



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102798113 A

(43) 申请公布日 2012. 11. 28

(21) 申请号 201210055101. X

(22) 申请日 2012. 03. 05

(30) 优先权数据

2011-116594 2011. 05. 25 JP

(71) 申请人 株式会社神户制钢所

地址 日本兵库县

(72) 发明人 关山和英 西村真

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 雒运朴

(51) Int. Cl.

F22B 35/00 (2006. 01)

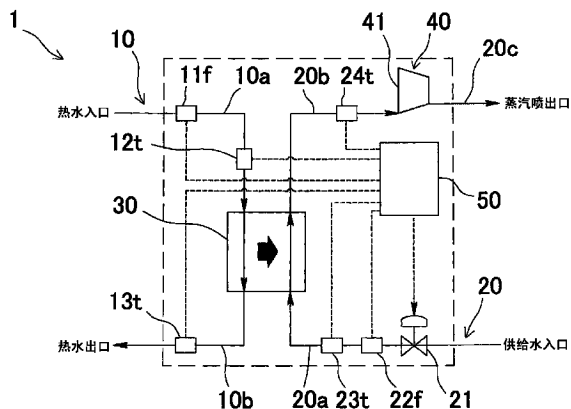
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 3 页

(54) 发明名称

蒸汽制造装置及其运转方法

(57) 摘要

本发明提供一种能够将流入压缩机中的蒸汽的水分量保持恒定的蒸汽制造装置及其运转方法。蒸汽制造装置(1)具备通过传递热交换介质的热量而使供给水蒸发的热交换器(30)、对蒸汽进行压缩的压缩机(40),且具有流量调整阀(21)和控制装置(50),控制装置(50)将供给水的从供给温度到蒸发温度的显热与蒸发温度下的蒸发潜热之和乘以供给水的供给水量及预先设定的干度的阈值来求出必要热量(Q2),对必要热量(Q2)与热交换介质因热交换而失去的损失热量(Q1)进行比较,在必要热量(Q2)超过损失热量(Q1)时,使流量调整阀(21)节流而减少供给水的供给水量,在必要热量(Q2)低于损失热量(Q1)时,增大流量调整阀(21)的开度而增加供给水的供给水量。



1. 一种蒸汽制造装置,其具备:从热源排出的热交换介质流动的第一流路;供给水流动的第二流路;将所述热交换介质的热量向所述供给水传递而使所述供给水蒸发的热交换器;对在所述热交换器中生成的蒸汽进行压缩的压缩机,所述蒸汽制造装置的特征在于,

具有调整所述供给水的供给水量的流量调整阀和控制所述流量调整阀的控制装置,

所述控制装置将所述供给水的从供给温度到蒸发温度的显热与所述蒸发温度下的蒸发潜热之和乘以所述供给水量及预先设定的干度的阈值来求出必要热量,

所述控制装置对所述必要热量与所述热交换介质因热交换而失去的损失热量进行比较,在所述必要热量超过所述损失热量时,使所述流量调整阀节流而减少所述供给水的供给水量,在所述必要热量低于所述损失热量时,增大所述流量调整阀的开度而增加所述供给水的供给水量。

2. 根据权利要求1所述的蒸汽制造装置,其特征在于,

通过在所述第二流路的所述热交换器上游侧、及所述热交换器与所述压缩机之间设置温度计,来求得所述供给水的供给温度和蒸发温度。

3. 根据权利要求1所述的蒸汽制造装置,其特征在于,

所述供给水的供给温度和蒸发温度是预先设定在所述控制装置中的设定值。

4. 一种蒸汽制造装置的运转方法,所述蒸汽制造装置具备:从热源排出的热交换介质流动的第一流路;供给水流动的第二流路;将所述热交换介质的热量向所述供给水传递而使所述供给水蒸发的热交换器;对在所述热交换器中生成的蒸汽进行压缩的压缩机,所述蒸汽制造装置的运转方法的特征在于,包括:

将所述供给水的从供给温度到蒸发温度的显热与所述蒸发温度下的蒸发潜热之和乘以所述供给水的供给水量及预先设定的干度的阈值来求出必要热量的必要热量算出工序,;

求出所述热交换介质因热交换而失去的热量的损失热量算出工序;

对在所述必要热量算出工序中算出的必要热量与在所述损失热量算出工序中算出的损失热量进行比较,在所述必要热量超过所述损失热量时,使调整所述供给水的供给水量的流量调整阀节流而减少所述供给水的供给水量,在所述必要热量低于所述损失热量时,增大所述流量调整阀的开度而增加所述供给水的供给水量的流量控制工序。

蒸汽制造装置及其运转方法

技术领域

[0001] 本发明涉及利用废热来制造蒸汽的蒸汽制造装置及其运转方法。

背景技术

[0002] 以往,已知有一种蒸汽制造装置,其利用从工厂等热源设备排出的热水来制造低压蒸汽,并将该低压蒸汽升压,从而能够扩大废热的用途。该蒸汽制造装置具备热交换器和压缩机,在热交换器中将从热源设备排出的热水的热量向供给水传递而使供给水蒸发,生成的蒸汽由压缩机压缩并向蒸汽利用设备等输送。

[0003] 然而,在利用来自热源设备的废热来制造蒸汽的装置中,由于排出的热水的温度和流量始终变动,因此在热交换器中从热水向供给水传递的热量也变动,从而制造的蒸汽中含有的水分量发生增减。当从热水向供给水传递的热量小时,在流入压缩机的蒸汽中会混入过剩的水分,从而压缩机吸口侧的干度(蒸汽中的气相比比例)变小,压缩机可能会破损。另外,当从热水向供给水传递的热量过大时(成为过热状态时),这时流入压缩机的蒸汽中含有的水分量变少,从而压缩机吸口侧的干度变大,通过压缩机得到的蒸汽的喷出量减少。

[0004] 因此,为了解决上述课题,已知有一种蒸汽产生系统,其对流入压缩机的蒸汽中含有的水分量进行控制(例如,专利文献1)。专利文献1中记载的蒸汽产生系统是具备抽气配管的装置,该抽气配管从压缩机或蒸汽供给配管抽出蒸汽并将蒸汽向热交换器引导,该蒸汽产生系统将通过压缩机得到的蒸汽的一部分向热交换器输送,由此将蒸汽中的水分量保持恒定,从而使压缩机稳定地运转。

[0005] 专利文献1:日本专利4281770号公报

[0006] 然而,在专利文献1所记载的蒸汽制造装置中,由于将通过压缩机得到的蒸汽的一部分向热交换器引导,因此存在能够利用于蒸汽利用设施等的蒸汽量减少的问题。

发明内容

[0007] 因此,本发明鉴于上述课题,其目的在于提供一种将流入压缩机的蒸汽中含有的水分量保持恒定而提高压缩机的稳定性,并能够将通过压缩机得到的蒸汽全部利用于蒸汽使用设施等的蒸汽制造装置及其运转方法。

[0008] 为了解决上述课题,本发明的蒸汽制造装置具备:从热源排出的热交换介质流动的第一流路;供给水流动的第二流路;将所述热交换介质的热量向所述供给水传递而使所述供给水蒸发的热交换器;对在所述热交换器中生成的蒸汽进行压缩的压缩机,所述蒸汽制造装置的特征在于,具有调整所述供给水的供给水量的流量调整阀和控制所述流量调整阀的控制装置,所述控制装置将所述供给水的从供给温度到蒸发温度的显热与所述蒸发温度下的蒸发潜热之和乘以所述供给水量及预先设定的干度的阈值来求出必要热量,所述控制装置对所述必要热量与所述热交换介质因热交换而失去的损失热量进行比较,在所述必要热量超过所述损失热量时,使所述流量调整阀节流而减少所述供给水的供给水量,在所

述必要热量低于所述损失热量时,增大所述流量调整阀的开度而增加所述供给水的供给水量。

[0009] 通过该结构,能够将流入压缩机中的蒸汽的水分量、即压缩机吸口侧的干度保持恒定,因此能够防止流入压缩机的蒸汽中混入过剩的水分而压缩机发生破损,或者流入压缩机中的蒸汽的水分量减少而通过压缩机得到的蒸汽的喷出量减少的情况。另外,由于不需要将通过压缩机得到的蒸汽向热交换器引导,因此能够将得到的蒸汽全部利用在蒸汽使用设施等中。

[0010] 另外,在本发明中,优选通过在所述第二流路的所述热交换器上游侧、及所述热交换器与所述压缩机之间设置温度计,来求得所述供给水的供给温度和蒸发温度。通过该结构,能够测定供给水的供给温度和蒸发温度,因此能够容易算出必要热量。

[0011] 另外,在本发明中,优选所述供给水的供给温度和蒸发温度是预先设定在所述控制装置中的设定值。通过该结构,不用测定供给温度和蒸发温度就能够算出必要热量。

[0012] 另外,本发明的蒸汽制造装置的运转方法中,所述蒸汽制造装置具备:从热源排出的热交换介质流动的第一流路;供给水流动的第二流路;将所述热交换介质的热量向所述供给水传递而使所述供给水蒸发的热交换器;对在所述热交换器中生成的蒸汽进行压缩的压缩机,所述蒸汽制造装置的运转方法的特征在于,包括:将所述供给水的从供给温度到蒸发温度的显热与所述蒸发温度下的蒸发潜热之和乘以所述供给水的供给水量及预先设定的干度的阈值来求出必要热量的必要热量算出工序;求出所述热交换介质因热交换而失去的热量的损失热量算出工序;对在所述必要热量算出步骤中算出的必要热量与在所述损失热量算出工序中算出的损失热量进行比较,在所述必要热量超过所述损失热量时,使调整所述供给水的供给水量的流量调整阀节流而减少所述供给水的供给水量,在所述必要热量低于所述损失热量时,增大所述流量调整阀的开度而增加所述供给水的供给水量的流量控制工序。

[0013] 发明效果

[0014] 根据本发明,能够提供一种利用废气来制造蒸汽的蒸汽制造装置,即使不将通过压缩机得到的蒸汽向热交换器引导,也能够将流入压缩机中的蒸汽的水分量保持恒定,提高压缩机的稳定性,并能够将通过压缩机得到的蒸汽全部利用在蒸汽使用设施等中。

附图说明

[0015] 图1是表示本发明的蒸汽制造装置的第一实施方式的简图。

[0016] 图2是图1所示的蒸汽制造装置的运转方法的流程图。

[0017] 图3是表示本发明的蒸汽制造装置的变形例的简图。

[0018] 符号说明:

[0019] 1 蒸汽制造装置

[0020] 10 第一流路

[0021] 10a、10b 配管

[0022] 11f 流量计

[0023] 12t、13t 温度计

[0024] 20 第二流路

- [0025] 20a、20b、20c 配管
- [0026] 21 流量调整阀
- [0027] 22f 流量计
- [0028] 23t、24t 温度计
- [0029] 30 热交换器
- [0030] 40 压缩机
- [0031] 41 压缩机吸口侧
- [0032] 50 控制装置

具体实施方式

[0033] 以下,参照附图,对用于实施本发明的方式进行说明。图1~图2表示本发明的蒸汽制造装置的第一实施方式,图1表示第一实施方式的简图。本发明的蒸汽制造装置1由第一流路10、第二流路20、热交换器30、压缩机40、控制装置50等构成。

[0034] 首先,对蒸汽的制造的简要情况进行说明。从未图示的工厂等的热源设备排出的热水(热交换介质)在第一流路10中流动,供给水在第二流路20中流动。并且,在热交换器30中,从热源设备排出的热水的热量向供给水传递,使供给水蒸发。之后,在热交换器30中生成的蒸汽由压缩机40压缩,并向未图示的蒸汽利用设施等输送。

[0035] (第一流路)

[0036] 第一流路10由配管10a、配管10b构成,其两端分别与热交换器30和未图示的热源设备连接。从热源设备排出的热水在第一流路10的内部流动,热水首先流入配管10a,并通过热交换器30而从配管10b流出。在位于热交换器30的上游侧的配管10a处设有流量计11f和测定热水的供给温度的温度计12t,在位于热交换器30的下游侧的配管10b处设有测定热交换后的热水温度的温度计13t。在本实施方式中,将温度计11f设置于配管10a,但也可以设置于配管10b。另外,从热源排出的热交换介质使用热水,但热交换介质也可以为油或气体等。

[0037] (第二流路)

[0038] 第二流路20由三根配管(配管20a、配管20b、配管20c)构成,配管20a两端与热交换器30和提供供给水的装置连接,配管20b两端与热交换器30和压缩机40连接,配管20c两端与压缩机40和未图示的蒸汽利用设施等连接。供给水在第二流路20的内部流动,供给水首先流入配管20a,在热交换器30中蒸发后,通过配管20b进入压缩机40而被升温升压。之后,被升温升压后的蒸汽从配管20c向蒸汽利用设施等输送。在配管20a上从上游侧开始依次设有控制供给水的供给水量的流量调整阀21、测定供给水的流量的流量计22f、测定供给水的供给温度的温度计23t,在配管20b上设有测定供给水的蒸发温度的温度计24t。需要说明的是,只要流量调整阀21比流量计22f靠上游侧设置即可,流量调整阀21和流量计22f可以设置在配管20a或配管20b的任意位置。

[0039] (热交换器)

[0040] 热交换器30与热水和供给水热连接,将热水的热量向供给水传递而使供给水蒸发。热交换器30适合使用板式热交换器,该板式热交换器具有多个板,通过使热水和供给水交替在该多个板间流动而进行热交换。板式热交换器与其它热交换器相比,相对于传热

面积而言装置小,因此蒸汽制造装置 1 变得紧凑,在设置空间小的蒸汽利用设施中也能够设置蒸汽制造装置 1。需要说明的是,热交换器 30 没有限定为板式热交换器,也可以为箱式热交换器或垂直短管式热交换器等。

[0041] (压缩机)

[0042] 压缩机 40 配置在第二流路 20 的配管 20b 与配管 20c 之间,对流入到压缩机 40 中的蒸汽进行压缩。压缩机 40 适合使用螺旋式压缩机。需要说明的是,压缩机 40 没有限定为螺旋式压缩机,也可以为往复式压缩机、蜗旋压缩机以及回转压缩机等。

[0043] (控制装置)

[0044] 控制装置 50 与流量计 11f、22f、温度计 12t、13t、23t、24t 及流量调整阀 21 电连接,根据从上述测定器求得的测定值和预先存储在控制装置 50 中的各种设定值来算出后述的必要热量和供给热量,并以该算出结果为基础来对流量调整阀 21 进行控制。控制装置 50 具有作为运算处理装置的 CPU(Central Processing Unit)、存储 CPU 所执行的控制程序及控制程序中使用的数据的 ROM(Read Only Memory)、用于在执行程序时暂时存储数据的 RAM(Random Access Memory)。控制装置 50 发挥的控制功能通过使上述的硬件和 ROM 内的软件协调动作来实现。

[0045] (关于蒸汽制造装置的运转方法)

[0046] 接着,按照图 2 所示的流程图,对本实施方式中的蒸汽制造装置的运转方法进行说明。首先,使蒸汽制造装置 1 开始运转(S1)。当蒸汽制造装置 1 开始运转时,进行驱动在热源设备与第一流路 10 之间设置的未图示的泵等动作,从而使从热源设备排出的热水向第一流路 10 流入。另外,压缩机 40 进行旋转等,而供给水流入第二流路 20。需要说明的是,流量调整阀 21 被控制成虽非全开但打开某种程度的状态。热水和供给水分别进入热交换器 30,热水的热量向供给水传递而使供给水蒸发。并且,蒸汽被压缩机 40 升温升压而从配管 20c 喷出,向蒸汽利用设施输送。

[0047] 接着,判断是否开始必要热量和损失热量的测定(S2)。在开始热量测定的情况下(S2 为是),进入步骤 S3,在未开始热量测定的情况下(S2 为否),待机至开始热量测定为止。

[0048] 在步骤 S3 中,通过控制装置 50 的控制,对在一流路 10 及第二流路 20 中设置的流量计 11f、22f 的流量及温度计 12t、13t、23t、24t 的温度进行测定(S3)。

[0049] 之后,算出损失热量 Q1(S4:损失热量算出工序)。损失热量是热水因热交换而失去的热量,可以认为与供给水因热交换而得到的热量相等。损失热量 Q1 通过将热水的流量(质量流量)、热交换前后的热水的温度差、热水的比热相乘而算出。具体而言,通过以下的顺序求出。

[0050] (i) 算出由温度计 12t 测定的热水的供给温度 T1 与由温度计 13t 测定的热水的热交换后的温度 T2 的温度差(T2-T1)。

[0051] (ii) 测定由流量计 11f 计测的流量 F1、热水从供给温度 T1 到热交换后的温度 T2 的平均比热 c1。

[0052] (iii) 将温度差(T2-T1)、流量 F1、平均比热 c1 全部相乘。

[0053] 通过以上的顺序,求出损失热量 Q1。

[0054] 接着,算出必要热量 Q2(S5:必要热量算出工序)。必要热量是为了使压缩机吸口

侧 41 的蒸汽的干度接近预先设定在控制装置 50 中的干度的阈值所需要的热量。必要热量 Q_2 通过将供给水的显热（等压下因供给水的温度变化而吸收的每单位重量的热量）和蒸发潜热（等压下因供给水的相变化而吸收的每单位重量的热量）之和乘以供给水的供给水量（质量流量）及预先设定在控制装置 50 中的干度的阈值来算出。具体而言，通过以下的顺序求出。

[0055] (i) 算出由温度计 23t 测定的供给水的供给温度 T_3 与由温度计 24t 测定的供给水的蒸发温度 T_4 的温度差 ($T_4 - T_3$)。

[0056] (ii) 求出由流量计 22f 计测的流量（供给水量） F_2 、从供给温度 T_3 到蒸发温度 T_4 的供给水的平均比热 c_2 、蒸发温度 T_4 下的蒸发潜热 Q_b 。

[0057] (iii) 通过将温度差 ($T_4 - T_3$) 和平均比热 c_2 相乘来求出显热 Q_a ，并求出显热 Q_a 与 (ii) 中求出的蒸发潜热 Q_b 之和。

[0058] (iv) 将显热 Q_a 与蒸发潜热 Q_b 之和乘以流量 F_2 及预先设定在控制装置 50 中的干度的阈值 X_0 。

[0059] 通过以上的顺序，求出必要热量 Q_2 。需要说明的是，算出损失热量 Q_1 的步骤 (S4) 和算出必要热量 Q_2 的步骤 (S5) 可以更换顺序。

[0060] 在此，在本实施例中，将干度（压缩机吸口侧 41 的干度）的阈值 X_0 设定为 0.9。当阈值 X_0 在 0.7 ~ 0.95 的范围内时，能够减小压缩机的负担，且能够确保通过压缩机得到的蒸汽的喷出量，因此优选，并且若将阈值 X_0 设定为 0.85 ~ 0.95 的范围，则可进一步减小压缩机的负担，因而优选。相反，当干度的阈值 X_0 小于 0.7 时，流入压缩机的蒸汽中会混入过剩的水分，从而压缩机 40 可能会发生破损。另外，当干度的阈值 X_0 比 0.95 大时，流入压缩机 40 中的蒸汽的水分量少，从而通过压缩机 40 得到的蒸汽的喷出量减少。

[0061] 接着，测定必要热量 Q_2 与损失热量 Q_1 之差 ΔQ (S6)。在 $\Delta Q > 0$ 、即必要热量 Q_2 超过损失热量 Q_1 时 (S6 为是)，通过控制装置 50 的控制使流量调整阀 21 节流 (S7)，来降低供给水的流量 F_2 。在 $\Delta Q > 0$ 的情况下，是供给水实际得到的热量（即，与损失热量 Q_1 相等的热量）比用于使压缩机吸口侧 41 的干度 X 接近干度的阈值 X_0 的热量（必要热量 Q_2 ）小的状态，供给水应得到的热量缺少 ΔQ ，是得到了压缩机吸口侧 41 的干度 X 比干度的阈值 X_0 小的干度的蒸汽的状态。该现象可能会引起例如从热源排出的热水的温度或流量下降的情况等。因此，为了使压缩机吸口侧 41 的干度 X 接近干度的阈值 X_0 ，需要使必要热量 Q_2 减少 ΔQ ，因而使流量调整阀 21 节流，减少供给水的流量 F_2 。一次的步骤中减少的流量 F_2 的量可以考虑必要热量 Q_2 与损失热量 Q_1 之差 ΔQ 等而适当选择。

[0062] 在 $\Delta Q = 0$ 或 $\Delta Q < 0$ 、即必要热量 Q_2 与损失热量 Q_1 相等或低于损失热量 Q_1 时 (S6 为否)，进入步骤 S8。

[0063] 在步骤 S8 中，在 $\Delta Q < 0$ 、即必要热量 Q_2 低于损失热量 Q_1 时 (S8 为是)，这时通过控制装置 50 的控制来增大流量调整阀 21 的开度 (S9)，使供给水的供给流量 F_2 增加。在 $\Delta Q < 0$ 的情况下，是供给水实际得到的热量（即，与损失热量 Q_1 相等的热量）比用于使压缩机吸口侧 41 的干度 X 接近干度的阈值 X_0 的热量（必要热量 Q_2 ）大的状态，供给水应得到的热量过剩 ΔQ ，是得到了压缩机吸口侧 41 的干度 X 比干度的阈值 X_0 大的干度的蒸汽的状态。该现象可能会引起例如从热源排出的热水的温度上升的情况或流量增加的情况等。因此，为了使压缩机吸口侧 41 的干度 X 接近干度的阈值 X_0 ，需要使必要热量 Q_2 增加 ΔQ ，因

而增大流量调整阀 21 的开度,使供给水的流量 F2 增加。

[0064] 在 $\Delta Q = 0$ 、即必要热量 Q2 与损失热量 Q1 相等时 (S8 为否),表示压缩机吸口侧 41 的干度 X 与干度的阈值 X_0 大致为相同大小的状态,因此不对流量调整阀 21 进行控制而进入下一步骤 (S10)。

[0065] 接着,判断热量测定是否结束 (S10)。在继续进行热量测定时 (S10 为否),返回 S3,重复进行 S3 ~ S9 的步骤。在热量测定结束时 (S10 为是),使蒸汽制造装置 1 的运转停止等,结束蒸汽的制造 (S11)。

[0066] (效果)

[0067] 接着,对通过本实施方式得到的效果进行说明。本实施方式的蒸汽制造装置 1 具有在第二流路 20 设置的调整供给水的流量的流量调整阀 21、控制流量调整阀 21 的控制装置 50,对为了使流入压缩机 40 中的蒸汽的干度 X 成为干度的阈值 X_0 所需热量 (必要热量 Q2) 与热水因热交换而失去的热量 (损失热量 Q1) 进行比较,在必要热量 Q2 超过损失热量 Q1 时,使流量调整阀 21 节流而减少供给水的供给水量,在必要热量 Q2 低于损失热量 Q1 时,增大流量调整阀 21 的开度而增加供给水的供给水量。

[0068] 通过该结构,即使在利用流量和温度始终变动的废热来制造蒸汽的情况下,即,即使损失热量 Q1 始终变动的情况下,通过对必要热量 Q2 和损失热量 Q1 进行比较,来控制供给水的流量,因此也能够使实际的干度 X 接近干度的阈值 X_0 ,从而能够将压缩机吸口侧 41 的干度保持为理想的状态。

[0069] 如此,由于能够将压缩机吸口侧 41 的干度保持恒定,因此能够防止流入压缩机 40 的蒸汽中混入过剩的水分而压缩机 40 发生破损,或者流入压缩机 40 中的蒸汽的水分变少而得到的蒸汽的喷出量减少的情况。另外,由于不需要将通过压缩机 40 得到的蒸汽向热交换器 30 引导,因此能够将通过压缩机 40 得到的蒸汽全部向蒸汽使用设施供给。

[0070] 另外,由于在蒸汽制造装置 1 的第一流路 10 及第二流路 20 设有流量计 11f、22f 及温度计 12t、13t、23t、24t,因此能够根据由上述测定器得到的测定值来简单地算出必要热量 Q2 和损失热量 Q1。

[0071] (变形例)

[0072] 接着,利用图 3,对本发明的变形例进行说明。图 3 表示变形例的简图。本变形例是从第一实施方式去除温度计 23t、24t,代替于此,而将供给水的供给温度 T3' 和蒸发温度 T4' 预先设定在控制装置 50 中作为设定值的变形例。

[0073] (关于变形例涉及的蒸汽制造装置的运转方法)

[0074] 接着,对变形例涉及的蒸汽制造装置的运转方法进行说明。在此,仅对与第一实施方式中的蒸汽制造装置的运转方法不同的地方进行说明,对与第一实施方式中的蒸汽制造装置的运转方法同样的地方省略说明。

[0075] 在图 2 所示的流程图的步骤 S3 中的温度测定中,由于在变形例中从第一实施方式去除温度计 23t、24t,因此仅通过设置在第一流路 10 上的温度计 12t、13t 来测定温度。

[0076] 另外,在步骤 S5 中,在变形例中通过以下的顺序算出必要热量 Q2。

[0077] (i) 算出预先设定在控制装置 50 中的供给水的供给温度 T3' 与预先设定在相同的控制装置 50 中的供给水的蒸发温度 T4' 的温度差 ($T4' - T3'$)。

[0078] (ii) 求出由流量测定器 22f 测定的流量 F2、从供给温度 T3' 到蒸发温度 T4' 的供

给水的平均比热 c_2' 、蒸发温度 T_4' 下的蒸发潜热 Q_b' 。

[0079] (iii) 通过将温度差 $(T_4' - T_3')$ 和平均比热 c_2' 相乘来求出显热 Q_a' ，并求出显热 Q_a' 与 (ii) 中求出的蒸发潜热 Q_b' 之和。

[0080] (iv) 将显热 Q_a' 与蒸发潜热 Q_b' 之和乘以流量 F_2 及预先设定在控制装置 50 中的干度的阈值 X_0 。

[0081] 通过以上的顺序求出必要热量 Q_2 。

[0082] 在此，优选供给水的供给温度的设定值 T_3' 设定为接近实际的供给温度。但是，在求解显热 Q_a' 时需要供给水的供给温度 T_3' ，而显热 Q_a' 为蒸发潜热 Q_b' 的十分之一左右的大小，因此显热 Q_a' 产生的影响小。因此，即使供给温度 T_3' 与实际的供给温度的误差为 20°C 左右也没有问题。

[0083] 另外，优选供给水的蒸发温度 T_4' 也为接近实际的蒸气温度的温度。但是，即使蒸发温度 T_4' 与实际的蒸发温度的误差例如为 20°C ，该情况下的干度 X 的计算上的误差也仅为 0.02 左右，不会对压缩机 40 产生影响。因此，即使蒸发温度 T_4' 与实际的蒸发温度的误差为 20°C 左右也没有问题。

[0084] (效果)

[0085] 对本变形例产生的效果进行说明。在本变形例中，使供给水的供给温度 T_3' 和蒸发温度 T_4' 为预先设定在控制装置 50 中的设定值。通过该结构，不需要通过温度测定器来测定供给水的供给温度和蒸发温度，能够使蒸汽制造装置简化。

[0086] 以上，对本发明的实施方式进行了说明。但本发明没有限定为上述的实施方式，在权利要求书所记载的范围内能够实施各种变更。

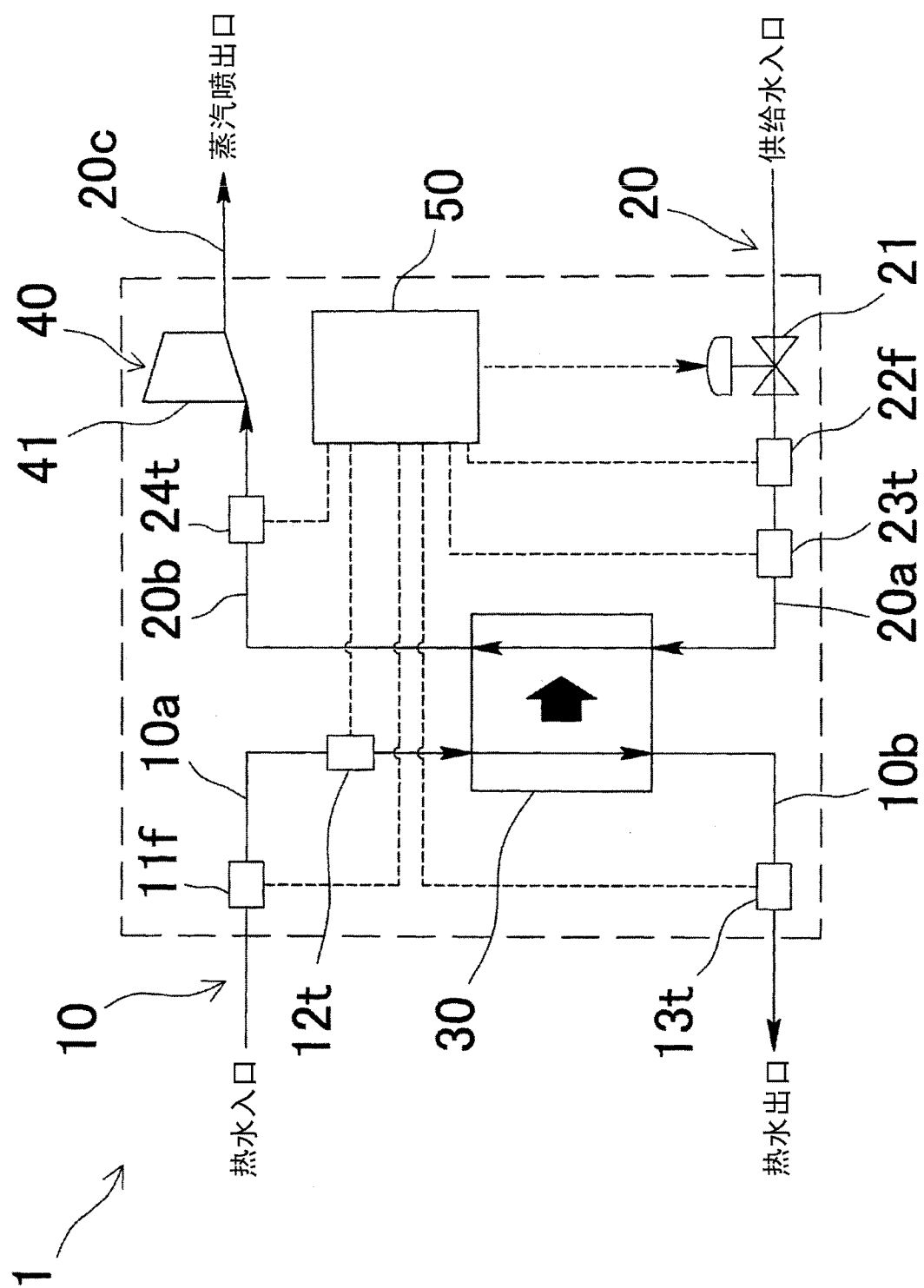


图 1

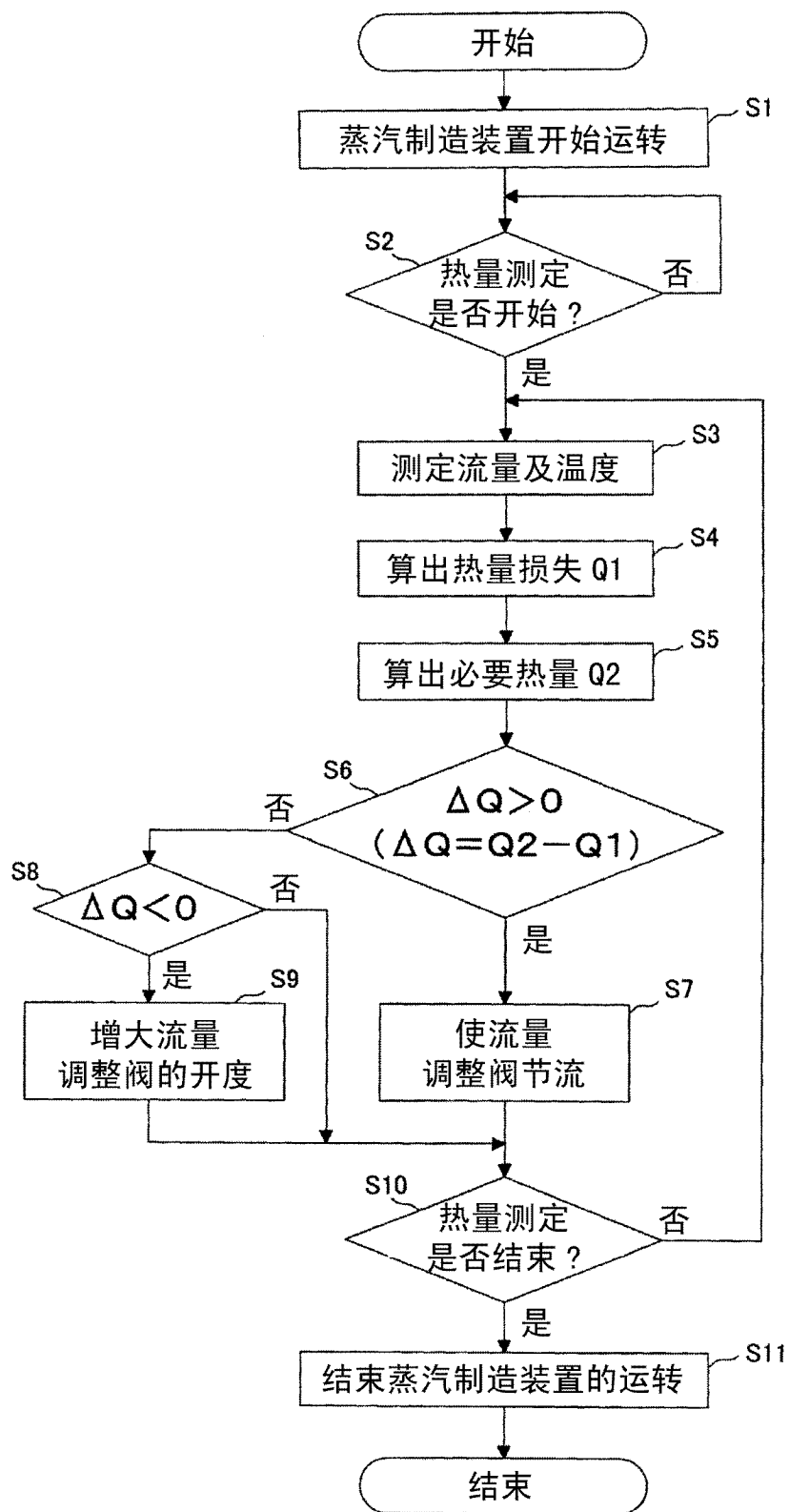


图 2

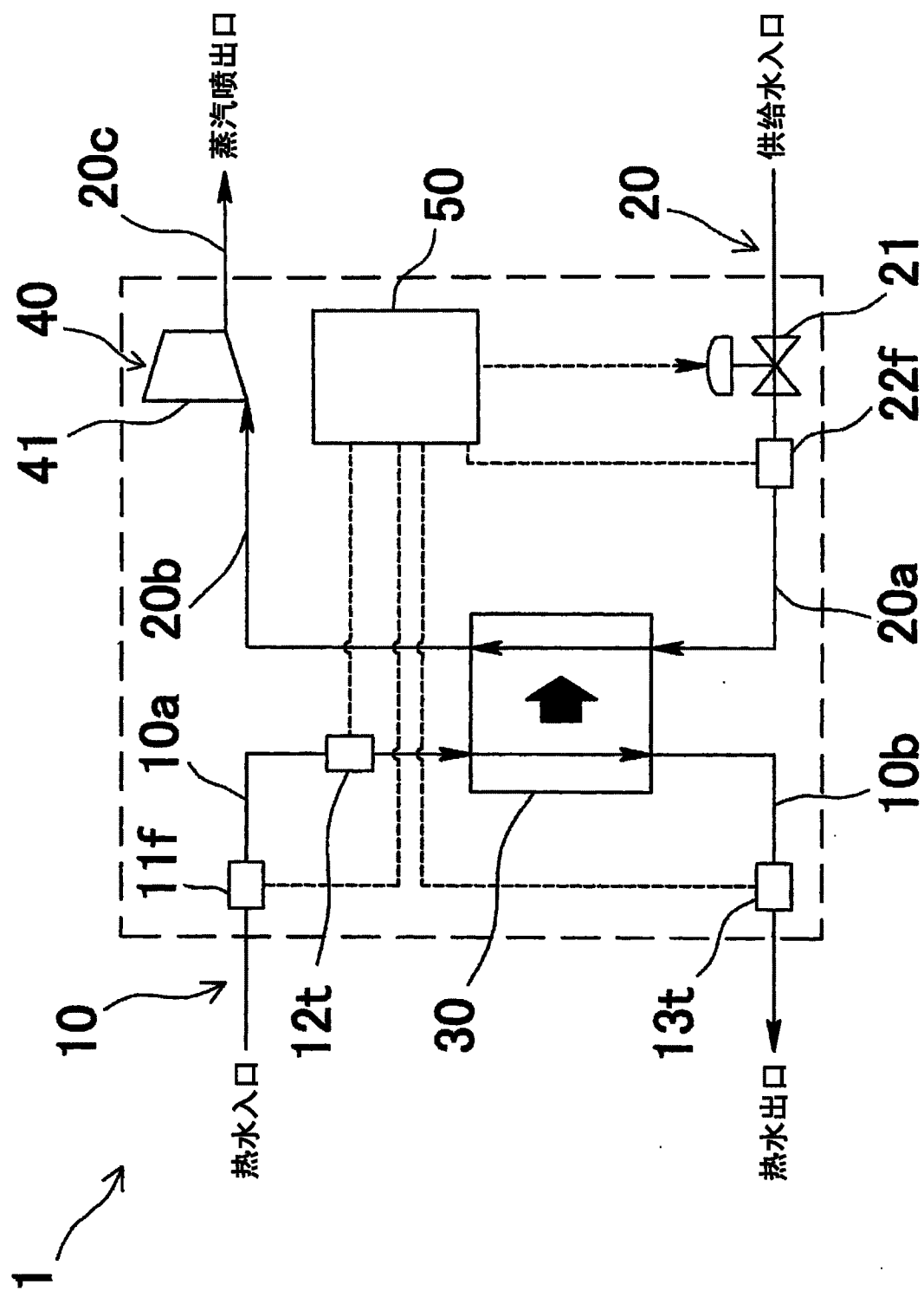


图 3