



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108779687 B

(45) 授权公告日 2020.12.11

(21) 申请号 201780013875.7

(22) 申请日 2017.02.01

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108779687 A

(43) 申请公布日 2018.11.09

(30) 优先权数据

2016-071992 2016.03.31 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2018.08.28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2017/003544 2017.02.01

(87) PCT国际申请的公布数据

W02017/169076 JA 2017.10.05

(73) 专利权人 三菱重工船用机械株式会社

地址 日本国长崎县长崎市饱之浦町1番1号

(72) 发明人 市来芳弘

(74) 专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限公司 31300

代理人 崔巍

(51) Int.Cl.

F01K 23/10 (2006.01)

F01D 15/04 (2006.01)

F01D 17/00 (2006.01)

F02G 5/02 (2006.01)

审查员 刘京

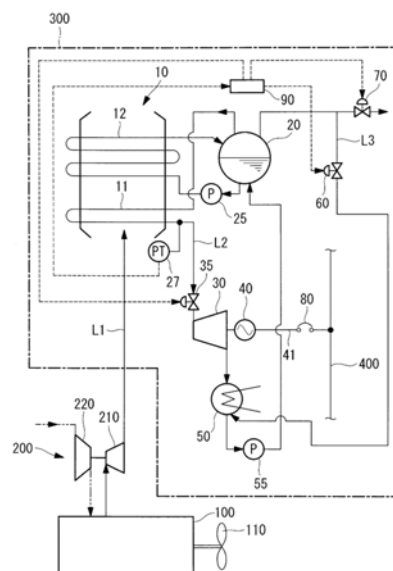
权利要求书2页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称

废热回收装置、内燃机系统及船舶、以及废热回收装置的控制方法

(57) 摘要

提供一种废热回收装置(300),具备:废气节能器(10),该废气节能器(10)生成主蒸汽;汽水分离器(20),该汽水分离器(20)从废气节能器导入主蒸汽;蒸汽涡轮(30),该蒸汽涡轮(30)由主蒸汽驱动;调速阀(35),该调速阀(35)对从汽水分离器(20)向蒸汽涡轮(30)流入的主蒸汽的流量进行调整;蒸汽放泄阀(60),该蒸汽放泄阀(60)与汽水分离器(20)连接;压力传感器(27),该压力传感器(27)对汽水分离器(20)的主蒸汽的压力即第一压力进行检测;以及控制部(90),该控制部(90)以如下方式对蒸汽放泄阀(60)进行控制,在压力传感器(27)输出的主蒸汽的压力为设定压力以上的情况下,将蒸汽放泄阀(60)设为开状态,控制部(90)将根据第一压力而变动的设定压力设定为第一压力以上且第一压力加上固定压力而得到的第二压力以下。



1. 一种废热回收装置,其特征在于,具备:

汽水分离器,通过对从内燃机排出的废气进行热回收而生成的主蒸汽被引导至该汽水分离器;

蒸汽涡轮,该蒸汽涡轮由从所述汽水分离器导入的所述主蒸汽驱动;

调整阀,该调整阀对从所述汽水分离器向所述蒸汽涡轮流入的所述主蒸汽的流量进行调整;

蒸汽放泄阀,该蒸汽放泄阀与所述汽水分离器连接;

输出部,该输出部输出第一压力,该第一压力是所述汽水分离器的所述主蒸汽的压力;以及

控制部,该控制部以如下的方式对所述蒸汽放泄阀进行控制:在所述输出部输出的所述主蒸汽的压力为设定压力以上的情况下,将所述蒸汽放泄阀设为开状态,在所述输出部输出的所述主蒸汽的压力小于设定压力的情况下,将所述蒸汽放泄阀设为闭状态,

所述控制部将根据所述第一压力而变动的所述设定压力设定为所述第一压力以上且该第一压力加上固定压力而得到的第二压力以下,所述控制部对所述调整阀的开度进行控制,以使所述汽水分离器的所述主蒸汽的压力的每单位时间的压力降低量成为一定量以下。

2. 根据权利要求1所述的废热回收装置,其特征在于,

所述控制部对所述调整阀的开度进行控制,以使所述汽水分离器的所述主蒸汽的压力的每1分钟的压力降低量成为 $0.1\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下。

3. 根据权利要求1或2所述的废热回收装置,其特征在于,

所述控制部至少在一定时间内不更新所述设定压力。

4. 根据权利要求1或2所述的废热回收装置,其特征在于,

所述输出部是对所述主蒸汽的压力进行检测的压力传感器。

5. 根据权利要求1所述的废热回收装置,其特征在于,

所述输出部基于表示所述内燃机的输出与根据该输出而变动的的设计蒸汽压力的对应关系的图表信息,将与所述内燃机的输出对应的所述设计蒸汽压力作为所述第一压力输出。

6. 一种内燃机系统,其特征在于,具备:

所述内燃机;以及

权利要求1~5中任一项所述的废热回收装置。

7. 一种船舶,其特征在于,

具备权利要求6所述的内燃机系统。

8. 一种废热回收装置的控制方法,所述废热回收装置具备由主蒸汽驱动的蒸汽涡轮,所述主蒸汽是通过对从内燃机排出的废气进行热回收而生成的,所述废热回收装置的控制方法的特征在于,具备:

输出工序,该输出工序输出第一压力,该第一压力是被引导至汽水分离器的所述主蒸汽的压力;以及

控制工序,该控制工序以如下的方式对与所述汽水分离器连接的蒸汽放泄阀进行控制:在所述输出工序输出的所述主蒸汽的压力为设定压力以上的情况下,将所述蒸汽放泄

阀设为开状态,在所述输出工序输出的所述主蒸汽的压力小于设定压力的情况下,将所述蒸汽放泄阀设为闭状态,

所述控制工序将根据所述第一压力而变动的所述设定压力设定为所述第一压力以上且该第一压力加上固定压力而得到的第二压力以下,所述控制工序对调整阀的开度进行控制,以使所述汽水分离器的所述主蒸汽的压力的每单位时间的压力降低量成为一定量以下,所述调整阀对从所述汽水分离器向所述蒸汽涡轮流入的所述主蒸汽的流量进行调整。

废热回收装置、内燃机系统及船舶、以及废热回收装置的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种废热回收装置、内燃机系统及船舶、以及废热回收装置的控制方法。

背景技术

[0002] 一直以来,已知一种废热回收装置,具备:废气节能器,该废气节能器利用柴油机的废气而产生主蒸汽;汽水分离器,该汽水分离器从废气节能器引导主蒸汽;以及蒸汽涡轮,该蒸汽涡轮由主蒸汽驱动(例如,参照专利文献1。)

[0003] 专利文献1所公开的废热回收装置具备与汽水分离器连接的蒸汽放泄阀。在通过压力传感器得到的主蒸汽的压力变为规定值以上的情况下,蒸汽放泄阀变为全开。由此,能够防止汽水分离器内的主蒸汽的压力变为规定值以上而在汽水分离器等产生不良情况。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特许第5374465号公报

[0007] 例如,在如专利文献1所公开的那样的废热回收装置中,蒸汽涡轮通过从汽水分离器开始主蒸汽的供给而起动。在该情况下,当使对从汽水分离器被向蒸汽涡轮引导的主蒸汽的流量进行调整的调整阀的开度急剧增大时,主蒸汽的压力急剧降低,而汽水分离器内的水的温度维持于高的状态。由此,汽水分离器内的水的压力低于该水的温度下的饱和蒸汽压,从而产生气蚀(由液体中发生气泡和消失所引起的物理现象)。当产生气蚀时,由于在将汽水分离器的水向废气节能器输送的泵的吸入口产生的气泡,导致泵的排出压力降低并且在泵产生腐蚀等不良情况。

[0008] 为了防止气蚀的产生,将对主蒸汽的流量进行调整的调整阀的开度的每单位时间的增加量限制于一定量以下而对汽水分离器的主蒸汽的每单位时间的压力变动进行抑制是有效的。由此,能够将汽水分离器内的水的压力维持为不低于该水的温度下的饱和蒸汽压。

[0009] 然而,当对调整阀的开度的每单位时间的增加量进行限制时,蒸汽涡轮的起动时间(调整阀的开度从全闭到全开的时间)增加。尤其是在以与柴油机的输出无关的方式将设定压力设定为固定值的情况下,蒸汽涡轮的起动时间增加,该设定压力是蒸汽放泄阀变为开状态的压力。这是由于,为了不使蒸汽放泄阀在蒸汽涡轮的通常运转中变为开状态而浪费蒸汽,蒸汽放泄阀的设定压力被设定得较高。在蒸汽放泄阀的设定压力高,且与此相伴地将汽水分离器内的主蒸汽的压力维持得高的情况下,蒸汽涡轮的起动时间增加。

发明内容

[0010] 本发明是鉴于这样的情况而完成的,其目的在于提供一种即使在对调整阀的开度进行控制以使汽水分离器的主蒸汽的压力的每单位时间的变动为规定压力以下的情况下,

也能够将蒸汽涡轮的起动时间缩短的废热回收装置、内燃机系统及船舶、以及废热回收装置的控制方法。

[0011] 为了解决上述课题,本发明的废热回收装置、内燃机系统及船舶、以及废热回收装置的控制方法采用以下的手段。

[0012] 本发明的一方式的废热回收装置具备:汽水分离器,通过对从内燃机排出的废气进行热回收而生成的主蒸汽被引导至该汽水分离器;蒸汽涡轮,该蒸汽涡轮由从所述汽水分离器导入的所述主蒸汽驱动;调整阀,该调整阀对从所述汽水分离器向所述蒸汽涡轮流入的所述主蒸汽的流量进行调整;蒸汽放泄阀,该蒸汽放泄阀与所述汽水分离器连接;输出部,该输出部输出第一压力,该第一压力是所述汽水分离器的所述主蒸汽的压力;以及控制部,该控制部以如下的方式对所述蒸汽放泄阀进行控制:在所述输出部输出的所述主蒸汽的压力为设定压力以上的情况下,将所述蒸汽放泄阀设为开状态,在所述输出部输出的所述主蒸汽的压力小于设定压力的情况下,将所述蒸汽放泄阀设为闭状态,所述控制部将根据所述第一压力而变动的所述设定压力设定为所述第一压力以上且该第一压力加上固定压力而得到的第二压力以下。

[0013] 根据本发明的一方式的废热回收装置,汽水分离器的主蒸汽的压力与输出部输出的第一压力相同或维持在第一压力加上固定压力 P_c 而得到的第二压力以下的范围。汽水分离器的主蒸汽的压力通过内燃机的输出而变动,控制部根据主蒸汽的压力而适当地设定蒸汽放泄阀的设定压力。因此,汽水分离器的主蒸汽的压力维持在与内燃机的输出对应的适当的范围内。由此,与与内燃机的输出无关的方式将蒸汽放泄阀的设定压力设定为固定值的情况相比,能够防止相对于内燃机的输出将汽水分离器内的主蒸汽的压力维持得高。因此,即使在对调整阀的开度进行控制以使汽水分离器的主蒸汽的压力的每单位时间的变动为规定压力以下的情况下,也能够缩短蒸汽涡轮的起动时间。

[0014] 在本发明的一方式的废热回收装置中,所述控制部也可以是对所述调速阀的开度进行控制,以使所述输出部输出的所述主蒸汽的压力的每单位时间的变动为规定压力以下的装置。

[0015] 由此,由于汽水分离器的主蒸汽的压力的每单位时间的变动为规定压力以下,因此汽水分离器内的水的压力被维持为不低于该水的温度下的饱和蒸汽压,能够抑制气蚀的产生。

[0016] 在本发明的一方式的废热回收装置中,所述输出部也可以是对所述主蒸汽的压力进行检测的压力传感器。

[0017] 由此,能够根据由压力传感器检测出的主蒸汽的压力而适当地设定蒸汽放泄阀的设定压力。

[0018] 在本发明的一方式的废热回收装置中,所述输出部也可以是基于表示所述内燃机的输出与根据该输出而变动的设计蒸汽压力的对应关系的图表信息,将与所述内燃机的输出对应的所述设计蒸汽压力作为所述第一压力输出的装置。

[0019] 由此,例如即使在无法直接检测蒸汽涡轮的停止时等的主蒸汽的压力的情况下,也能够参照预先制成的图表信息而适当地设定与当前的内燃机的输出对应的设计蒸汽压力。

[0020] 另外,本发明的一方式的内燃机系统具备内燃机和上述的废热回收装置。

[0021] 由于具备上述的废热回收装置,因此能够提供如下的内燃机系统:即使在对调整阀的开度进行控制以使汽水分离器的主蒸汽的压力的每单位时间的变动为规定压力以下的情况下,也能够缩短蒸汽涡轮的起动时间。

[0022] 另外,本发明的船舶具备上述的内燃机系统。

[0023] 由于具备上述的内燃机系统,因此能够提供如下的船舶:即使在对调速阀的开度进行控制以使汽水分离器的蒸汽的压力的每单位时间的变动为规定压力以下的情况下,也能够缩短蒸汽涡轮的起动时间。

[0024] 另外,本发明的一方式的废热回收装置的控制方法是具备由主蒸汽驱动的蒸汽涡轮的废热回收装置的控制方法,所述主蒸汽是通过从内燃机排出的废气进行热回收而生成的,所述废热回收装置的控制方法具备:输出工序,该输出工序输出第一压力,该第一压力是被引导至汽水分离器的所述主蒸汽的压力;以及控制工序,该控制工序以如下的方式对与所述汽水分离器连接的蒸汽放泄阀进行控制:在所述输出工序输出的所述主蒸汽的压力为设定压力以上的情况下,将所述蒸汽放泄阀设为开状态,在所述输出工序输出的所述主蒸汽的压力小于设定压力的情况下,将所述蒸汽放泄阀设为闭状态,所述控制工序将根据所述第一压力而变动的所述设定压力设定为所述第一压力以上且该第一压力加上固定压力而得到的第二压力以下。

[0025] 发明效果

[0026] 根据本发明,能够提供一种即使在对调整阀的开度进行控制以使汽水分离器的主蒸汽的压力的每单位时间的变动为规定压力以下的情况下,也能够缩短蒸汽涡轮的起动时间的废热回收装置、内燃机系统及船舶、以及废热回收装置的控制方法。

附图说明

[0027] 图1是表示内燃机系统的一实施方式的概略构成图。

[0028] 图2是表示相对于柴油主机输出的调速阀及蒸汽放泄阀的开度的图。

[0029] 图3是表示图1所示的控制部执行的蒸汽放泄阀的设定压力的设定处理的流程图。

[0030] 图4是表示在蒸汽涡轮的运转中相对于柴油主机输出而设定的蒸汽放泄阀的设定压力的图。

[0031] 图5是表示在蒸汽涡轮的停止中相对于柴油主机输出而设定的蒸汽放泄阀的设定压力的图。

具体实施方式

[0032] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行说明。

[0033] 图1所示的设置于船舶的柴油机系统(内燃机系统)具备:柴油主机(内燃机)100;增压器200,该增压器200由柴油主机100的废气驱动;以及废热回收装置300,该废热回收装置300回收从柴油主机100排出的热而发电。

[0034] 柴油主机100对船舶推进用的螺旋桨110进行驱动。向柴油主机100供给的压缩空气被从由柴油主机100的废气驱动的增压器200导入。

[0035] 增压器200具有设置于同轴上的涡轮210和压缩机220。涡轮210由从柴油主机100排出的废气驱动旋转。当涡轮210被驱动时,设置于同轴上的压缩机220旋转而对空气进行

压缩。

[0036] 涡轮210的下游侧通过废气管L1而与后述的废气节能器10连接。

[0037] 废热回收装置300具备废气节能器10、汽水分离器20、锅炉水循环泵25、压力传感器(输出部)27、蒸汽涡轮30、调速阀(调整阀)35、发电机40、冷凝器50、冷凝泵55、蒸汽放泄阀60、船内杂用蒸汽调整阀70、断路器80、控制部90。

[0038] 废气节能器10是通过对从柴油主机100排出的废气进行热回收而生成过热蒸汽的装置,该过热蒸汽为对蒸汽涡轮30进行驱动的主蒸汽。废气节能器10在其烟道内具有过热器11和蒸发器12。过热器11及蒸发器12由在废气节能器10内从下向上(从废气流的上游侧朝向下游侧)按顺序平行安装的传热管构成。在废气节能器10的烟道内,高温的废气流动,并且经由与其下游侧连接的烟囱(省略图示)而向大气释放。饱和蒸汽从汽水分离器20的上部被引导于过热器11。水通过锅炉水循环泵25被从汽水分离器20的下部引导于蒸发器12。

[0039] 汽水分离器20是将从蒸发器12导入的包含水分的湿蒸汽分离成蒸汽和水的装置。在汽水分离器20内,水和蒸汽以分别上下分离的方式被收容。水从冷凝器50经由冷凝泵55而向汽水分离器20供给。汽水分离器20内的水通过锅炉水循环泵25而被向蒸发器12引导。在汽水分离器20中,来自蒸发器12的包含水分的湿蒸汽被导入并分离成水和蒸汽。分离出的饱和蒸汽被向过热器11引导并成为过热蒸汽。在过热器11生成的过热蒸汽经由过热蒸汽供给管L2而被向蒸汽涡轮30引导。

[0040] 压力传感器27设置于过热蒸汽供给管L2,对过热蒸汽供给管L2内的过热蒸汽的压力进行检测。图1所示的压力传感器27是对从过热器11导入的过热蒸汽的压力进行检测,但过热蒸汽的压力与汽水分离器20内的蒸汽的压力大致相同。因此,压力传感器27输出汽水分离器20内的蒸汽的压力(第一压力)。

[0041] 此外,对过热蒸汽压力进行检测的压力传感器27的设置位置只要是能够对在废气节能器10生成的过热蒸汽的压力进行检测的位置即可。

[0042] 在蒸汽涡轮30的上游侧设置有调速阀35,在该上游侧还设置有主塞止阀(省略图示)。在使蒸汽涡轮30运转的情况下,主塞止阀被设为开状态,在不使蒸汽涡轮30运转的情况下,主塞止阀被设为闭状态。

[0043] 调速阀35是在使蒸汽涡轮30运转的情况下对从汽水分离器20向蒸汽涡轮30流入的过热蒸汽的流量进行调整的装置。调速阀35的开度由控制部90控制。

[0044] 蒸汽涡轮30是通过经由调速阀35而导入的过热蒸汽而被驱动旋转的装置。给予到蒸汽涡轮30的旋转轴(省略图示)的旋转输出向与旋转轴连结的发电机40传递。

[0045] 发电机40由从蒸汽涡轮30传递出的旋转输出驱动而发电。发电机40的电输出经由输出电线41及断路器80而被向船内电力系统400引导。断路器80将输出电线41与船内电力系统400连接的供给状态(接通状态)、和断路器80将输出电线41与船内电力系统400的连接切断的供给停止状态(断开状态)通过控制部90来切换。在发电机40产生的电力的频率达到船内电力系统400的系统频率的情况下,控制部90将断路器80从断开状态切换为接通状态。

[0046] 冷凝器50是将在蒸汽涡轮30完成了工作的蒸汽和从蒸汽放泄阀60导入的蒸汽冷凝并液化的装置。由冷凝器50液化后的冷凝水通过冷凝泵55而被向汽水分离器20引导。

[0047] 蒸汽放泄阀60经由蒸汽配管L3而与汽水分离器20的上部连接。蒸汽放泄阀60由控制部90控制为:在汽水分离器20内的蒸汽的压力(第一压力)为设定压力以上的情况下成为

开状态,在汽水分离器20内的蒸汽的压力小于设定压力的情况下成为闭状态。蒸汽放泄阀60的设定压力由控制部90设定。蒸汽放泄阀60将过剩的蒸汽向冷凝器50引导,以使蒸汽配管L3内的蒸汽即汽水分离器20的蒸汽的压力小于设定压力。

[0048] 船内杂用蒸汽调整阀70经由蒸汽配管L3而与汽水分离器20的上部连接。船内杂用蒸汽调整阀70抽取汽水分离器20内的蒸汽并作为船内船用蒸汽供给。船内杂用蒸汽调整阀70的开度由控制部90控制。

[0049] 控制部90是对废热回收装置300的各部分进行控制的装置。压力传感器27输出的压力信号向控制部90传递。另外,控制部90向调速阀35、蒸汽放泄阀60、船内杂用蒸汽调整阀70传递控制信号而对这些阀的开度进行控制。

[0050] 控制部90设定蒸汽放泄阀60的设定压力 P_s 并以如下方式对蒸汽放泄阀60进行控制:在压力传感器27输出的过热蒸汽的压力为设定压力 P_s 以上的情况下,将蒸汽放泄阀60设为开状态,在压力传感器27输出的过热蒸汽的压力小于设定压力 P_s 的情况下,将蒸汽放泄阀60设为闭状态。对于由控制部90进行的蒸汽放泄阀60的设定压力 P_s 的设定方法,在之后叙述。

[0051] 此外,控制部90例如由CPU(Central Processing Unit,中央处理器)、RAM(Random Access Memory,随机存取存储器)、ROM(Read Only Memory,只读存储器)及计算机可读取的存储介质等构成。并且,作为一例,用于实现各种功能的一系列的程序以程序的形式存储于存储介质等,通过CPU在RAM等中读出该程序并执行信息的加工/运算处理,从而实现各种功能。此外,程序也可以应用预先安装于ROM或其他的存储介质的方式、以存储于计算机可读取的存储介质的状态提供的方式、经由有线或无线的通信构件而传送的方式等。计算机可读取的存储介质是磁盘、光磁盘、CD-ROM、DVD-ROM、半导体存储器等。

[0052] 接着,对上述的内燃机系统的控制方法进行说明。

[0053] 当柴油主机100开始运转时,由增压器200压缩了的压缩空气被向柴油主机100供给,并且与未图示的燃料一起在缸内进行燃烧。在柴油主机100进行燃烧后的废气经由增压器200的涡轮210并通过废气管L1而被向废气节能器10引导。废气在通过废气节能器10内时与过热器11及蒸发器12进行热交换。被引导至蒸发器12的水通过与废气进行热交换而变为湿蒸汽。该湿蒸汽在被引导至汽水分离器20并被分离水分之后,被向废气节能器10的过热器11引导。被引导至过热器11的蒸汽通过与废气进行热交换而变为过热蒸汽。

[0054] 由过热器11生成的过热蒸汽被向过热蒸汽供给管L2引导。被引导至过热蒸汽供给管L2的过热蒸汽经由主塞止阀(省略图示)及调速阀35而被向蒸汽涡轮30供给。蒸汽涡轮30通过导入的蒸汽而被驱动旋转,旋转输出向发电机40传递。在发电机40中,通过从蒸汽涡轮30得到的旋转输出而发电,并经由输出电线41及断路器80而将该发电输出向船内电力系统400供给。

[0055] 接着,对由控制部90对调速阀35及蒸汽放泄阀60进行的开度控制进行说明。

[0056] 当柴油主机100开始运转且汽水分离器20内的蒸汽的压力达到蒸汽放泄阀60的设定压力 P_s 时,控制部90将蒸汽放泄阀60设为开状态,以使汽水分离器20的蒸汽的压力低于设定压力 P_s 。

[0057] 如图2所示,控制部90将蒸汽放泄阀60的开度维持为作为全开状态的100%,直到柴油主机100的输出(在将最大输出设为100%的情况下的输出的比例)达到40%为止。这是

由于,在柴油主机100的输出小于30%的情况下,调速阀35为闭状态而不从汽水分离器20向蒸汽涡轮30引导蒸汽,汽水分离器20的蒸汽的压力达到蒸汽放泄阀60的设定压力。

[0058] 另一方面,当柴油主机100的输出超过40%时,控制部90根据柴油主机100的输出的增加而使蒸汽放泄阀60的开度逐渐减少。在柴油主机100的输出为45%以上的区域中,控制部90将蒸汽放泄阀60的开度维持为作为全闭状态的0%。

[0059] 此外,图2所示的例子表示在不产生蒸汽涡轮30的急停止的通常的运转状态下的蒸汽放泄阀60的开度。在产生蒸汽涡轮30的急停止等而汽水分离器20的蒸汽的压力急剧上升的情况下,即使是在柴油主机100的输出为45%以上的区域中,蒸汽放泄阀60也为开状态。

[0060] 在柴油主机100的输出达到规定输出(在图2所示的例子中为30%)时,控制部90使调速阀35的开度从全闭状态的0%逐渐增加。

[0061] 在此,控制部90对调速阀35进行控制,以将每1分钟(单位时间)的开度的增加量限制于一定量以下。这是为了将汽水分离器20的蒸汽的每单位时间的压力降低限制于一定量以下而防止气蚀的产生。如此,本实施方式的控制部90对调速阀35的开度进行控制,以使压力传感器27输出的蒸汽的压力的每单位时间的变动为规定压力以下。

[0062] 此外,优选的是,汽水分离器20的蒸汽的每1分钟(单位时间)的压力降低量的上限值例如设为 $0.1\text{kg}/\text{cm}^2$ 。

[0063] 如图2所示,控制部90根据柴油主机100的输出增加而一边将每1分钟(单位时间)的开度的增加量维持于一定量以下一边使调速阀35的开度逐渐增加。在图2所示的例子中,在柴油主机100的输出超过55%的情况下,控制部90将调速阀35的开度控制为全开状态即100%的开度。

[0064] 在柴油主机100的输出超过55%的情况下将调速阀35设为全开是为了消除在将调速阀35的开度设为小于100%的情况下产生的节流损失(throttle loss)。一般,将为了消除节流损失(throttle loss)而将调速阀35全开地进行运转的情况称为变压运转。在变压运转中,在柴油主机100的输出超过一定输出(例如,55%)的情况下,根据柴油主机100的输出,向蒸汽涡轮30流入的过热蒸汽的压力变化。

[0065] 接着,参照图3的流程图及图4、图5,对图1所示的控制部90执行的蒸汽放泄阀60的设定压力 P_s 的设定处理进行说明。

[0066] 在步骤S301中,控制部90对是否发电机40产生的电力的频率达到船内电力系统400的系统频率而将断路器80从断开状态切换为接通状态进行判定。在判断为断路器80为接通状态的情况下(在步骤S301中为是),控制部90使处理进入步骤S302。在断路器80为接通状态的情况下,调速阀35为开状态而开始蒸汽涡轮30的起动。

[0067] 在步骤S302中,控制部90对蒸汽放泄阀60是否为全闭状态进行判定。在判定为蒸汽放泄阀60为全闭状态的情况下(在步骤S302中为是),控制部90使处理进入步骤S303。在蒸汽放泄阀60为全闭状态的情况下,调速阀35为开状态且汽水分离器20的蒸汽的压力小于蒸汽放泄阀60的设定压力。

[0068] 在步骤S303中,由于断路器80为接通状态并且蒸汽放泄阀60为全闭状态,因此控制部90判断蒸汽涡轮30处于运转中。控制部90通过运转模式来设定蒸汽放泄阀60的设定压力 P_s 。

[0069] 在步骤S304中,由于断路器80为断开状态或者蒸汽放泄阀60为开状态,因此控制部90判断蒸汽涡轮30处于停止中。控制部90通过停止模式来设定蒸汽放泄阀60的设定压力 P_s 。

[0070] 此外,在蒸汽涡轮30紧急停止而断路器80被从接通状态切换为断开状态的情况下,控制部90在步骤S301中判定为否并将运转模式切换为停止模式。即,控制部90将通过图5所示的设定压力 P_{s2} 和实际蒸汽压力 P_a 来对蒸汽放泄阀60的开闭状态进行控制的模式向通过图4所示的设定压力 P_{s1} 和设计蒸汽压力 P_d 来对蒸汽放泄阀60的开闭状态进行控制的模式切换。

[0071] 以下,对控制部90设定设定压力 P_s 的运转模式及停止模式进行说明。

[0072] 首先,参照图4对停止模式进行说明。

[0073] 图4中实线所示的压力(以下,称为设定压力 P_{s1} 。)是控制部90在停止模式下设定的蒸汽放泄阀60的设定压力。图4中一点划线所示的压力(以下,称为设计蒸汽压力 P_d 。)是从图表信息得到的压力的一例,该图表信息表示柴油主机100的输出与根据输出而变动的的设计蒸汽压力 P_d 的对应关系。图4中双点划线所示的压力(以下,称为设定压力 P_{pref} 。)是蒸汽放泄阀60的设定压力的比较例。图4所示的比较例是以与柴油主机100的输出无关的方式将蒸汽放泄阀60为开状态的设定压力设定为固定值的例子。

[0074] 此外,设定压力 P_{pref} 为比柴油主机100的输出为100%的情况下的设计蒸汽压力 P_d 还要充分高的压力值 P_3 。这是为了通过将设定压力 P_{pref} 设定为与废热回收装置300通常运转的情况下的设计蒸汽压力 P_d 相比充分高的压力值 P_3 ,从而在废热回收装置300的通常运转中不使蒸汽从蒸汽放泄阀60流出。这是基于如下的设计思想的设计:只要不在废热回收装置300产生异常(蒸汽压力的急速上升)就不会浪费蒸汽。该现有的设计思想是如下的思想:将蒸汽全部利用为船用杂用蒸汽等而不将被从汽水分离器导出的蒸汽向冷凝器等引导。

[0075] 在此,设计蒸汽压力 P_d 是从图表信息得到的压力,该图表信息表示柴油主机100的输出与根据输出而变动的的设计蒸汽压力 P_d 的对应关系。该图表信息是关系到一定的环境条件下预先测定的柴油主机100的输出与相对于该输出而得到的汽水分离器20的蒸汽的压力的关系的信息。图表信息预先存储于控制部90的存储部(省略图示)。

[0076] 如图4所示,控制部90在蒸汽涡轮30的停止中对蒸汽放泄阀60设定的设定压力 P_{s1} 为设计蒸汽压力(第一压力) P_d 加上固定压力 P_c 而得到的压力(第二压力)。在图4所示的例子中,与柴油主机100的输出的值无关,总是将设计蒸汽压力 P_d 加上固定压力 P_c 而得到的压力作为设定压力 P_{s1} 。

[0077] 在此,对控制部90设定设定压力 P_{pref} 的情况与设定设定压力 P_{s1} 的情况的差异进行说明。在此,作为一例,对根据柴油主机100的输出达到55%而将蒸汽涡轮30起动的情况进行说明。

[0078] 在控制部90设定设定压力 P_{pref} 的情况下,从柴油主机100的输出达到55%开始将调速阀35从全闭状态打开,该时刻下的汽水分离器20的蒸汽的压力为压力值 P_3 。因此,在为了防止气蚀的产生而将汽水分离器20的蒸汽的每1分钟(单位时间)的压力降低量设为 P_{dif} [kg/cm^2]的情况下,将调速阀35从全闭状态切换为全开状态所需要的时间为 $(P_3 - P_1) / P_{dif}$ [分]。在此, P_1 是柴油主机100的输出为55%的情况下的设计蒸汽压力 P_d 的压力值。

[0079] 另一方面,在控制部90设定设定压力 P_{s1} 的情况下,从柴油主机100的输出达到55%开始将调速阀35从全闭状态打开,该时刻下的汽水分离器20的蒸汽的压力为压力值 P_2 。如图4所示,这是为了在柴油主机100的输出为55%的情况下的设定压力 P_{s1} 为压力值 P_2 。

[0080] 因此,在为了防止气蚀的产生而将汽水分离器20的蒸汽的每1分钟(单位时间)的压力降低量设为 $P_{dif}[\text{kg}/\text{cm}^2]$ 的情况下,将调速阀35从全闭状态切换为全开状态所需要的时间为 $(P_2 - P_1) / P_{dif}[\text{分}]$ 。

[0081] 如此,在控制部90设定设定压力 P_{ref} 的情况下,将调速阀35从全闭状态切换为全开状态所需要的时间为 $(P_3 - P_1) / P_{dif}[\text{分}]$ 。另一方面,在控制部90设定设定压力 P_{s1} 的情况下,将调速阀35从全闭状态切换为全开状态所需要的时间为 $(P_2 - P_1) / P_{dif}[\text{分}]$ 。因此,在控制部90设定设定压力 P_{s1} 的情况下,将调速阀35从全闭状态切换为全开状态所需要的时间被缩短 $(P_3 - P_2) / P_{dif}[\text{分}]$ 。

[0082] 另外,在图4所示的例子中,与柴油主机100的输出的值无关,始终将设计蒸汽压力 P_d 加上固定压力 P_c 而得到的压力作为设定压力 P_{s1} ,但也可以是其他方式。例如,也可以将设计蒸汽压力 P_d 的值本身设定为设定压力 P_{s1} 。

[0083] 另外,例如也可以使与设计蒸汽压力 P_d 相加的压力根据柴油主机100的输出的值而不同。在该情况下,与设计蒸汽压力 P_d 相加的压力处于0以上且固定压力 P_c 以下的范围。即,控制部90也可以将根据设计蒸汽压力 P_d 而变动的设定压力 P_{s1} 设定为设计蒸汽压力 P_d 以上且设计蒸汽压力 P_d 加上固定压力 P_c 而得到的压力以下。

[0084] 此外,通过将固定压力 P_c 设定为大于0的适当的值而能够抑制如下的不良情况:由于设计蒸汽压力 P_d 的值与设定压力 P_{s1} 的值一致或者接近而产生振荡现象(由蒸汽放泄阀60反复开闭产生的振动现象)。

[0085] 接着,参照图5对运转模式进行说明。

[0086] 控制部90设定的运转模式是在蒸汽涡轮30的运转中对蒸汽放泄阀60设定设定压力 P_s 的模式。

[0087] 图5中实线所示的压力(以下,称为设定压力 P_{s2} 。)是控制部90在运转模式下设定的蒸汽放泄阀60的设定压力。图5中一点划线所示的压力(以下,称为实际蒸汽压力 P_a 。)是从压力传感器27向控制部90输出的压力的一例。图5中双点划线所示的压力(以下,称为设定压力 P_{ref} 。)是蒸汽放泄阀60的设定压力的比较例。图5所示的比较例与图4所示的比较例相同。

[0088] 此外,设定压力 P_{ref} 为比柴油主机100的输出为100%的情况下的实际蒸汽压力 P_a 还要充分高的压力值 P_3 。这是为了通过将设定压力 P_{ref} 设定为与废热回收装置300通常运转的情况下的实际蒸汽压力 P_a 相比充分高的压力值 P_3 ,从而在废热回收装置300的通常运转中不使蒸汽从蒸汽放泄阀60流出。这是基于如下的设计思想的设计:只要不在废热回收装置300产生(蒸汽压力的急速上升)就不会浪费蒸汽。

[0089] 如图5所示,控制部90在蒸汽涡轮30的运转中对蒸汽放泄阀60设定的设定压力 P_{s2} 为实际蒸汽压力(第一压力) P_a 加上固定压力 P_c 而得到的压力(第二压力)。在图5所示的例子中,与柴油主机100的输出的值无关,始终将实际蒸汽压力 P_a 加上固定压力 P_c 而得到的压力作为设定压力 P_{s2} 。

[0090] 此外,在以上,控制部90将实际蒸汽压力 P_a 加上固定压力 P_c 而得到的压力设定为设定压力 P_{s2} 。在此,控制部90将设定压力 P_{s2} 设成至少在一定时间内不更新的压力。这是为了避免如下的不良情况:由于实时更新设定压力 P_{s2} ,设定压力 P_{s2} 伴随实际蒸汽压力 P_a 的急速上升而急速上升,无法完成由蒸汽放泄阀60进行的过剩蒸汽的排出。

[0091] 另外,在图5所示的例子中,与柴油主机100的输出的值无关,始终将实际蒸汽压力 P_a 加上固定压力 P_c 而得到的压力作为设定压力 P_{s2} ,但也可以是其他方式。

[0092] 例如,也可以将实际蒸汽压力 P_a 的值本身设定为设定压力 P_{s2} 。

[0093] 另外,例如也可以使与实际蒸汽压力 P_a 相加的压力根据柴油主机100的输出的值而不同。在该情况下,与实际蒸汽压力 P_a 相加的压力处于0以上且固定压力 P_c 以下的范围。即,控制部90也可以将根据实际蒸汽压力 P_a 而变动的设定压力 P_{s2} 设定为实际蒸汽压力 P_a 以上且实际蒸汽压力 P_a 加上固定压力 P_c 而得到的压力以下。

[0094] 此外,通过将固定压力 P_c 设定为大于0的适当的值而能够抑制如下的不良情况:由于实际蒸汽压力 P_a 的值与设定压力 P_{s2} 的值一致或者接近而产生振荡现象(由蒸汽放泄阀60反复开闭产生的振动现象)。

[0095] 此外,对于在图4及图5中说明的压力值 P_1 、 P_2 、 P_3 的值,例如是 $P_1=5.5[\text{kg}/\text{cm}^2]$ 、 $P_2=7.0[\text{kg}/\text{cm}^2]$ 、 $P_3=13.0[\text{kg}/\text{cm}^2]$ 。另外,作为固定压力 P_c 的值,能够采用 $2.5[\text{kg}/\text{cm}^2]$ 以下的范围的任意的值(例如, $1.5[\text{kg}/\text{cm}^2]$)。此外, $1.5[\text{kg}/\text{cm}^2]$ 的值是能够可靠地抑制产生振荡现象的不良情况的值的一例。

[0096] 对以上说明的本实施方式所起到的作用及效果进行说明。

[0097] 根据本实施方式的废热回收装置300,汽水分离器20的蒸汽(主蒸汽)的压力与控制部90从图表信息取得的设计蒸汽压力 P_d 或者压力传感器27输出的实际蒸汽压力 P_a 相同、或者维持在设计蒸汽压力 P_d 或实际蒸汽压力 P_a 加上固定压力 P_c 而得到的压力(第二压力)以下的范围。汽水分离器20的蒸汽的压力通过柴油主机100的输出而变动,控制部90根据汽水分离器20的蒸汽的压力而适当地设定蒸汽放泄阀60的设定压力 P_{s1} 、 P_{s2} 。因此,汽水分离器20的蒸汽的压力维持在与柴油主机100的输出对应的适当的范围内。由此,与与柴油主机100的输出无关的方式将蒸汽放泄阀60的设定压力 P_{s1} 、 P_{s2} 设定为固定值的情况相比,能够防止相对于柴油主机100的输出将汽水分离器20内的蒸汽的压力维持得高。因此,即使在对调速阀35的开度进行控制以使汽水分离器20的蒸汽的压力的每单位时间的变动为规定压力的情况下,也能够缩短蒸汽涡轮30的起动时间。

[0098] 在本实施方式的废热回收装置300中,控制部90对调速阀35的开度进行控制,以使汽水分离器20的蒸汽的压力的每单位时间的变动为规定压力以下。

[0099] 由此,由于汽水分离器20的蒸汽的压力的每单位时间的变动为规定压力以下,因此汽水分离器20内的水的压力被维持为不低于该水的温度下的饱和蒸汽压,能够抑制气蚀的产生。

[0100] 另外,本实施方式的内燃机系统具备柴油主机100和上述的废热回收装置300。

[0101] 由于具备上述的废热回收装置300,因此能够提供如下的内燃机系统:即使在对调速阀35的开度进行控制以使汽水分离器20的蒸汽的压力的每单位时间的变动为规定压力以下的情况下,也能够缩短蒸汽涡轮30的起动时间。

[0102] 另外,本实施方式的船舶具备上述的内燃机系统。

[0103] 由于具备上述的内燃机系统,因此能够提供如下的船舶:即使在对调速阀35的开度进行控制以使汽水分离器20的蒸汽的压力的每单位时间的变动为规定压力以下的情况下,也能够缩短蒸汽涡轮30的起动时间。

[0104] 符号说明

[0105] 10 废气节能器

[0106] 20 汽水分离器

[0107] 25 锅炉水循环泵

[0108] 27 压力传感器(输出部)

[0109] 30 蒸汽涡轮

[0110] 35 调速阀(调整阀)

[0111] 40 发电机

[0112] 50 冷凝器

[0113] 55 冷凝泵

[0114] 60 蒸汽放泄阀

[0115] 70 船内杂用蒸汽调整阀

[0116] 80 断路器

[0117] 90 控制部

[0118] 100 柴油主机(内燃机)

[0119] 200 增压器

[0120] 300 废热回收装置

[0121] 400 船内电力系统

[0122] L1 废气管

[0123] L2 过热蒸汽供给管

[0124] L3 蒸汽配管

[0125] Pa 实际蒸汽压力

[0126] Pd 设计蒸汽压力

[0127] Ps1、Ps2 设定压力

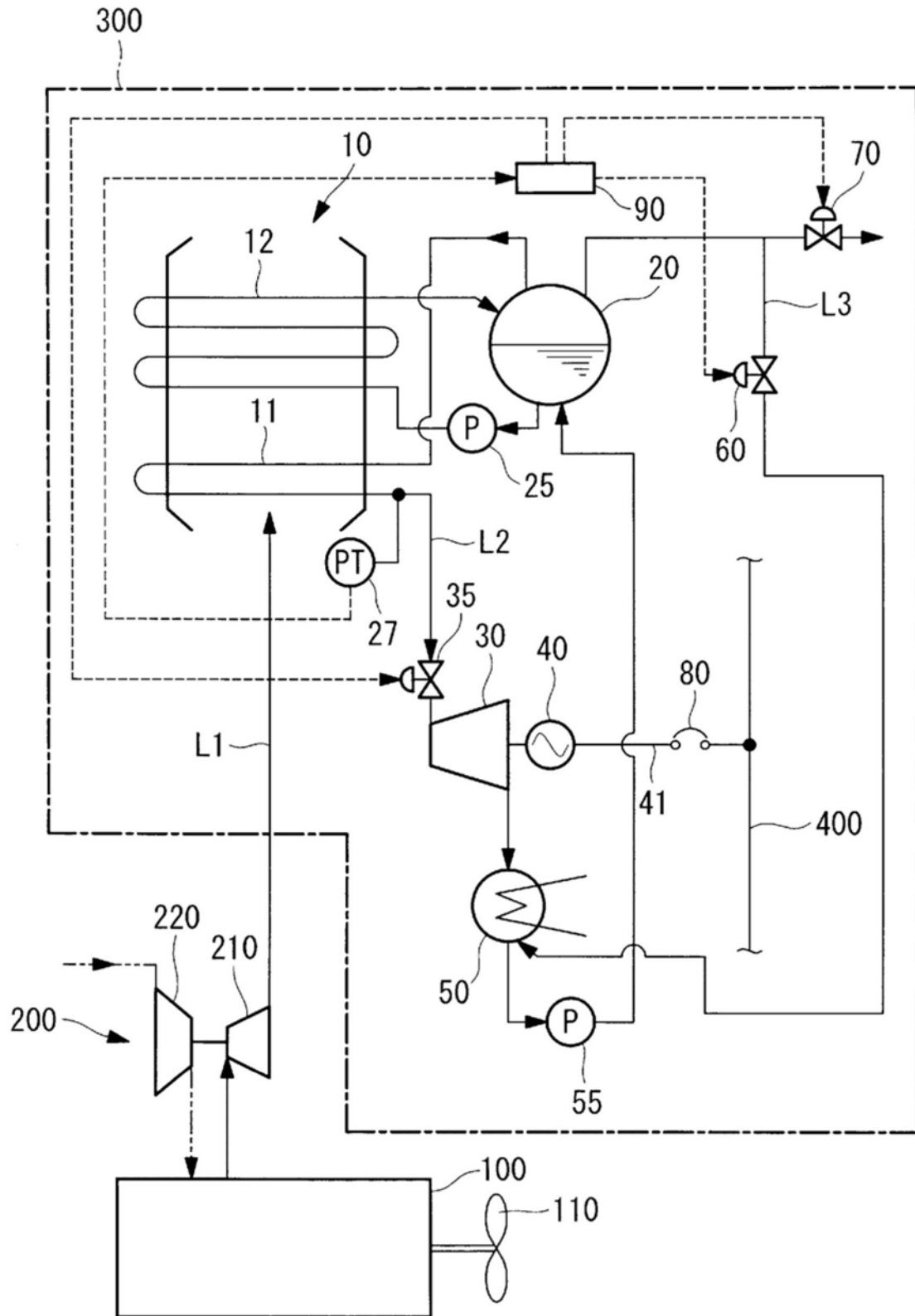


图1

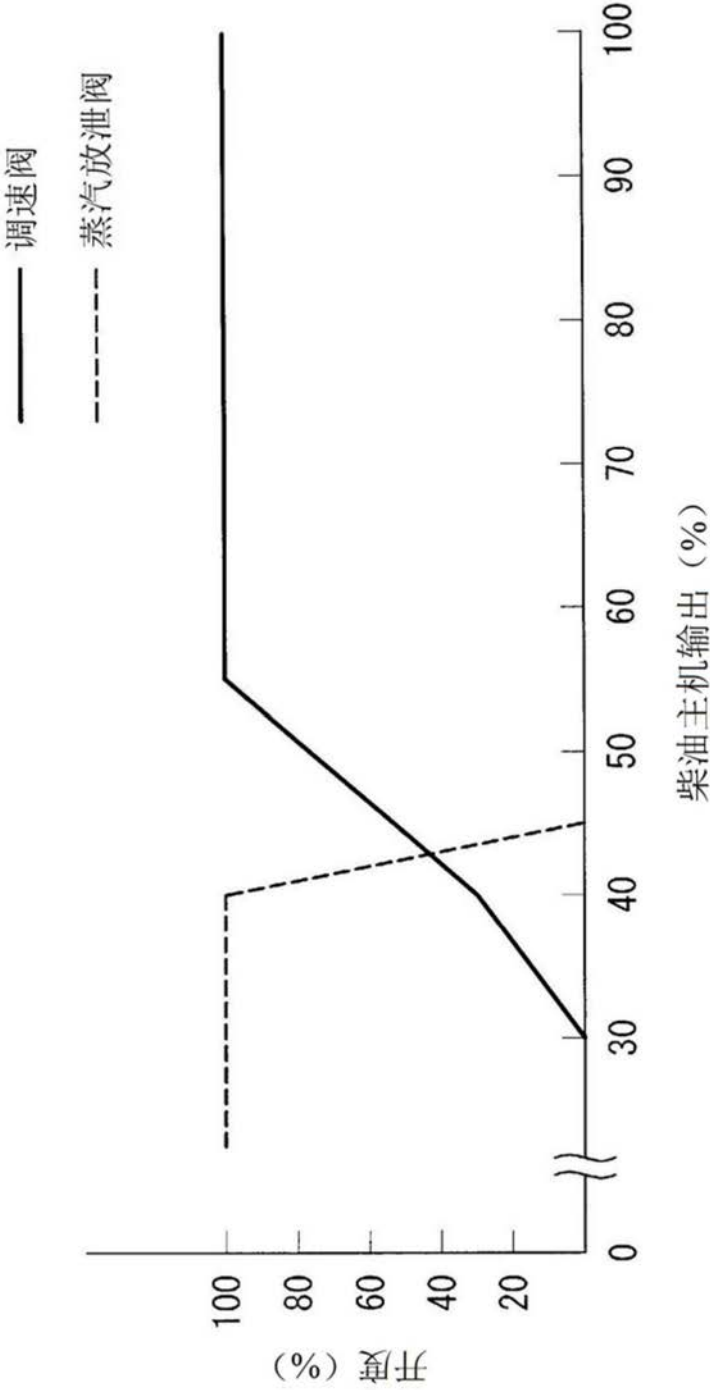


图2

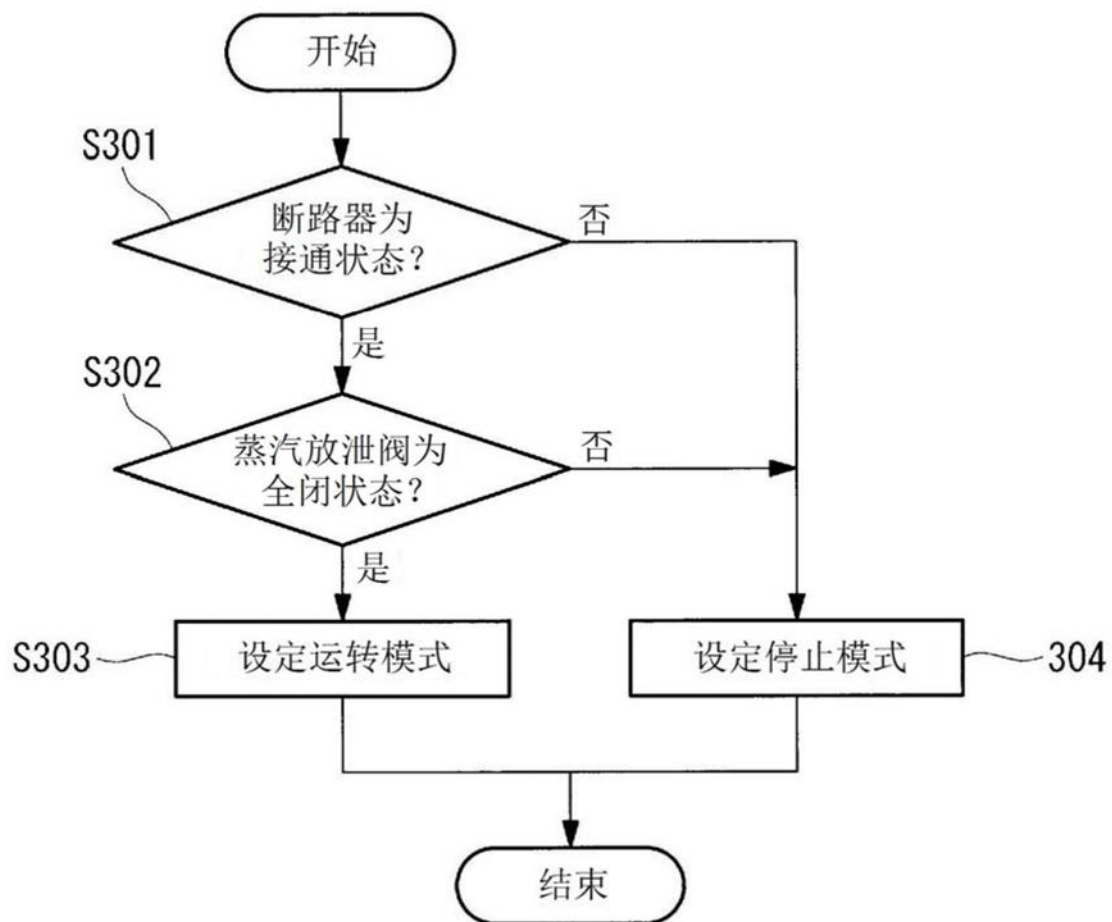


图3

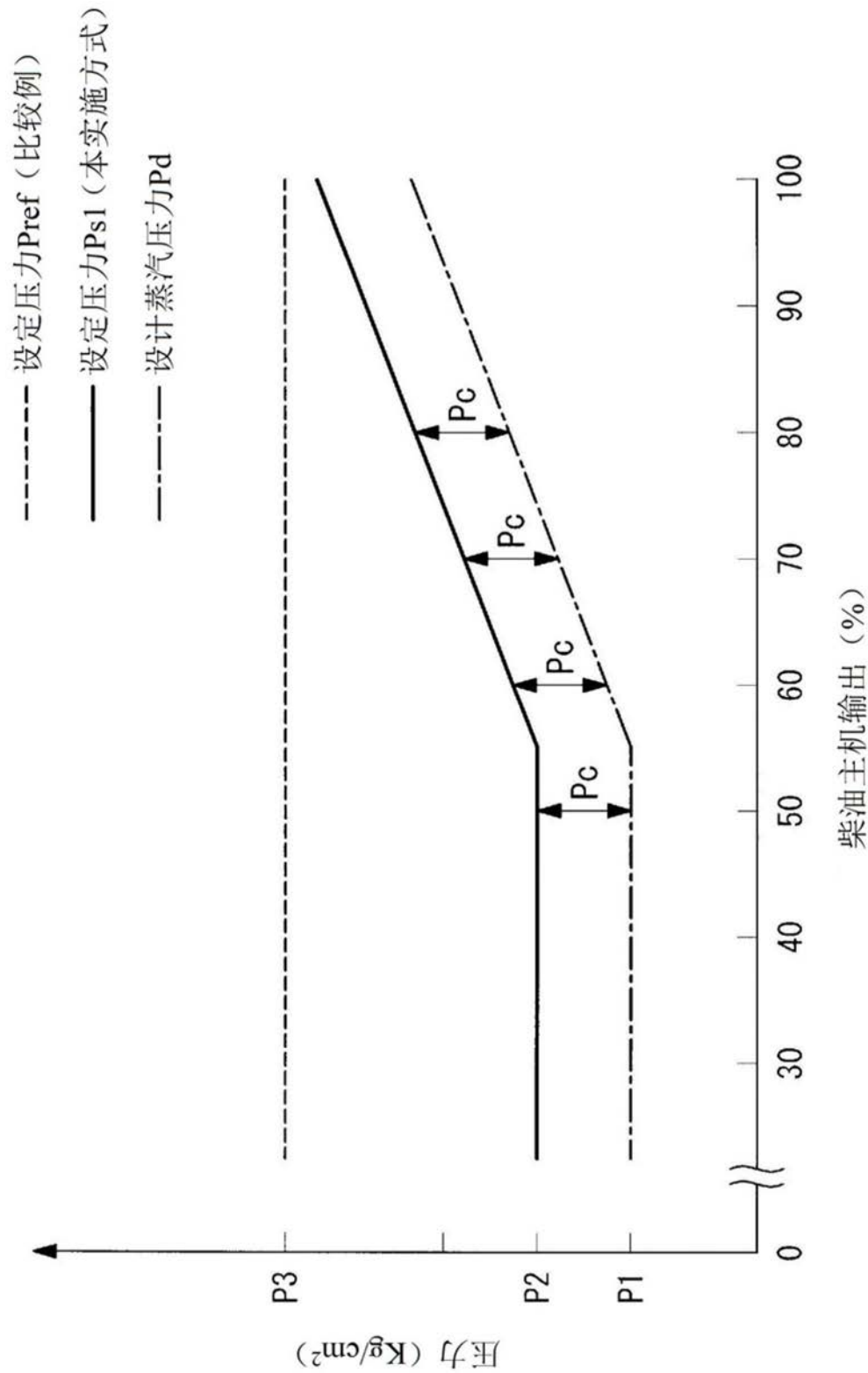


图4

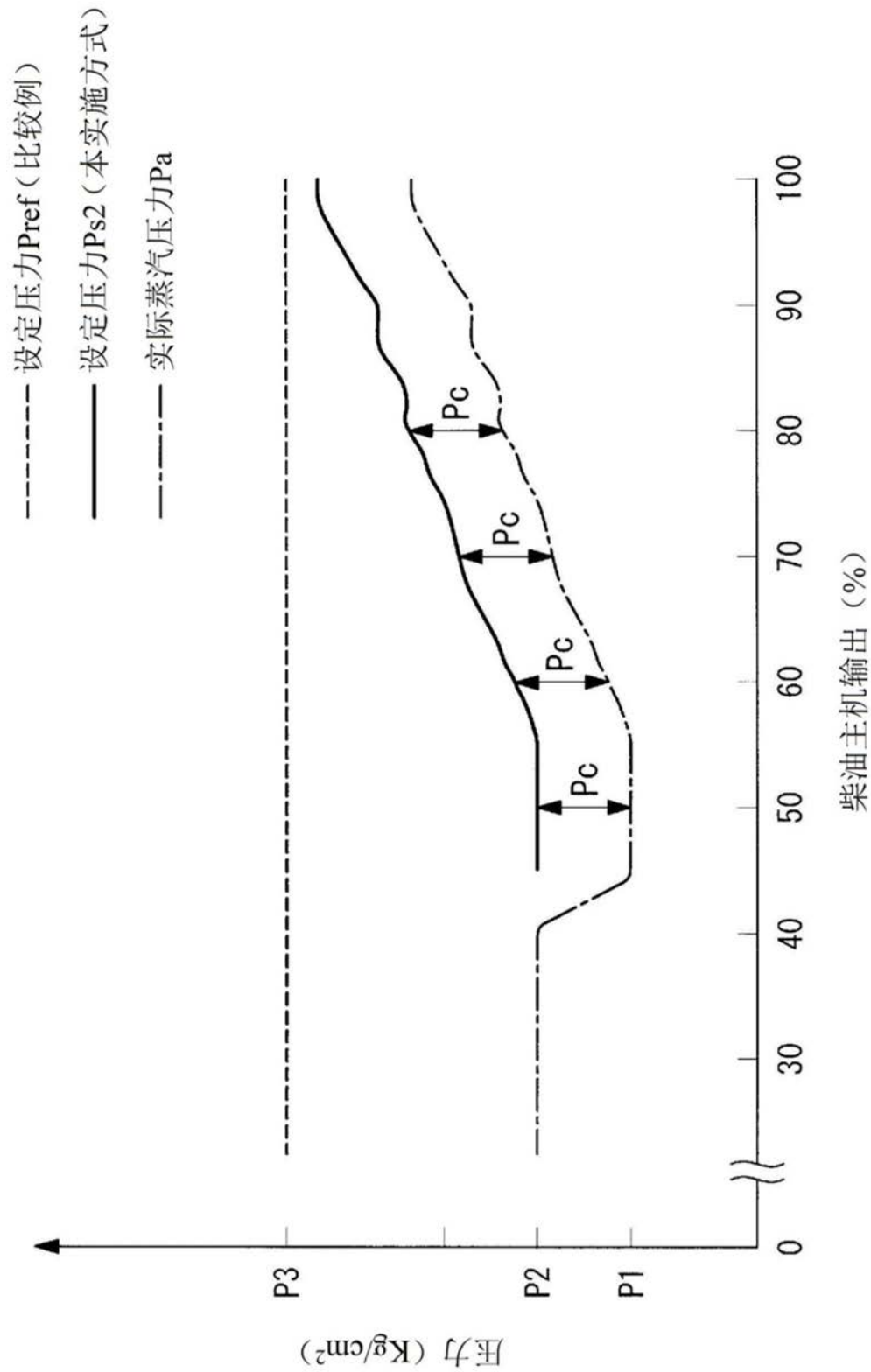


图5