



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104956044 B

(45)授权公告日 2018.05.01

(21)申请号 201380071529.6

(22)申请日 2013.12.17

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104956044 A

(43)申请公布日 2015.09.30

(30)优先权数据

2013-014282 2013.01.29 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.07.27

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2013/083700 2013.12.17

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/119154 JA 2014.08.07

(73)专利权人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 堀田和郎

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 岳雪兰

(51)Int.Cl.

F02B 37/00(2006.01)

F01P 7/16(2006.01)

F02B 29/04(2006.01)

F02B 33/44(2006.01)

F02B 37/013(2006.01)

F02B 39/00(2006.01)

(56)对比文件

W0 2009/002233 A1,2008.12.31,

JP 特開平8-135519 A,1996.05.28,

W0 2007/054330 A2,2007.05.18,

CN 101389839 B,2010.12.15,

审查员 钟如军

权利要求书3页 说明书7页 附图4页

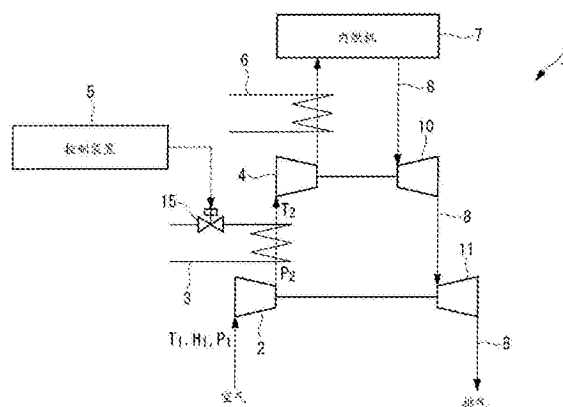
(54)发明名称

多级式增压系统及其控制装置以及其控制方法

(57)摘要

本发明的目的在于,抑制压缩空气冷却时的水雾的产生。多级式增压系统(1)具备:低压侧的第一增压机(2)、冷却第一增压机(2)的排出空气的中间冷却器(3)、压缩冷却后的排出空气的高压侧的第二增压机(4)、控制装置(5)。控制装置(5)具备:取得第一增压机(2)的吸入空气温度及吸入空气湿度以及第一增压机的吸气压力及排出压力作为输入信息的信息取得部、使用第一增压机(2)的吸入空气温度及吸入空气湿度以及第一增压机(2)的吸气压力及排出压力作为参数来算出第一增压机(2)的排出空气的水蒸气分压的水蒸气分压算出部、将由水蒸气分压算出部算出的水蒸气分压成为饱和水蒸气压的温度设定为目标温度的目标温度设定部、控制中间冷却器(3)以使第二增压机(4)的吸入空气温度成为目

标温度以上的节气门开度控制部。



1. 一种多级式增压系统的控制装置,其具备低压侧的第一增压机、冷却所述第一增压机的排出空气的冷却装置、压缩冷却后的所述排出空气的高压侧的第二增压机,将至少经过二级压缩的空气供给至内燃机,其中,具备:

信息取得装置,其取得所述第一增压机的吸入空气温度及吸入空气湿度以及所述第一增压机的吸气压力及排出压力作为输入信息;

水蒸气分压算出装置,其使用所述第一增压机的吸入空气温度及吸入空气湿度以及所述第一增压机的吸气压力及排出压力作为参数,算出所述第一增压机的排出空气的水蒸气分压;

目标温度设定装置,其将所述第二增压机的吸入空气中所包含的冷凝水量成为根据所述第二增压机的特性决定的规定的允许冷凝水量的所述第二增压机的吸入空气温度设定为目标温度;

冷却控制装置,其控制所述冷却装置,以使所述第二增压机的吸入空气温度与所述目标温度或所述目标温度加上预先设定的规定量的界限而得的温度一致,使所述第二增压机的吸入空气中所包含的冷凝水量在所述允许冷凝水量以下;

所述信息取得装置进一步取得所述第一增压机的转速或空气流量作为输入信息,

所述目标温度设定装置使用由所述水蒸气分压算出装置算出的所述水蒸气分压以及所述第一增压机的吸入空气温度、吸气压力、排出压力及转速或空气流量设定所述目标温度。

2. 一种多级式增压系统的控制装置,其具备低压侧的第一增压机、冷却所述第一增压机的排出空气的冷却装置、压缩冷却后的所述排出空气的高压侧的第二增压机,将至少经过二级压缩的空气供给至内燃机,其中,具备:

信息取得装置,其取得所述第一增压机的吸入空气温度及吸入空气湿度以及所述第一增压机的吸气压力及排出压力作为输入信息;

水蒸气分压算出装置,其使用所述第一增压机的吸入空气温度及吸入空气湿度以及所述第一增压机的吸气压力及排出压力作为参数,算出所述第一增压机的排出空气的水蒸气分压;

目标温度设定装置,其将所述第二增压机的吸入空气中所包含的冷凝水量成为根据所述第二增压机的特性决定的规定的允许冷凝水量的所述第二增压机的吸入空气温度设定为目标温度;

冷却控制装置,其控制所述冷却装置,以使所述第二增压机的吸入空气温度与所述目标温度或所述目标温度加上预先设定的规定量的界限而得的温度一致,使所述第二增压机的吸入空气中所包含的冷凝水量在所述允许冷凝水量以下;

所述目标温度设定装置使用所述第二增压机的吸入空气中的水蒸气分压作为未知数,设定表示第二增压机的吸入空气中所包含的冷凝水量的式子,

并取得将该式子和允许冷凝水量设为等式时的所述第二增压机的吸入空气中的所述水蒸气分压,

将该水蒸气分压成为饱和水蒸气压的温度设定为所述目标温度。

3. 一种多级式增压系统,具备:

低压侧的第一增压机、

冷却所述第一增压机的排出空气的冷却装置、
压缩冷却后的所述排出空气的高压侧的第二增压机、
权利要求1或权利要求2所述的多级式增压系统的控制装置，
将至少经过二级压缩的空气供给至内燃机。

4. 一种多级式增压系统的控制方法，该多级式增压系统具备低压侧的第一增压机、冷却所述第一增压机的排出空气的冷却装置、压缩冷却后的所述排出空气的高压侧的第二增压机，将至少经过二级压缩的空气供给至内燃机，其中，该方法具备：

取得所述第一增压机的吸入空气温度及吸入空气湿度以及所述第一增压机的吸气压力及排出压力作为输入信息的信息取得过程；

使用所述第一增压机的吸入空气温度及吸入空气湿度以及所述第一增压机的吸气压力及排出压力作为参数，算出所述第一增压机的排出空气的水蒸气分压的水蒸气分压算出过程；

将所述第二增压机的吸入空气中所包含的冷凝水量成为根据所述第二增压机的特性决定的规定的允许冷凝水量的所述第二增压机的吸入空气温度设定为目标温度的目标温度设定过程；

控制所述冷却装置，以使所述第二增压机的吸入空气温度与所述目标温度或所述目标温度加上预先设定的规定量的界限而得的温度一致，使所述第二增压机的吸入空气中所包含的冷凝水量在所述允许冷凝水量以下的冷却控制过程，

在所述信息取得过程中，进一步取得所述第一增压机的转速或空气流量作为输入信息，

所述目标温度设定过程使用所述水蒸气分压算出过程中算出的所述水蒸气分压以及所述第一增压机的吸入空气温度、吸气压力、排出压力及转速或空气流量设定所述目标温度。

5. 一种多级式增压系统的控制方法，其中，该多级式增压系统具备：低压侧的第一增压机、冷却所述第一增压机的排出空气的冷却装置、压缩冷却后的所述排出空气的高压侧的第二增压机，将至少经过二级压缩的空气供给至内燃机，其中，该方法具备：

取得所述第一增压机的吸入空气温度及吸入空气湿度以及所述第一增压机的吸气压力及排出压力作为输入信息的信息取得过程；

使用所述第一增压机的吸入空气温度及吸入空气湿度以及所述第一增压机的吸气压力及排出压力作为参数，算出所述第一增压机的排出空气的水蒸气分压的水蒸气分压算出过程；

将所述第二增压机的吸入空气中所包含的冷凝水量成为根据所述第二增压机的特性决定的规定的允许冷凝水量的所述第二增压机的吸入空气温度设定为目标温度的目标温度设定过程；

控制所述冷却装置，以使所述第二增压机的吸入空气温度与所述目标温度或所述目标温度加上预先设定的规定量的界限而得的温度一致，使所述第二增压机的吸入空气中所包含的冷凝水量在所述允许冷凝水量以下的冷却控制过程，

所述目标温度设定过程使用所述第二增压机的吸入空气中的水蒸气分压作为未知数，设定表示第二增压机的吸入空气中所包含的冷凝水量的式子，

并取得将该式子和允许冷凝水量设为等式时的所述第二增压机的吸入空气中的所述水蒸气分压，

将该水蒸气分压成为饱和水蒸气压的温度设定为所述目标温度。

多级式增压系统及其控制装置以及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及多级式增压系统及其控制装置以及其控制方法。

背景技术

[0002] 目前,在内燃机中,为了实现高输出低燃耗率化,提案有一种二级增压系统。例如,专利文献1中公开有一种二级增压系统,在低压段涡轮增压器和高压段涡轮增压器之间设置冷却器,将被低压段涡轮增压器压缩的空气流在冷却器中冷却并供给至高压段涡轮增压器中。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:(日本)特开2012—87737号公报

[0006] 发明所要解决的课题

[0007] 上述二级式增压系统中,在利用所述冷却器冷却吸气时,压缩空气中的水分冷凝而产生水雾,该水雾与后级的增压机的叶轮碰撞,而可能使叶轮破损。当叶轮破损时,增压机的效率降低,并且假设在碎片混入内燃机的气缸的情况下,成为滑动部不良或烧毁等原因。

发明内容

[0008] 本发明是鉴于这种情况而研发的,其目的在于,提供一种可以抑制压缩空气冷却时的水雾产生的多级式增压系统及其控制装置以及其控制方法。

[0009] 用于解决课题的技术方案

[0010] 本发明的第一方式提供一种多级式增压系统的控制装置,其具备低压侧的第一增压机、冷却所述第一增压机的排出空气的冷却装置、压缩冷却后的所述排出空气的高压侧的第二增压机,将至少经过二级压缩的空气供给至内燃机,其中,具备:信息取得装置,其取得所述第一增压机的吸入空气温度及吸入空气湿度以及所述第一增压机的吸气压力及排出压力作为输入信息;水蒸气分压算出装置,其使用所述第一增压机的吸入空气温度及吸入空气湿度以及所述第一增压机的吸气压力及排出压力作为参数,算出所述第一增压机的排出空气的水蒸气分压;目标温度设定装置,其将由所述水蒸气分压算出装置算出的水蒸气分压成为饱和水蒸气分的温度设定为目标温度;冷却控制装置,其控制所述冷却装置,以使所述第二增压机的吸入空气温度成为所述目标温度以上。

[0011] 例如,为了不在第二增压机的吸入空气中产生水雾,只要单纯地使第二增压机的吸入空气温度上升即可。但是,吸入空气的温度上升导致增压机的效率降低,因此,从效率的观点来看,优选避开温度上升。这样,在第二增压机的吸入空气中,从水雾产生的观点和增压机效率的观点来看,控制成最佳的温度非常重要。

[0012] 根据本发明的第一方式,算出第一增压机的排出空气中的水蒸气分压,求得该水蒸气分压成为饱和水蒸气分的温度,并将该温度设定为第二增压机的吸入空气的目标温

度。该目标温度是指在第二增压机的吸入空气中不产生水雾的最低温度,因此,可以避免水雾的产生,并且可以尽可能抑制增压机的效率降低。这样,根据本发明的第一方式,从水雾产生的观点和增压机效率的观点来看,可以将第二增压机的吸入温度控制成恰当的范围。

[0013] 所述多级式增压系统的控制装置中,所述信息取得装置也可以进一步取得所述第一增压机的转速或空气流量作为输入信息,所述目标温度设定装置使用由所述水蒸气分压算出装置算出的所述水蒸气分压以及所述第一增压机的吸入空气温度、吸气压力、排出压力及转速或空气流量,将所述第二增压机的吸入空气中所包含的冷凝水量成为根据所述第二增压机的特性决定的规定的允许冷凝水量的所述第二增压机的吸入空气温度设定为所述目标温度。

[0014] 根据所述结构,将第二增压机的吸入空气中所包含的冷凝水量与预先设定的允许冷凝水量一致的温度设定为目标温度。例如,在第二增压机的叶轮上具有较强的强度且允许一些冷凝水那样的构造的情况下,允许该允许范围内的冷凝水的混入,而使第二增压机的吸入空气的目标温度下降该量。由此,与可靠地排除水雾混入的情况相比,可以提高第二增压机的效率。

[0015] 所述多级式增压系统的控制装置中,所述目标温度设定装置也可以使用例如所述第二增压机的吸入空气中的水蒸气分压作为未知数,设定表示第二增压机的吸入空气中所包含的冷凝水量的式子,并取得将该式子和所述允许冷凝水量设为等式时的所述水蒸气分压,将该水蒸气分压成为饱和水蒸气压的温度设定为所述目标温度。

[0016] 本发明的第二方式提供一种多级式增压系统,具备:低压侧的第一增压机、冷却所述第一增压机的排出空气的冷却装置、压缩冷却后的所述排出空气的高压侧的第二增压机、所述多级式增压系统的控制装置,将至少经过二级压缩的空气供给至内燃机。

[0017] 本发明的第三方式提供一种多级式增压系统的控制方法,该多级式增压系统具备:低压侧的第一增压机、冷却所述第一增压机的排出空气的冷却装置、压缩冷却后的所述排出空气的高压侧的第二增压机,将至少经过二级压缩的空气供给至内燃机,其中,该方法具备:取得所述第一增压机的吸入空气温度及吸入空气湿度以及所述第一增压机的吸气压力及排出压力作为输入信息的信息取得过程;使用所述第一增压机的吸入空气温度及吸入空气湿度以及所述第一增压机的吸气压力及排出压力作为参数来算出所述第一增压机的排出空气的水蒸气分压的水蒸气分压算出过程;将通过所述水蒸气分压算出过程算出的水蒸气分压成为饱和水蒸气压的温度设定为目标温度的目标温度设定过程;控制所述冷却装置,使所述第二增压机的吸入空气温度成为所述目标温度以上的冷却控制过程。

[0018] 所述多级式增压系统的控制方法中,也可以在所述信息取得过程中,进一步取得所述第一增压机的转速或空气流量作为输入信息,所述目标温度设定过程使用所述水蒸气分压算出过程中算出的所述水蒸气分压以及所述第一增压机的吸入空气温度、吸气压力、排出压力及转速或空气流量,将所述第二增压机的吸入空气中所包含的冷凝水量成为根据所述第二增压机的特性决定的规定的允许冷凝水量的所述第二增压机的吸入空气温度设定为所述目标温度。

[0019] 所述多级式增压系统的控制方法中,所述目标温度设定过程也可以使用所述第二增压机的吸入空气中的水蒸气分压作为未知数,设定表示第二增压机的吸入空气中所包含的冷凝水量的式子,且取得将该式子和所述允许冷凝水量设为等式时的所述水蒸气分压,

并将该水蒸气分压成为饱和水蒸气压的温度设定为所述目标温度。

[0020] 发明效果

[0021] 根据本发明,抑制压缩空气冷却时的水雾的产生,因此,可消除后级增压机中的水雾的问题,而实现可以避免叶轮等破损的效果。

附图说明

[0022] 图1是概略性地表示作为本发明第一实施方式的多级式增压系统的二级式增压系统的一结构例的图;

[0023] 图2是本发明第一实施方式的控制装置的功能块图;

[0024] 图3是将表示饱和水蒸气压和温度的关系的表的一例进行表示的图;

[0025] 图4是本发明第二实施方式的控制装置的功能块图。

具体实施方式

[0026] (第一实施方式)

[0027] 以下,参照附图对本发明第一实施方式的多级式增压系统及其控制装置以及其方法进行说明。

[0028] 图1是概略性地表示作为本实施方式的多级式增压系统的一例的二级式增压系统的一结构例的图。如图1所示,作为主要的结构,多级式增压系统1具备:低压侧的第一增压机2、冷却第一增压机2的排出空气的中间冷却器(冷却装置)3、压缩冷却后的排出空气的高压侧的第二增压机4、控制装置5。

[0029] 从第二增压机4排出的压缩空气被中间冷却器6冷却后,供给至内燃机7。在排出内燃机7的排气的排气配管8上设置高压侧的第二涡轮10、低压侧的第一涡轮11,这些涡轮利用排气进行旋转。

[0030] 第二涡轮10利用单轴与第二增压机4连接,第一涡轮11利用单轴与第一增压机2连接,由此,第二涡轮10、第一涡轮11的转动动力分别传递至第二增压机4、第一增压机2,并驱动第二增压机4、第一增压机2。

[0031] 这种多级式增压系统1中,第一增压机2的吸入空气温度 T_1 [$^{\circ}\text{C}$]、吸入空气湿度 H_1 [%]、吸气压力 P_1 [kPa]、排出压力 P_2 [kPa]及第二增压机4的吸入空气温度 T_2 [$^{\circ}\text{C}$]分别利用传感器(省略图示)检测,并输出至控制装置5。

[0032] 从例如第二增压机4的健全性及效率的两个观点来看,控制装置5进行中间冷却器3的控制,以使第二增压机4的吸入空气温度 T_2 成为恰当的温度。

[0033] 图2是控制装置5的功能块图。如图2所示,控制装置5具备:信息取得部21、水蒸气分压算出部22、目标温度设定部23、节气门开度控制部(冷却控制装置)24。

[0034] 信息取得部21分别取得由上述各传感器检测的第一增压机2的吸入空气温度 T_1 [$^{\circ}\text{C}$]、吸入空气湿度 H_1 [%]、吸气压力 P_1 [kPa]、排出压力 P_2 [kPa]及第二增压机4的吸入空气温度 T_2 [$^{\circ}\text{C}$]。

[0035] 水蒸气分压算出部22使用第一增压机2的吸入空气温度 T_1 [$^{\circ}\text{C}$]、吸入空气湿度 H_1 [%]、吸气压力 P_1 [kPa]及排出压力 P_2 [kPa]作为参数,算出第一增压机2的排出空气的水蒸气分压 P_{w2} [kPa]。

[0036] 以下,对水蒸气分压算出部22进行的第一增压机2的排出空气的水蒸气分压 P_{W2} [kPa]的一计算方法进行说明。

[0037] 首先,第一增压机2的吸入空气的水蒸气分压 P_{W1} [kPa]通过以吸入空气温度 T_1 [°C]和吸入空气湿度 H_1 [%]为参数的函数,并以以下(1)式表示。

$$[0038] \quad P_{W1} = F_{x1}(T_1, H_1) \quad (1)$$

[0039] 具体而言,第一增压机2的吸入空气的水蒸气分压 P_{W1} [kPa]可以通过吸入空气温度 T_1 [°C]下的饱和水蒸气压 P_{W1_SAT} [kPa]乘以吸入空气湿度 H_1 [%]而得到。吸入空气温度 T_1 [°C]下的饱和水蒸气压 P_{W1_SAT} [kPa]可以根据例如表示图3所示那样的饱和水蒸气压 P_{W_SAT} [kPa]和温度 T [°C]的关系的表和计算它们的近似式而得到。

[0040] 接着,在第一增压机2进行的压缩前后,保存各自的水蒸气分压相对于空气压的比,因此,以下(2)式成立。

$$[0041] \quad P_{W1}/P_1 = P_{W2}/P_2 \quad (2)$$

[0042] 对第一增压机2的排出空气的水蒸气分压 P_{W2} [kPa]进行分解时,上述(2)式成为以下(3)式。

$$[0043] \quad P_{W2} = (P_2/P_1) P_{W1} \quad (3)$$

[0044] 这样,第一增压机2的排出空气的水蒸气分压 P_{W2} [kPa]可以使用上述(1)式及(3)式得到。

[0045] 因此,水蒸气分压算出部22保有例如上述(1)式及(3)式,通过向这些运算式代入由信息取得部21取得的规定的参数,可以容易地得到第一增压机2的排出空气的水蒸气分压 P_{W2} [kPa]。

[0046] 目标温度设定部23求得由水蒸气分压算出部22算出的排出空气的水蒸气分压 P_{W2} [kPa]成为饱和水蒸气压 P_{W2_SAT} [kPa]那样的温度 T_3 [°C]即水蒸气分压 P_{W2} [kPa]中湿度成为100 [%]的温度 T_3 [°C],并将该温度 T_3 [°C]设定为目标温度 T_{tg} [°C]。这可以使用例如图3所示的表得到。

[0047] 节气门开度控制部24控制例如设于中间冷却器3的流量调节阀15的阀开度,以使第二增压机4的吸入空气温度 T_2 [°C]成为由目标温度设定部23设定的目标温度 T_{tg} [°C]。关于用于使吸入空气温度 T_2 [°C]与目标温度 T_{tg} [°C]一致的控制方法,只要适当使用反馈、前馈等公知的控制即可。流量调节阀15进行的冷却强度的调整为一例,例如,也可以使用其它方法调整冷却强度。

[0048] 根据具备这种结构的多级式增压系统1,将被第一增压机2、第二增压机4二级压缩的压缩空气供给至内燃机7。内燃机7中结束动作的空气由排气配管8排出,而驱动设于排气配管8的第二涡轮10及第一涡轮11。由此,第二增压机4、第一增压机2分别以第二涡轮10、第一涡轮11的转动为动力进行旋转。

[0049] 另外,第一增压机2的吸入空气温度 T_1 、吸入空气湿度 H_1 ,吸气压力 P_1 及排出压力 P_2 、第二增压机4的吸入空气温度 T_2 [°C]分别由传感器(省略图示)检测,并输出至控制装置5。

[0050] 这些传感器检测值被控制装置5的信息取得部21取得,并输出至水蒸气分压算出部22。水蒸气分压算出部22中,通过将从信息取得部21输入的这些信息代入上述(1)、(3)式中,而算出第一增压机2的排出空气的水蒸气分压 P_{W2} [kPa]。该水蒸气分压 P_{W2} [kPa]输出至

目标温度设定部23。

[0051] 目标温度设定部23中,将由水蒸气分压算出部22算出的排出空气的水蒸气分压 P_{w2} [kPa]设为饱和水蒸气压 P_{w2_SAT} [kPa]的温度 T_3 [°C]使用图3所示的表取得,将该温度 T_3 [°C]设定为目标温度 T_{tg} [°C]。

[0052] 设定的目标温度 T_{tg} [°C]输出至节气门开度控制部24,基于该目标温度 T_{tg} [°C],控制流量调节阀15的阀开度。由此,可以将第二增压机4的吸入空气中所包含的水雾理论上设为零。

[0053] 如以上说明,根据本实施方式的多级式增压系统1及其控制装置5以及其控制方法,算出第一增压机2的排出空气中的水蒸气分压 P_{w2} [kPa],求得该水蒸气分压 P_{w2} [kPa]成为饱和水蒸气分压 P_{w2_SAT} [kPa]的温度 T_3 [°C],并将该温度 T_3 [°C]设定为第二增压机4的吸入空气的目标温度 T_{tg} [°C]。该目标温度 T_{tg} [°C]是指,第二增压机4的吸入空气中不产生水雾的最低温度,因此,从水雾的产生和增压机的效率的两个观点来看,可以将目标温度 T_{tg} [°C]设定成最佳的温度。

[0054] 节气门开度控制部24未必需要使第二增压机4的吸入空气温度 T_2 与目标温度 T_{tg} [°C]一致,也可以控制使第二增压机4的吸入空气温度 T_2 [°C]成为目标温度 T_{tg} [°C]以上。例如,在节气门开度控制部24中,对目标温度 T_{tg} [°C]添加预先设定的规定量的界限,设定新的目标温度,并控制节气门开度,以使第二增压机4的吸入空气温度 T_2 [°C]成为该新的目标温度。这种控制使增压机的效率稍微降低,但在可以更可靠地避免水雾产生的方面是优异的。

[0055] (第二实施方式)

[0056] 接着,对本发明第二实施方式的多级式增压系统及其控制装置以及其控制方法进行说明。

[0057] 上述第一实施方式中,基于第一增压机2的排出空气的水蒸气分压 P_{w2} [kPa]设定目标温度 T_{tg} [°C]。与之相对,本实施方式中,控制中间冷却器3,以使第二增压机4的吸入空气中所包含的冷凝水量成为基于第二增压机4的特性等预先设定的规定的允许冷凝水量以下。

[0058] 以下,对与第一实施方式相同的点省略说明,主要说明不同点。

[0059] 图4是本实施方式的控制装置5'的功能块图。如图4所示,本实施方式的控制装置5'具备:信息取得部21'、水蒸气分压算出部22、目标值设定部23'及节气门开度控制部24。

[0060] 信息取得部21'不仅取得第一增压机2的吸入空气温度 T_1 [°C]、吸入空气湿度 H_1 [%]、吸气压力 P_1 [kPa]、排出压力 P_2 [kPa]及第二增压机4的吸入空气温度 T_2 [°C],还取得第一增压机2的转速 N_1 [rpm]。即,本实施方式中,需要检测第一增压机2的转速 N_1 [rpm]的转速传感器或空气流量传感器。

[0061] 水蒸气分压算出部22通过与上述第一实施方式相同的方法算出第一增压机2的排出空气的水蒸气分压 P_{w2} [kPa]。

[0062] 目标温度设定部23'将第二增压机4的吸入空气中所包含的冷凝水量成为规定的允许冷凝水量 G_{wtg} 的吸入空气温度 T_4 [°C]设定为目标温度 T_{tg} [°C]。

[0063] 以下,对本实施方式的目标温度 T_{tg} [°C]的方法进行说明。

[0064] 首先,当考虑第一增压机2的排出空气的状态时,压力为 P_2 ,水蒸气分压为 P_{w2} [kPa]。该状态下,将温度降低至 T_4 [°C]时,该空气所包含的冷凝水量 G_w 以下(4)式表示。

[0065] $G_w = (P_{w_COND.}/P_2) \times G_a$ (4)

[0066] 在此, P_{w_COND} 以以下 (5) 式表示。

[0067] $P_{w_COND} = P_{w2} [kPa] - P_{w4_SAT} [kPa]$ (5)

[0068] (5) 式中, $P_{w4_SAT} [kPa]$ 为温度 T_4 时的饱和水蒸气压, 且是未知数。

[0069] 另外, (4) 式中, G_a 为质量流量 $[kg/s]$, 以以下 (6) 式表示。

[0070] $G_a = \rho Q = P_1 Q / RT_1$ (6)

[0071] 在此, 质量流量 G_a 也可以使用测量值。

[0072] (6) 式中, ρ 为密度 $[kg/m^3]$, Q 为体积流量 $[m^3/s]$, 以以下 (7) 式表示。另外, R 为气体常数 $[JK^{-1}mol^{-1}]$ 。

[0073] $Q = F_x ((P_2/P_1), N)$ (7)

[0074] 在此, 体积流量 Q 是以第一增压机 2 的压缩比和转速为参数, 根据增压机特性图唯一地决定的值。

[0075] 上述 (4) 式 ~ (7) 式中, 除了饱和水蒸气压 $P_{w4_SAT} [kPa]$ 以外, 其它是已知数。因此, 求得上述 (4) 式成立那样的饱和水蒸气压 $P_{w4_SAT} [kPa]$, 并根据图 3 所示的饱和水蒸气压和温度的表取得与该饱和水蒸气压 $P_{w4_SAT} [kPa]$ 对应的温度 $T_4 [^{\circ}C]$, 由此, 可以将第二增压机 4 的吸入空气中的冷凝水量设为允许冷凝水量 G_{wtg} 。目标温度设定部 23' 将该温度 $T_4 [^{\circ}C]$ 设定成目标温度 $T_{tg} [^{\circ}C]$ 。

[0076] 根据以上, 当使用例如 (4) 式和 (5) 式对饱和水蒸气压 $P_{w4_SAT} [kPa]$ 进行分解时, 得到以下 (8) 式。

[0077] $P_{w4_SAT} [kPa] = P_{w2} [kPa] - (G_{wtg} \times P_2 / G_a)$ (8)

[0078] 因此, 例如, 目标温度设定部 23' 预先保有用于得到上述 (8) 式及 (8) 式所使用的各种参数的付随的运算式 (例如, 上述 (6)、(7) 式等), 通过向这些运算式代入由信息取得部 21' 取得的各种检测值, 可以得到饱和水蒸气压 $P_{w4_SAT} [kPa]$ 。

[0079] 而且, 通过根据图 3 所示的表得到与得到的饱和水蒸气压 $P_{w4_SAT} [kPa]$ 对应的温度 $T_4 [^{\circ}C]$, 可以设定目标温度 $T_{tg} [^{\circ}C]$ 。

[0080] 节气门回路控制部 24 控制流量调节阀 15 的阀开度, 以使第二增压机 4 的入口温度 T_2 成为由目标温度设定部 23' 设定的目标温度 $T_{tg} [^{\circ}C]$ 以上。

[0081] 这样, 根据本实施方式, 调整中间冷却器 3 的流量调节阀 15 的阀开度, 以使第二增压机 4 的吸入空气中所包含的冷凝水量成为预先设定的允许冷凝水量以下。这样, 在第二增压机 4 的叶轮具有比较强的强度且允许一些冷凝的构造的情况下, 允许该允许范围内的冷凝水的混入, 而使第二增压机 4 的吸入空气温度下降该量。由此, 与排除水雾混入的第一实施方式相比, 可以进一步提高第二增压机 4 的效率。

[0082] 本发明不只限定于上述实施方式, 可以在不脱离发明宗旨的范围内实施例如局部或整体性地组合上述各实施方式等各种变形。

[0083] 例如, 本发明的多级式增压系统不限于图 1 所示的二级式增压系统。例如, 也可以是三级增压系统, 在该情况下, 可以对第一级和第二级之间的空气温度的控制、第二级和第三级之间的空气温度的控制的至少任一项应用上述控制。

[0084] 标记说明

[0085] 1 多级式增压系统

- [0086] 2 第一增压机
- [0087] 3 中间冷却器
- [0088] 4 第二增压机
- [0089] 5 控制装置
- [0090] 7 内燃机
- [0091] 21、21' 信息取得部
- [0092] 22 水蒸气分压算出部
- [0093] 23、23' 目标温度设定部
- [0094] 24 节气门开度控制部

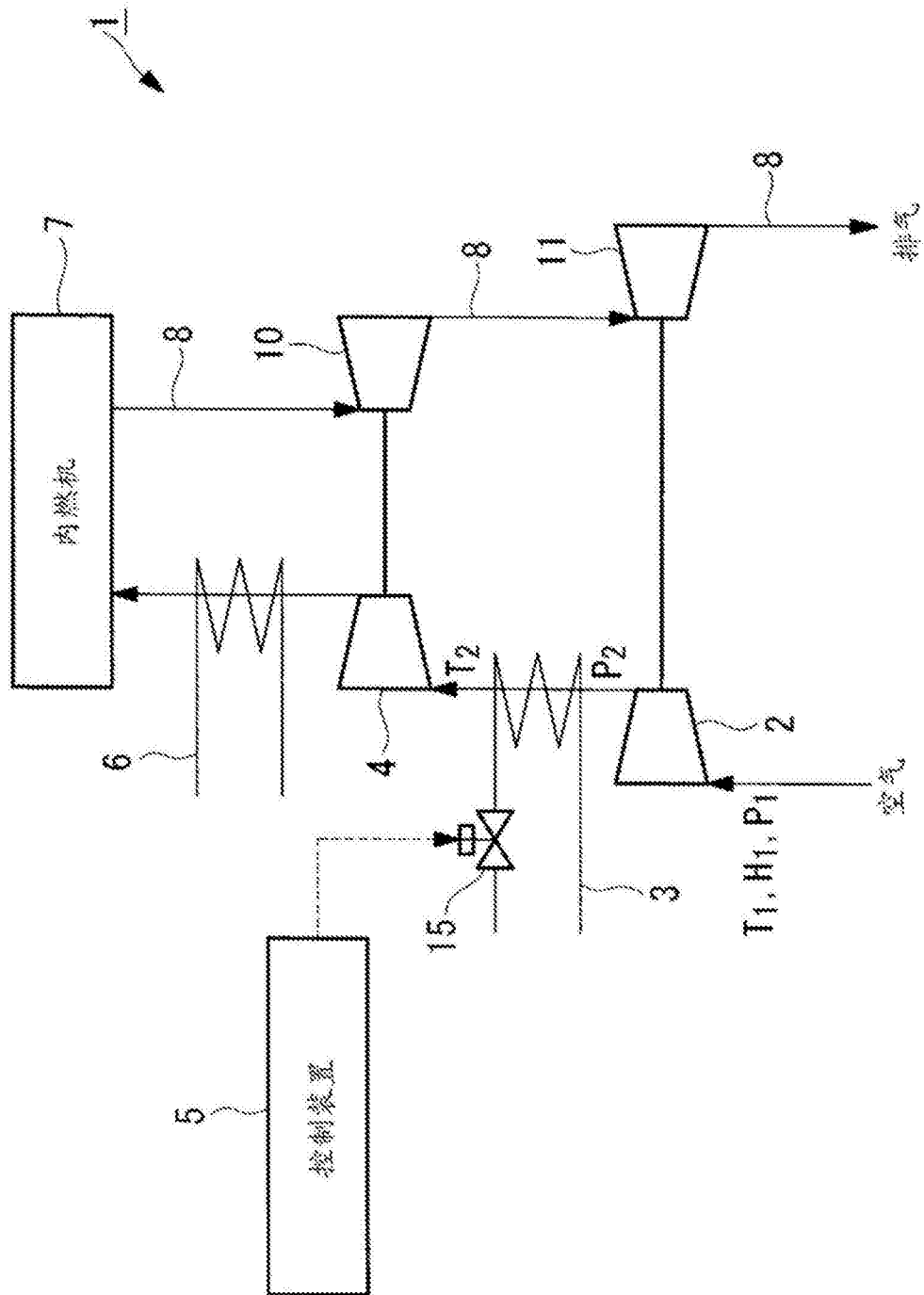


图1

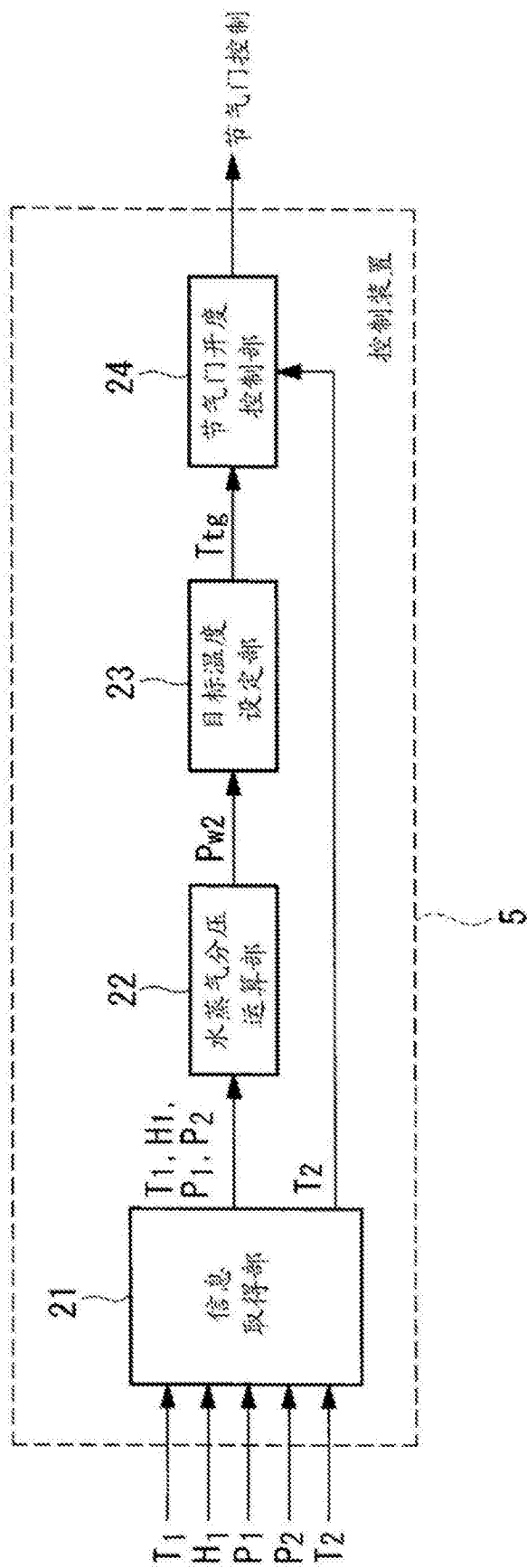


图2

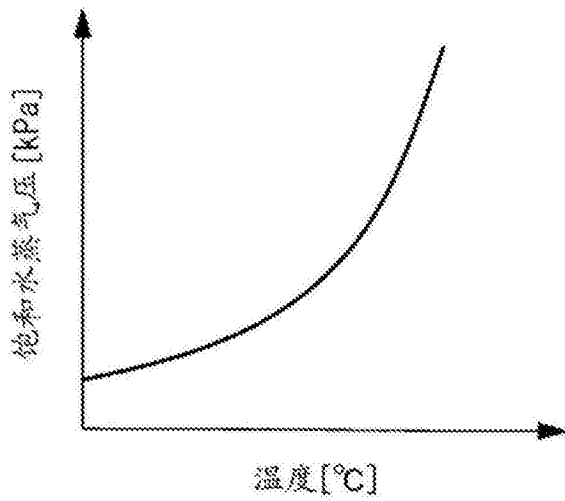


图3

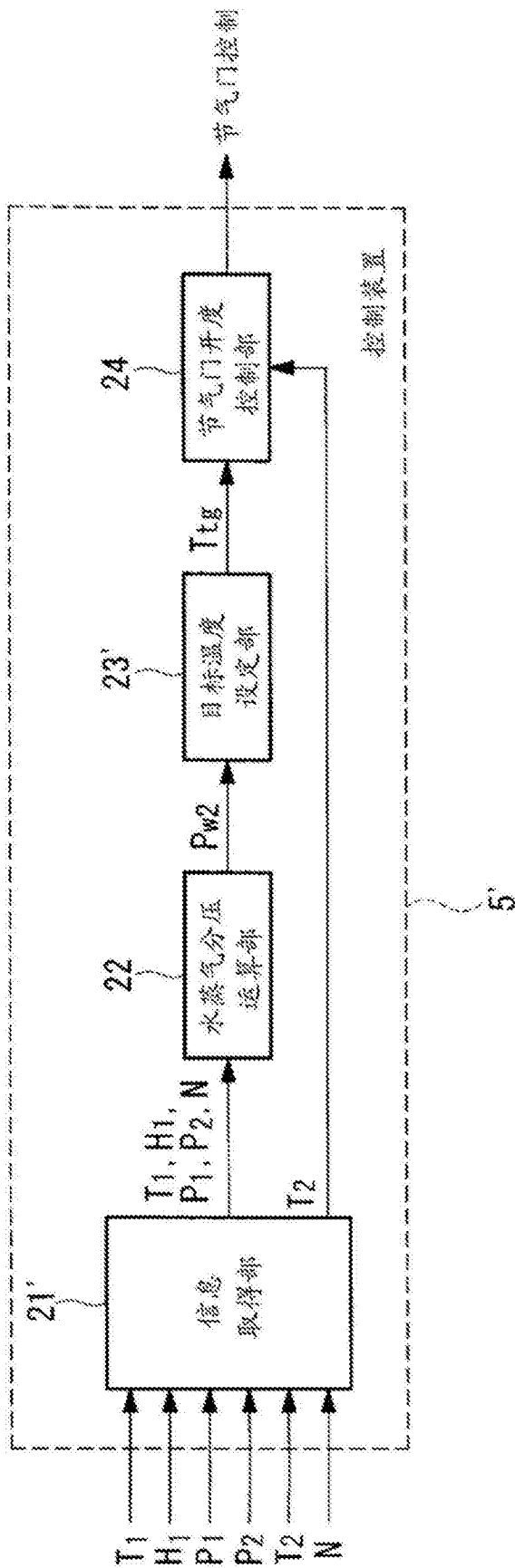


图4