用于太阳能利用系统时,希望避免对热平衡产生变动这种系统结构,并且燃气轮机装置自身也要将相对于其基准结构的变更点限制在最低限度。

[0124] 另一方面,在本实施例中,由于将太阳热能作为高压温水的热源,因此当将燃气轮机应用于太阳能利用发电系统时,燃气轮机装置相对于标准结构能够限制在最低限度的变更。即,作为新追加的设备结构,只有设置在压缩机的上游侧(进气室或进气管道内)的喷雾装置。而且,从热平衡的观点出发,高压温水并不利用燃气轮机循环内的热,并且能够与燃气轮机装置侧无关地生成,因此不会对热平衡产生变动。这可以通过位于燃气轮机装置侧的最上游侧、并且将太阳能用于压缩机的进入气体的系统结构来实现。

[0125] 如上所述,在本实施例中,将用太阳能生成的高压温水应用于对压缩机的进入气体进行液滴的喷雾来进行冷却的喷雾装置,并且在喷雾装置中的喷雾液滴的微细化上利用高温水所持有的能量。尤其,在喷雾液滴的微细化方面,其原理是通过使高温水进行减压沸腾来实现。

[0126] 利用上述方式,根据本实施例,由于是对太阳能只要进行相当于用于生成高压温水的显热(不改变物质的状态而使温度发生变化的热量)量的集热即可的发电系统,因此可以不使用以往系统中所必须的作为蒸发潜热的大量的能量。其结果,能够大幅度减少为进行大量的能量的集热而设置的集热装置是数量、以及用于设置集热装置的用地面积。

[0127] 具体而言,能够将平均产生输出功率的集热装置的设置面积设为原来的 1/10 以下。并且,能够减少太阳能利用系统中的占据大部分成本的集热装置的数量,因此能够大幅度减少成本。

[0128] 另外,根据本实施例,作为使压缩机入口空气温度下降的能量利用太阳能,因此不

增加作为温室效应气体的 CO_2 而能够提高发电输出功率,能够提供有利于维护环境的发电系统。尤其,不需要液滴的微细化所特别的喷雾装置。另外,本实施例的喷雾装置使用减压沸腾原理来对液滴进行微细化,并且作为其能量利用太阳能,因此对于一般的喷雾装置能够减少动力。而且,能够通过减压沸腾来对液滴进一步进行微细化,因此能够大大地减少排水的排出量,并且有效地提高输出功率。

[0129] 另外,能够对剩余的太阳能进行蓄热并在热量不足时利用该蓄热来生成温水,因此能够提供稳定的温水温度和温水量,能够维持燃气轮机的增加输出功率效果。

[0130] 实施例 2

[0131] 接下来,使用图 5 说明本发明的实施例 2 中的结构。

[0132] 在图 5 中,其特征在于,为了抑制图 1 的实施例 1 中的相对于日照变化的变动,设置了油 / 油热交换器 65、油循环泵 66 以及膨胀箱 68。并且,具备:使利用集热装置升温的第一被加热介质进行循环的第一系统;使第一被加热介质与第二被加热介质进行热交换的第一热交换器;使与第一被加热介质进行热交换的第二被加热介质进行循环的第二系统;以及使第二被加热介质和水进行热交换的第二热交换器,将用第二热交换器生成的温水供给到喷雾装置。不同于图 1 的系统结构如下所示。

[0133] 集热装置 201 主要包括:对太阳光进行集光的集光板 40;利用由集光板 40 集光及集热的太阳光对被加热介质进行加热的集热管 41;以及油 / 油热交换器 65、高温油蓄热槽 57、低温油蓄热槽 54。此外,在集热管 41 的上游,经由配管 43 连接有供给作为被加热介质的油的油循环泵 66,用集热管 41 加热的油经过配管 44 被导入到油 / 油热交换器 65 并经由配管 67 返回油循环泵 66。在配管 67 的中途设有利用配管 69 连接的膨胀箱 68。在油循环泵 66 中从配管 44 供给的高温油的热通过配管 70 提供给由油泵 42 供给的油之后,经由配管 71 并经由三通阀 45 利用配管 46 及配管 47 返回油泵 42。而且,在三通阀 45 上连接有配管 48,并经由下一个三通阀 49 并经由配管 56 与高温油蓄热槽 57 连接。另外,在三通阀 49 上经由配管 50 设有高温蓄热油泵 51。在该配管 50 上从高温油蓄热槽 57 的底部经由阀 58 连接有配管 59。高温蓄热油泵 51 的出口配管 52 被引导至油 / 水热交换器 24,利用配管 53 连接至低温油蓄热槽 54。而且,从低温油蓄热槽 54 的底部经由阀 55 与配管 47 连接。另一方面,水箱 20 的水经由配管 21 并利用水泵 22 从配管 23 输送到油 / 水热交换器 24。用油 / 水热交换器 24 加热的水经由油 / 水热交换器 24 的出口配管 25 并经由升压泵 26 及流量调整阀 27、配管 28 而与后述的喷雾装置 300 的喷雾母管 31 连接。

[0134] (动作、作用、效果)

[0135] 接下来说明图 5 的实施例的动作。

[0136] 在日照条件发生变动的情况下,集热管 41 的温度发生变动,最终使流向配管 25 的水温发生变动。为了使用压缩机 1 吸入的空气 5 的温度稳定地下降,优选将减压沸腾效果维持恒定。为了实现该效果,需要尽量防止配管 25 的水温变动,抑制上游侧的油的温度变动非常重要。

[0137] 在图 1 中为将用太阳能升温的油利用油 / 水热交换器 24 对水提供热量的简单的结构。在图 5 中通过设置油 / 油热交换器 65,根据太阳能的集热状况利用油循环泵 66 改变流量,将流经油 / 油热交换器 65 的出口配管 71 的油的温度维持在一定范围。此外,改变油泵 42 的流量也能控制流经配管 71 的油的温度,但是通过由最上游的太阳能集热系统控

制油温度,以用图 1 的结构能够操作的程度以上控制油的温度的单元增加。此外,剩余的热与图 1 同样地预先储存在高温油蓄热槽 57 中,在阴天时等根据需要供给到油 / 水热交换器 24 使配管 25 的水温变得稳定,从而能够稳定地进行压缩机 1 的进入气体冷却。

[0138] 根据本实施例,除了具有实施例 1 中的效果以外,不受由天气的变化引起的影响而能够稳定地抑制燃气轮机发电系统中的夏季的输出功率下降,太阳能的利用率也提高,从而具有能够有助于减少作为温室效应气体的 CO₂ 的效果。

[0139] 产业上的可利用性

[0140] 能够用作太阳能辅助燃气轮机系统。

[0141] 附图标记说明

[0142] 1 压缩机

[0143] 2 涡轮机

[0144] 3 燃烧器

[0145] 4 发电机

[0146] 5 空气

[0147] 6 进气管道

[0148] 7 压缩空气

[0149] 8 燃料

[0150] 9 燃烧气体

[0151] 10 燃烧废气

[0152] 11 轴

[0153] 20 水箱

[0154] 21、23、25、28、43、44、46、47、48、50、52、53、56、59、67、69、70、71 配管

[0155] 22 水泵

[0156] 24 油 / 水热交换器

[0157] 26 升压泵

[0158] 27 流量调整阀

[0159] 31 喷雾母管

[0160] 32 喷雾喷嘴

[0161] 33 液滴

[0162] 34 混合流体

[0163] 35 静叶

[0164] 36 动叶

[0165] 40 集光板

[0166] 41 集热管

[0167] 42 油泵

[0168] 45、49 三通阀

[0169] 51 高温蓄热油泵

[0170] 54 低温油蓄热槽

[0171] 55、58 阀

- [0172] 57 高温油蓄热槽
- [0173] 65 油 / 油热交换器
- [0174] 66 油循环泵
- [0175] 68 膨胀箱
- [0176] 100 燃气轮机装置
- [0177] 200、201 集热装置
- [0178] 300 喷雾装置

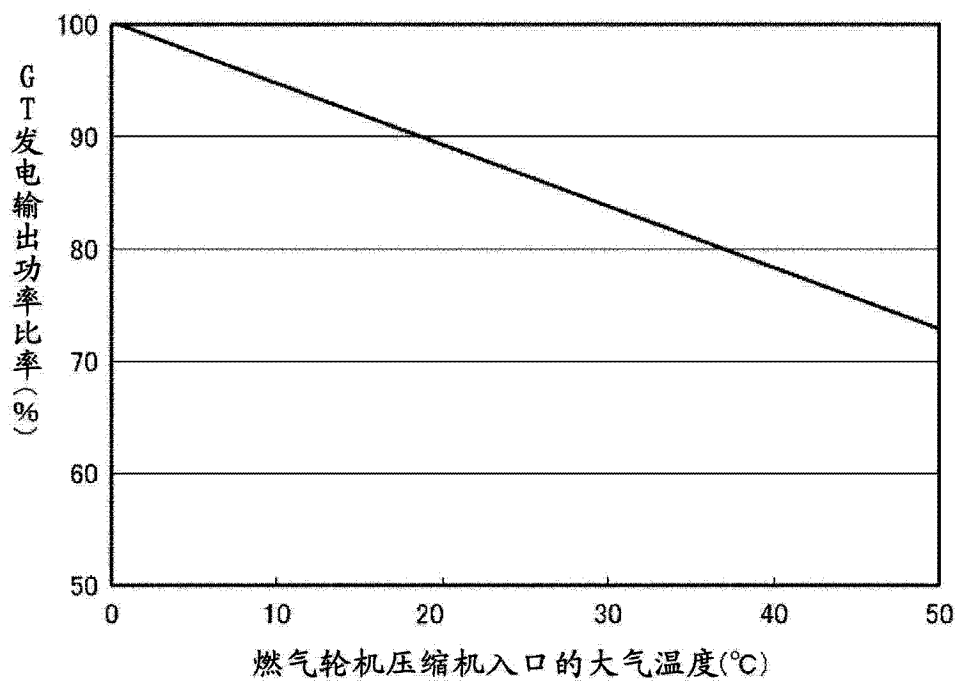


图 2

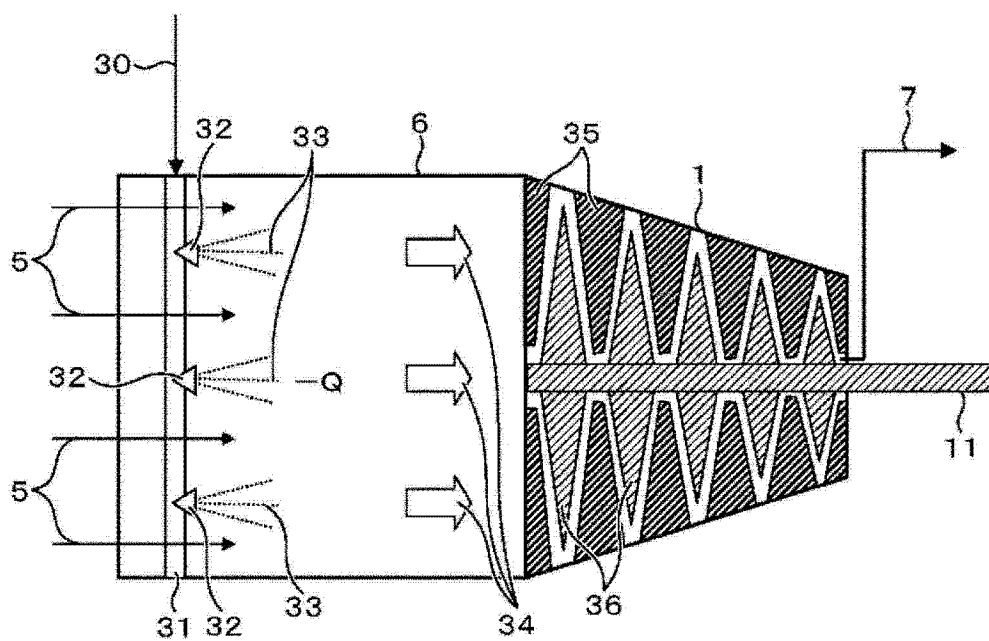


图 3

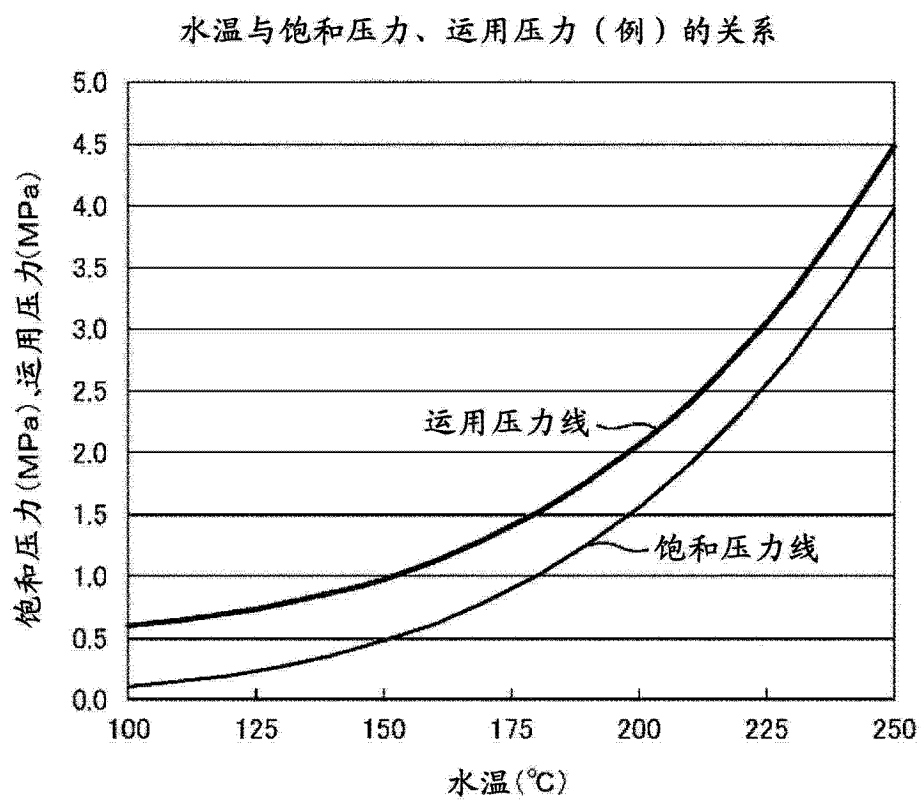


图 4

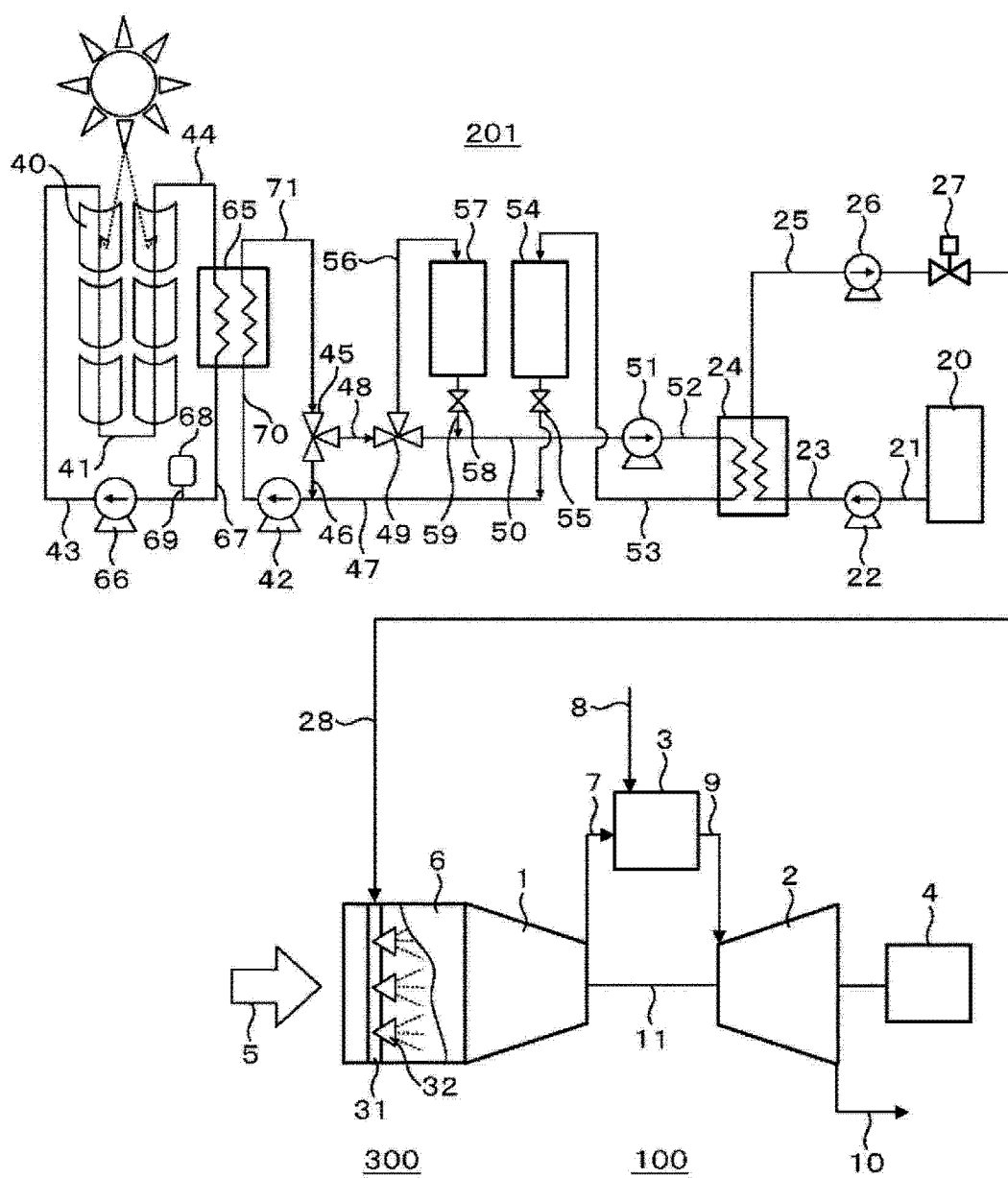


图 5

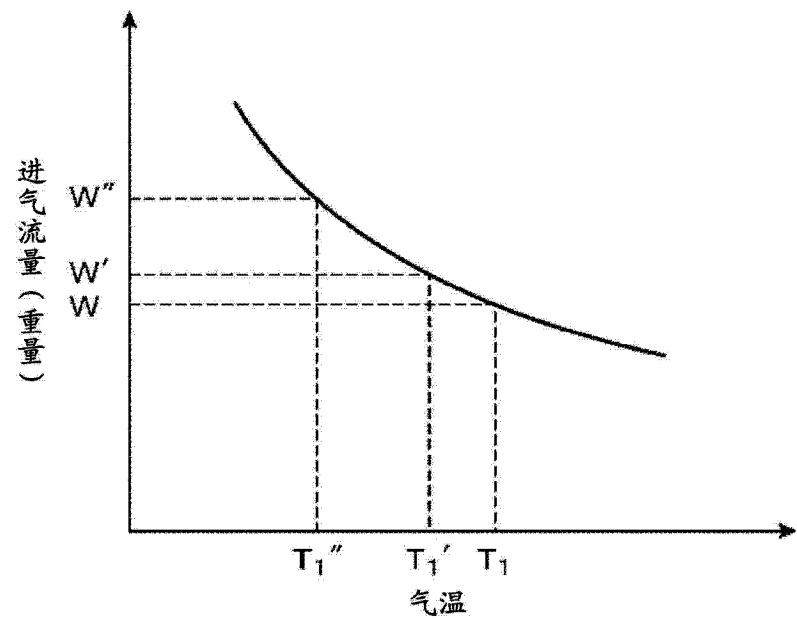
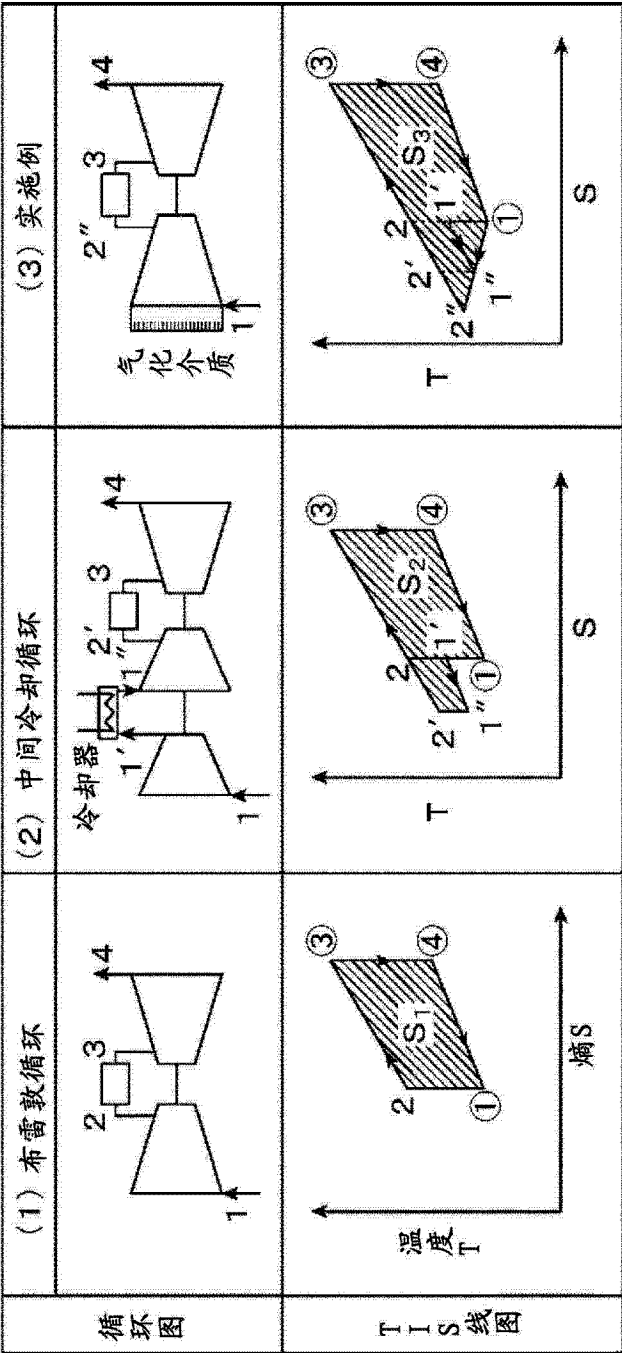


图 8



比功率: $S_1 < S_2 < S_3$

图 9

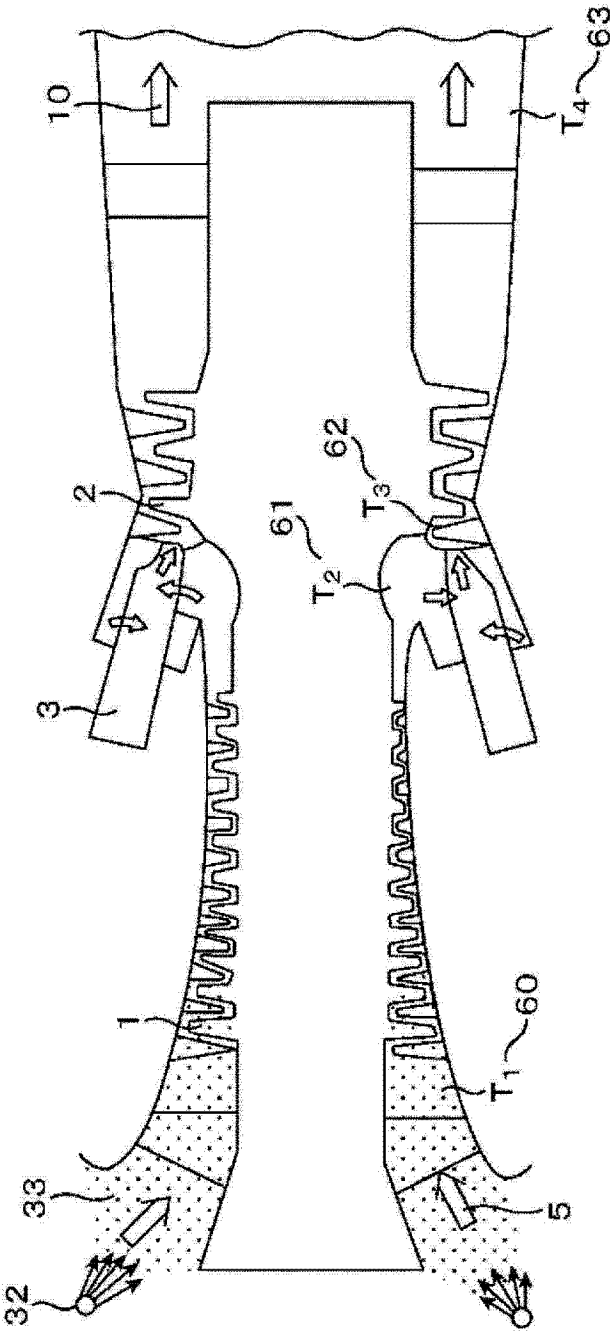


图 10

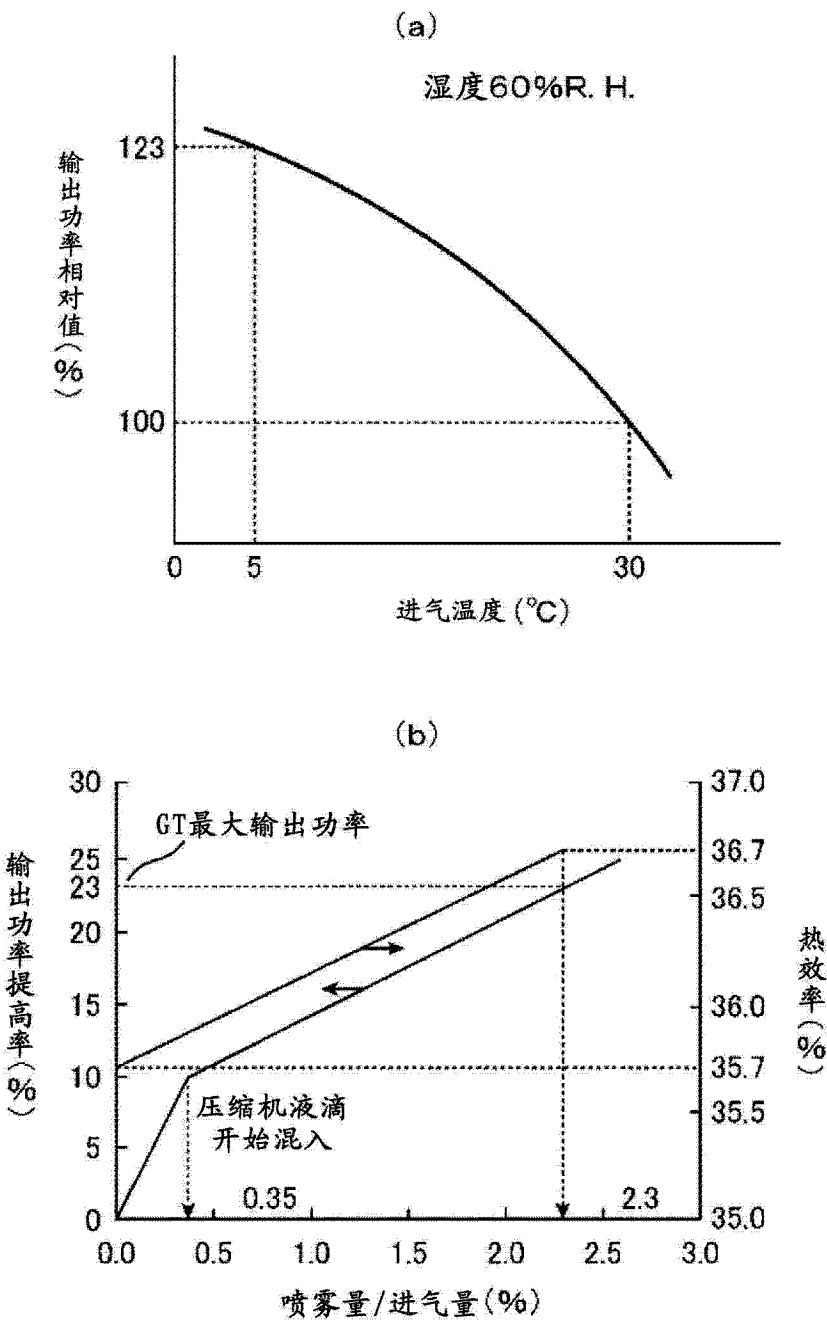


图 11

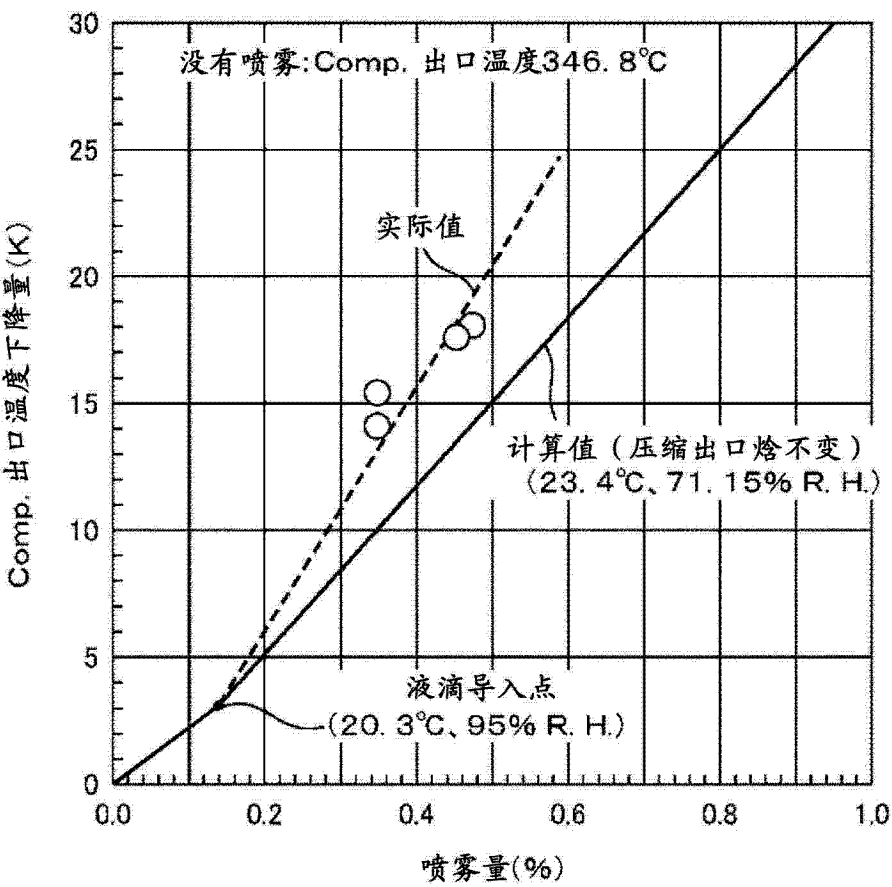


图 12