



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113260775 A

(43) 申请公布日 2021.08.13

(21) 申请号 202080008250.3

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(22) 申请日 2020.03.17

代理人 王丽军

(30) 优先权数据

1950345-7 2019.03.20 SE

(51) Int.Cl.

F01N 5/02 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

F01K 23/06 (2006.01)

2021.07.07

F02G 5/02 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/SE2020/050273 2020.03.17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/190199 EN 2020.09.24

(71) 申请人 斯堪尼亚商用车有限公司

地址 瑞典南泰利耶

(72) 发明人 S·约翰松 E·霍克戴尔

B·约翰逊

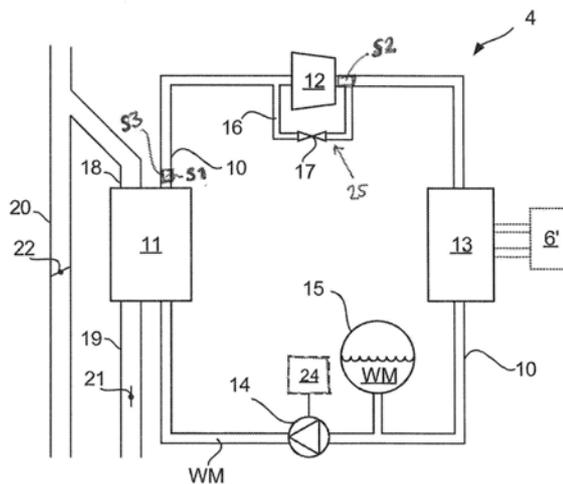
权利要求书3页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称

控制单元、废热回收系统、包括这样的系统的运载工具以及用于启动废热回收系统的膨胀装置的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于废热回收系统的控制单元,其中在满足第一条件之后在第一操作模式下操作废热回收系统并且在满足第二条件之后在第二操作模式下操作系统。本发明还涉及一种用于启动废热回收系统中的膨胀装置的方法。



1. 一种用于启动燃式发动机中的废热回收系统的膨胀装置的方法,其中所述废热回收系统(4)包括热交换器(11)、膨胀装置(12)、冷凝器(13)和构造成使工作介质(WM)循环的工作介质传送器(14),所述方法包括

-响应于满足第一条件而使工作介质(WM)在所述废热回收系统(4)中循环,其中所述工作介质(WM)在所述热交换器(11)下游处于第一质量流量,并且其中所述工作介质(WM)循环通过所述膨胀装置(12)中的旁路管路(16),

-响应于满足第二条件,在所述热交换器(11)下游将所述工作介质(WM)的质量流量改变为第二质量流量,并且重新引导来自所述旁路管路(16)的工作介质(WM)通过所述膨胀装置(12)以启动所述膨胀装置(12),

其中所述第二质量流量低于所述第一质量流量。

2. 根据权利要求1的方法,其中所述第一条件是运载工具的燃式发动机(31)的启动。

3. 根据权利要求1的方法,其中所述第一条件是热交换器温度,例如所述热交换器(11)中的加热介质的温度或所述热交换器(11)上游的加热介质的温度。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其中所述第二条件是膨胀装置温度,所述膨胀装置温度可以是所述膨胀装置(12)的下游端处的膨胀装置温度和所述膨胀装置(12)的下游端处的工作介质(WM)的温度中的一者或多者。

5. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其中所述第二条件是自满足所述第一条件以来已过去的时间。

6. 根据任一前述权利要求所述的方法,其中通过减少加热介质向所述热交换器(11)的供应并且通过减小所述工作介质(WM)的质量流量将所述热交换器(11)中的或所述热交换器(11)下游的工作介质(WM)的温度保持在预定的第一温度,将所述工作介质(WM)的质量流量从所述第一质量流量改变为所述第二质量流量。

7. 根据任一前述权利要求所述的方法,还包括响应于所述热交换器(11)下游的工作介质(WM)的质量流量高于预定的最大工作介质质量流量和/或响应于热交换器温度高于预定的优选热交换器温度而减少加热介质向所述热交换器(11)的供应,其中所述热交换器温度可以是所述热交换器(11)中的或所述热交换器(11)下游的工作介质(WM)的温度。

8. 根据任一前述权利要求所述的方法,还包括在满足所述第二条件之后请求燃式发动机(2)的操作改变,其中所述操作改变可以是换挡或停止和启动所述燃式发动机。

9. 一种用于燃式发动机的废热回收系统的控制单元,所述废热回收系统(4)具有热交换器(11)、膨胀装置(12)、冷凝器(13)和用于使工作介质(WM)在系统中循环的工作介质传送器(14),

所述控制单元配置成获得对应于满足第一条件的信号,并且生成用于在第一操作模式下操作所述工作介质传送器(14)和膨胀装置旁路(25)的至少一个信号,

其中所述控制单元(24)还配置成获得对应于满足第二条件的信号,并且生成用于在第二操作模式下操作所述工作介质传送器(14)和所述膨胀装置旁路(25)的至少一个信号。

10. 根据权利要求9所述的控制单元,其中用于在所述第一操作模式下操作所述工作介质传送器(14)和所述膨胀装置旁路(25)的至少一个信号包括用于使所述工作介质传送器(14)循环所述工作介质(WM)并且将所述工作介质(WM)在所述热交换器(11)下游保持在第一质量流量的信号,并且还包括用于使所述膨胀装置旁路(25)引导所述工作介质(WM)通过

所述膨胀装置(12)处的旁路管路(16)的信号,

并且其中进一步地,用于在所述第二操作模式下操作所述工作介质传送器(14)和所述膨胀装置旁路(25)的至少一个信号包括用于使所述工作介质传送器(14)将所述工作介质(WM)在所述热交换器(11)下游保持在第二质量流量的信号,其中所述第二质量流量低于所述第一质量流量,

并且还包含用于使所述膨胀装置旁路(25)引导所述工作介质通过所述膨胀装置(12)以启动所述膨胀装置(12)的信号。

11. 根据权利要求9或10所述的控制单元,其中所述控制单元(24)还配置成获得对应于热交换器温度,例如所述热交换器(11)中的或所述热交换器(11)下游的工作介质(WM)的温度,或所述热交换器(11)下游的工作介质质量流量的信号,并且生成用于操作热交换器旁路控件的信号,以在检测到的热交换器温度高于预定的优选热交换器温度时,或者在检测到的工作介质质量流量高于预定的最大工作介质质量流量时限制加热介质的供应。

12. 根据权利要求9-11中任一项所述的控制单元,其中所述控制单元(24)还配置成在获得对应于满足所述第二条件的信号之后请求燃式发动机的操作改变,其中所述操作改变可以是换挡或停止和启动所述燃式发动机。

13. 一种用于燃式发动机的废热回收系统,其包括热交换器(11)、膨胀装置(12)、冷凝器(13)和用于使工作介质(WM)在系统中循环的工作介质传送器(14),并且还包括根据权利要求9-12中任一项所述的控制单元。

14. 根据权利要求13所述的废热回收系统,包括用于检测所述第一条件的满足的第一传感器(S1),所述第一传感器(S1)可操作地连接到所述控制单元(24),并且可选地还包括用于检测所述第二条件的满足的第二传感器(S2),所述第二传感器(S2)可操作地连接到所述控制单元(24)。

15. 根据权利要求13或14所述的废热回收系统,还包括具有旁路阀(17)的膨胀装置旁路(25),所述旁路阀用于控制进入旁路管路(16)或进入所述膨胀装置(12)的至少一个活塞的工作介质(WM)的质量流量。

16. 根据权利要求14-15中任一项所述的废热回收系统,其中所述第一传感器(S1)配置成检测运载工具的燃式发动机的启动作为满足所述第一条件。

17. 根据权利要求14-15中任一项所述的废热回收系统,其中所述第一传感器(S1)配置成检测热交换器温度作为满足所述第一条件,其中所述热交换器温度可以是所述热交换器中的加热介质的温度或所述热交换器(11)上游的加热介质的温度。

18. 根据权利要求14-17中任一项所述的废热回收系统,其中所述第二传感器(S2)配置成检测膨胀装置温度,例如所述膨胀装置(12)的下游端处的膨胀装置温度作为满足所述第二条件,并且其中所述膨胀装置温度可以是所述膨胀装置(12)处的工作介质(WM)的温度或所述膨胀装置(12)的下游端处的或所述膨胀装置(12)下游的工作介质(WM)的温度。

19. 根据权利要求14-18中任一项所述的废热回收系统,其中所述第二传感器(S2)配置成检测自所述第一传感器(S1)检测到所述第一条件的满足以来已过去的时间作为满足所述第二条件。

20. 根据权利要求13-19中任一项所述的废热控制系统,还包括第三传感器(S3),所述第三传感器用于检测热交换器温度,例如所述热交换器(11)中的或所述热交换器(11)下游

的工作介质(WM)的温度,或所述热交换器(11)下游的工作介质质量流量。

21. 根据权利要求13-20中任一项所述的废热回收系统,其中所述控制单元(24)分布在所述废热回收系统(4)中,或者其中所述第一传感器(S1)、所述第二传感器(S2)或所述第三传感器(S3)中的至少一个与所述控制单元(24)和/或彼此集成。

22. 根据权利要求13-21中任一项所述的废热回收系统,其中所述膨胀装置(12)处的旁路管路(16)布置成在所述第一操作模式期间将热从所述旁路管路(16)中的工作介质(WM)传递到所述膨胀装置(12)的至少一部分以加热所述膨胀装置(12)。

23. 一种数据处理装置,其包括用于执行根据权利要求1-8中任一项所述的方法的设备,其中所述数据处理装置可以是用于废热回收系统(4)的控制单元(24)。

24. 一种包括指令的计算机程序产品,当程序由计算机执行时,所述指令使所述计算机执行根据权利要求1-8中任一项所述的方法,其中所述计算机可以是用于废热回收系统的控制单元(24)。

25. 一种包括指令的计算机可读存储介质,所述指令在由计算机执行时,使所述计算机执行根据权利要求1-8中任一项所述的方法。

26. 一种运载工具,其包括具有根据权利要求9-12中任一项所述的控制单元的废热回收系统或具有根据权利要求13-22中任一项所述的废热回收系统。

控制单元、废热回收系统、包括这样的系统的运载工具以及用于启动废热回收系统的膨胀装置的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种废热回收系统以及一种用于通过响应于满足第一条件和第二条件来控制工作介质的质量流量来启动废热回收系统中的膨胀装置的方法。此外，本发明涉及一种包括废热回收系统的运载工具。

背景技术

[0002] 如今，运载工具制造商正在努力提高发动机效率并降低燃料消耗。这对于重型运载工具（例如卡车和公共汽车）的制造商来说尤其是一个问题。改进发动机效率和燃料消耗的一种方式是在废热回收。在具有内燃式发动机的运载工具中，来自燃料的一些能量通过排气管和发动机冷却系统以热量的形式消散。通过使用废热回收系统，来自废气的热量可以替代地用于加热各种运载工具部件或产生机械功或电力。这样的机械功可以例如传递到传动系或曲轴，并且因此用于帮助推动运载工具。废热回收系统还可以从运载工具中的其它热源（例如，EGR气体、冷却流体或燃料电池）回收热。

[0003] 废热回收系统通常包括工作介质在其中循环的回路。该回路包括热交换器、膨胀装置、冷凝器和工作介质传送器。在进入热交换器之前，工作介质处于液态。热交换器构造造成蒸发工作介质以产生过热蒸汽。为此，热交换器在热源（例如来自内燃式发动机的废气）与工作介质之间传递热。由热交换器产生的过热蒸汽然后进入膨胀装置，过热蒸汽在膨胀装置中膨胀。借助于膨胀装置，回收的热可以转化为机械功或电力。举例来说，膨胀装置可以使用离合器或飞轮机械地连接到动力系。此后工作介质在冷凝器中被冷却，使得工作介质恢复为液态。冷凝器通常可以连接到冷却系统，所述冷却系统又可以是发动机冷却系统的一部分或者是独立的冷却系统。通常可以是泵的传送器构造成例如通过对工作介质加压来控制回路中工作介质的质量流量。废热回收系统因此可以基于例如兰金循环。废热回收系统还可以包括用于储存工作介质并确保回路中始终有足够的工作介质可用的储存器。

[0004] 当废热回收系统启动时，工作介质在整个回路中处于液态，并且热交换器是冷的。当热交换器被加热并且工作介质循环时，系统的操作开始，但是启动膨胀装置通常需要特殊措施以确保有效操作并避免损坏膨胀装置。如果工作介质在到达膨胀装置时仍处于液态，或者如果其由于膨胀装置尚未达到合适的工作温度而冷凝，则活塞被阻止按预期移动，并且在试图压缩处于液态的工作介质时甚至可能受到损坏。

[0005] 因此需要缓解上述问题的废热回收系统或用于启动废热回收系统中的膨胀装置的方法。

发明内容

[0006] 本发明的目的是消除或至少最小化上述问题。这通过用于废热回收系统的控制单元，包括这样的控制单元的废热回收系统，用于启动废热回收系统中的膨胀装置的方法以及包括这样的控制单元或废热回收系统的运载工具来实现。

[0007] 因此,实现克服或至少缓解上述缺陷中的至少一些的废热回收系统和用于启动膨胀装置的方法将是有益的。特别地,希望实现废热回收系统和用于启动膨胀装置的方法,其配置成检测第一条件和第二条件的满足,并且响应于条件的满足在第一操作模式和第二操作模式下操作系统以实现膨胀装置的启动的改善并且在废热回收系统的启动期间避免或至少最小化膨胀装置或回路中的其他部件损坏的风险。为了更好地解决这些问题中的一个或多个,提供了具有独立权利要求中限定的特征的方法、控制单元和废热回收系统。

[0008] 已知的现有技术解决方案可能涉及允许工作介质旁路通过膨胀装置直达到足够的温度,或者引入突然迫使活塞开始移动的机械运动或振动(有时称为冲击)。然而,这样的解决方案不能提供避免损坏活塞的风险的有效启动程序,原因是当膨胀装置内部的温度太低时,不存在防止工作介质在膨胀装置中返回液体形式的任何措施。在一些解决方案中,工作介质旁路通过膨胀装置直到其可以被热交换器加热以形成过热蒸汽为止,所述过热蒸汽具有足够高的温度以避免膨胀装置内部的冷凝,即使膨胀装置的温度较低。然而,工作介质的过高温可能损坏废热回收系统的其他组成部件,例如密封件等。在最坏的情况下,这可导致工作介质从废热回收系统泄漏。

[0009] 因此,用于启动机动运载工具中的废热回收系统的膨胀装置的方法可以包括:响应于满足第一条件而使工作介质在废热回收系统中循环,其中工作介质在热交换器下游处于第一质量流量,并且其中工作介质循环通过膨胀装置中的旁路管路;响应于满足第二条件,在热交换器下游将工作介质的质量流量改变为第二质量流量,并且重新引导来自旁路管路的工作介质通过膨胀装置以启动膨胀装置,其中第二质量流量低于第一质量流量。

[0010] 由此,膨胀装置的启动可以在第一操作模式下执行,在第一操作模式下,允许工作介质流动通过膨胀装置中的旁路管路以避免将液体工作介质插入膨胀装置中,并且同时允许来自旁路管路中的工作介质的热在膨胀装置的至少一部分中传播以加热膨胀装置。在第二操作模式下,使工作介质的质量流量降低以实现过热蒸汽,并且重新引导工作介质以流动通过膨胀装置而不是旁路管路。由此,当工作介质到达膨胀装置的活塞时膨胀装置已经被加热,并且过热蒸汽能够启动活塞的运动而不冷凝成液体形式。

[0011] 第一条件可以适当地是机动运载工具的燃式发动机的启动。由此,一旦热交换器能够为工作介质提供热,就开始用于启动膨胀装置的方法,使得膨胀装置可以在运载工具启动后尽快操作。

[0012] 可选地,第一条件可以适当地是热交换器温度,例如热交换器中的加热介质的温度或热交换器上游的加热介质的温度。由此,热交换器可以被废气或其他热源加热直到已达到合适的温度,使得可以以更省时的方式执行膨胀装置的启动并且使满足第一条件与启动膨胀装置之间的时间最小化。

[0013] 第二条件可以适当地是膨胀装置温度,例如膨胀装置的下游端处的膨胀装置温度或膨胀装置的下游端处的工作介质的温度。由此,一旦膨胀装置已达到合适的温度,就可以进行从第一操作模式到第二操作模式的改变。额外的益处是,在工作介质的温度高到足以损坏废热回收系统的温度敏感部件,例如密封件等之前,能够通过改变为第二操作模式来避免损坏这些温度敏感部件。

[0014] 可选地,第二条件可以适当地是自满足第一条件以来已过去的时间。由此,可以实现更具成本效益的废热回收系统,原因是需要更少的传感器和检测器来检测第一条件和第

二条件的满足。相反,可以根据关于膨胀装置在经受加热的工作介质时的温度升高速率的已知信息或者替代地根据关于废热回收系统中的至少一个部件的其他信息来选择合适的时间。由此,将膨胀装置加热到合适的温度所需的时间可以作为废热回收系统的输入给出并且用作如上所述的第二条件。

[0015] 通过减少加热介质向热交换器的供应,并且通过减小工作介质的质量流量来将热交换器中的或热交换器下游的工作介质的温度保持在预定的第一温度,可以将工作介质的质量流量从第一质量流量适当地改变为第二质量流量。由此,质量流量减小,但是由于温度保持稳定,工作介质从液体形式转变为过热气体形式。这具有以下优点:比一些现有技术解决方案更省时且更节能,并且提供了从液体到过热气体的快速改变。

[0016] 在本发明的一个示例中,可以检测热交换器下游的工作介质质量流量和/或热交换器温度,其中所述热交换器温度可以是热交换器中的或热交换器下游的工作介质的温度,并且如果检测到的热交换器温度高于预定的优选热交换器温度和/或如果检测到的热交换器下游的工作介质质量流量高于预定的最大工作介质质量流量,则可以减少加热介质向热交换器的供应。由此,可以控制并限制对工作介质的加热以避免加热过快,并且也避免由于工作介质的质量流量或温度过高而造成的损坏。

[0017] 在一个实施例中,该方法可以适当地包括在满足第二条件之后请求机动运载工具的燃式发动机的操作改变,所述操作改变可以是换档或停止和启动燃式发动机。由此,可以额外地向膨胀装置提供冲击以促进活塞的启动。

[0018] 用于根据本发明的废热回收系统的控制单元可以包括配置成获得对应于满足第一条件的信号并且生成用于在第一操作模式下操作工作介质传送器和膨胀装置旁路的至少一个信号的控制单元,其中控制单元还配置成获得对应于满足第二条件的信号并且生成用于在第二操作模式下操作工作介质传送器和膨胀装置旁路的至少一个信号。

[0019] 在一个实施例中,用于在第一操作模式下操作工作介质传送器和膨胀装置旁路的至少一个信号包括用于使工作介质传送器循环工作介质并将工作介质在热交换器下游保持在第一质量流量的信号,并且还包括用于使膨胀装置旁路引导工作介质通过膨胀装置处的旁路管路的信号,并且进一步地,用于在第二操作模式下操作工作介质传送器和膨胀装置旁路的至少一个信号包括用于使工作介质传送器将工作介质在热交换器下游保持在第二质量流量的信号,其中第二质量流量低于第一质量流量,并且还包括用于使膨胀装置旁路引导工作介质通过膨胀装置以启动膨胀装置的信号。

[0020] 在一个实施例中,控制单元还配置成获得对应于热交换器温度,例如热交换器中的或热交换器下游的工作介质的温度,或热交换器下游的工作介质质量流量的信号,并且生成用于操作热交换器旁路控件的信号,以在检测到的热交换器温度高于预定的优选热交换器温度时,或者在检测到的工作介质质量流量高于预定的最大工作介质质量流量时限制加热介质的供应。

[0021] 在一个实施例中,控制单元还配置成在获得对应于满足第二条件的信号之后请求燃式发动机的操作改变。所述操作改变可以是换档或停止和启动燃式发动机。

[0022] 根据本发明的废热回收系统可以包括热交换器、膨胀装置、冷凝器和用于使工作介质在系统中循环的工作介质传送器,并且还包括根据本发明的控制单元。

[0023] 由此,可以获得第一条件和第二条件的满足,并且废热回收系统可以在第一模式

和第二模式下响应于条件操作,以便以更有效和可靠的方式启动膨胀装置,如上所述。

[0024] 废热回收系统适当地包括用于检测第一条件的满足的第一传感器,第一传感器可操作地连接到控制单元,并且可选地还包括用于检测第二条件的满足的第二传感器,第二传感器可操作地连接到控制单元。

[0025] 工作介质传送器可以适当地在第一操作模式下构造成使工作介质循环并且将工作介质在热交换器下游保持在第一质量流量。

[0026] 此外,膨胀装置旁路可以在第一操作模式下构造成引导工作介质通过膨胀装置处的旁路管线,并且工作介质传送器可以在第二操作模式下构造成将工作介质在热交换器下游保持在第二质量流量,其中第二质量流量低于第一质量流量。此外,膨胀装置旁路可以适当地在第二操作模式下构造成引导工作介质通过膨胀装置以启动膨胀装置。由此,通过在第二操作模式下控制通过旁路管线的工作介质的质量流量以加热膨胀装置并减小工作介质的质量流量以便从液态改变为过热状态,系统可以进一步改善系统的启动。

[0027] 膨胀装置旁路可以适当地包括膨胀装置旁路阀,该膨胀装置旁路阀用于控制进入膨胀装置旁路管线或进入膨胀装置的至少一个活塞的工作介质的质量流量。由此,以可靠的方式控制工作介质的质量流量,使得质量流量可以被引导通过膨胀装置旁路管线或到达活塞。

[0028] 第一传感器可以适当地配置成检测机动运载工具的燃式发动机的启动作为第一条件。可选地,第一传感器可以配置成检测热交换器温度作为第一条件,并且热交换器温度可以是热交换器中的加热介质的温度或热交换器上游的加热介质的温度。

[0029] 第二传感器可以适当地配置成检测膨胀装置温度(例如膨胀装置下游端处的膨胀装置温度)作为第二条件,并且所述膨胀装置温度可以是膨胀装置处的工作介质的温度或者膨胀装置下游端处的或膨胀装置下游的工作介质的温度。可选地,第二传感器可以适当地配置成检测自第一传感器检测到第一条件以来已过去的时间作为第二条件。

[0030] 废热回收系统可以适当地包括第三传感器,所述第三传感器用于检测热交换器温度,例如热交换器中的或热交换器下游的工作介质的温度,或热交换器下游的工作介质质量流量,并且还可以包括用于限制加热介质向热交换器的供应的热交换器旁路控件,其中控制单元还配置成获得对应于温度或质量流量的来自第三传感器的信号,并且操作热交换器旁路控件以在检测到的热交换器温度高于预定的优选热交换器温度时,或者在检测到的工作介质质量流量高于预定的最大工作介质质量流量时限制加热介质的供应。由此,可以控制由热交换器提供给工作介质的热以保持废热回收系统的高效操作,并且还避免由于质量流量或温度过高而损坏系统,否则可能使诸如密封件的敏感部件退化或使系统中的输送工作介质的管路破裂,使得可能发生工作介质的泄漏。

[0031] 控制单元还可以适当地配置成在获得对应于满足第二条件的信号之后请求机动运载工具的燃式发动机的操作改变,并且所述操作改变可以是换档或停止和启动燃式发动机。由此,提供了可以促进膨胀装置的启动的机械运动或振动(有时称为冲击)。

[0032] 控制单元还可以适当地分布在废热回收系统中,和/或第一传感器、第二传感器或第三传感器中的至少一个可以与控制单元和/或彼此集成。由此,废热回收系统的控制单元可以设计成适合于特定实施例并且所提供的传感器的数量也可以变化。在一些实施例中,出于成本效率的原因提供更少的传感器可能是有利的,而在其他实施例中提供对系统操作

的更高级别的控制并且因此选择更多数量的传感器将是有利的。在一些实施例中,还可提供额外的传感器以检测关于废热回收系统的状态或操作的进一步信息并与控制单元通信。

[0033] 膨胀装置处的旁路管线可以以这样的方式适当地布置,使得在第一操作模式期间将热从旁路管线中的工作介质传递到膨胀装置的至少一部分以加热膨胀装置。旁路管线可以例如延伸通过膨胀装置的壳体或壁,但可选地也通过膨胀装置的另一部分。

[0034] 本发明还涉及一种包括用于执行如上所述方法的设备的数据处理装置,并且所述数据处理装置可以是废热回收系统的控制单元。

[0035] 本发明还涉及一种包括指令的计算机程序产品,当程序由计算机执行时,所述指令使计算机执行如上所述的方法,并且涉及一种包括指令的计算机可读存储介质,当由计算机执行时,所述指令使计算机执行如上所述的方法。

[0036] 本发明还涉及一种包括如上所述的控制单元和/或废热回收系统的机动运载工具。

[0037] 鉴于下面的详细描述,本发明的许多附加益处和优点对本领域技术人员来说将变得显而易见。

附图说明

[0038] 现在将参考所附图更详细地描述本发明,其中

[0039] 图1示意性地示出了根据本发明的实施例的运载工具;

[0040] 图2示意性地示出了根据本发明的一个示例性实施例的用于废热回收系统的控制单元和废热回收系统;

[0041] 图3示意性地示出了根据本发明的实施例的用于启动膨胀装置的方法;以及

[0042] 图4示意性地示出了根据本发明的一个示例性实施例的控制单元与废热回收系统的其他部件的相互作用。

具体实施方式

[0043] 下面将参考示例性实施例和附图更详细地描述本发明。然而,本发明不限于在附图中讨论和示出的示例性实施例,而是可以在所附权利要求的范围内变化。此外,不应认为附图是按比例绘制的,原因是一些特征可能被夸大以便更清楚地示出本发明或其特征。

[0044] 尽管下文中的控制单元和废热回收系统结合运载工具的内燃式发动机被公开,但本发明不限于废热回收系统是运载工具中的废热回收系统。废热回收系统可以是任何内燃式发动机的废热回收系统,所述内燃式发动机包括但不限于运载工具的内燃式发动机、固定式发动机(例如发电机)、电源组等。

[0045] 而且,尽管下文中的废热回收系统公开为使用来自内燃式发动机的废气作为热交换器中的热源或加热介质,但本发明不限于使用废气作为热源。例如,加热介质可以是EGR(废气再循环气体)或冷却剂流体。

[0046] 图1示意性地示出了运载工具1的侧视图,所述运载工具包括内燃式发动机2以及与内燃式发动机2关联的废热回收系统4。运载工具还可以包括与内燃式发动机2关联并连接到废热回收系统4的冷却系统6。运载工具还包括连接到运载工具1的驱动轮5的变速箱8。运载工具1可以是重型运载工具,例如卡车或公共汽车。运载工具可以替代地是客车。此外,

运载工具可以是混合动力运载工具,其除了燃式发动机2之外还包括电机(未示出)。运载工具可以替代地是船舶,例如轮船。

[0047] 废热回收可以通过使用来自例如废气的热来加热工作介质以产生蒸汽,即通过加热工作介质而产生的汽化工作介质来实现。该蒸汽接着可以膨胀,并且所产生的机械功可以用于例如推进运载工具,发电或驱动运载工具的辅助单元。

[0048] 现在将首先通过简要描述哪些部件可以形成系统4的一部分以及系统4在正常操作期间的一般操作原理来描述根据本发明的优选实施例的废热回收系统4。此外,下面将更详细地描述本发明的系统和用于启动废热回收系统4的方法。将结合废热回收系统24描述根据本发明的控制单元24,但该控制单元也是可以结合不同废热回收系统使用的独立单元。

[0049] 因此,图2示意性地示出了根据本发明的一个示例性实施例的废热回收系统4和控制单元24。废热回收系统4包括工作介质WM在其中循环的回路10。在该回路中布置有热交换器11、膨胀装置12、冷凝器13和工作介质传送器14。

[0050] 在进入热交换器11之前,工作介质处于液态。热交换器11构造成蒸发工作介质以产生过热蒸汽。为此,热交换器11使热在诸如来自内燃式发动机的废气的加热介质与工作介质之间传递。来自内燃式发动机的废气经由第一废气管路18引导到热交换器,并且经由第二废气管路19离开热交换器。可选地,来自内燃式发动机的废气可以替代地或部分地经由第三废气管路20引导通过热交换器11。为了分别控制通过第一废气管路18和第三废气管路20的废气量,不同的废气管路可以适当地包括一个或多个阀21、22。在图2中,布置在第二废气管路中的第一阀21示出为处于打开位置,而布置在第三废气管路21中的第二阀22处于关闭位置。因此,废气将仅通过热交换器11。应当注意,本发明不限于在废气管路中存在任何阀,或者如果存在,不限于它们在废气管路内的位置。

[0051] 由热交换器11产生的过热蒸汽进入膨胀装置12,过热蒸汽在膨胀装置中膨胀。借助于膨胀装置12,回收的热可以转化为机械功或电力。作为示例,膨胀装置12可以使用离合器或飞轮(未示出)机械地连接到运载工具的动力系。回路10还包括膨胀装置旁路25,以能够旁路通过膨胀装置12。膨胀装置旁路25包括旁路管路16和旁路阀17。在正常操作期间,旁路阀17处于关闭位置并且工作介质通过膨胀装置12。

[0052] 在工作介质已在膨胀装置12中膨胀(或旁路通过膨胀装置12)之后,工作介质在冷凝器13中冷却,使得工作介质恢复为液态。冷凝器13通常可以连接到冷却系统6',所述冷却系统又可以是发动机冷却系统6(如图1中所示)的一部分或者是独立的冷却系统。

[0053] 典型地可以是泵的工作介质传送器14构造成例如通过对工作介质加压来控制回路中的工作介质的质量流量。根据本发明,控制单元24布置成与废热回收系统4连接并且配置成接收或获得来自传感器的信号,所述传感器可以适当地布置在废热回收系统4中以检测废热回收系统4的操作参数或条件。控制单元24还配置成响应于检测到的参数或条件的满足并且还响应于其他输入来控制废热回收系统4的操作,如下面将更详细地描述的。此外,控制单元24可以适当地配置成控制工作介质传送器14和第一阀21和第二阀22以及膨胀装置旁路25的旁路阀17。在图2中,控制单元24示出为连接到工作介质传送器14,但应理解,控制单元24也可操作地连接到废热回收系统4的由控制单元24控制的至少那些部分,并且在一些在实施例中,控制单元24可以可操作地连接到系统的其他部分以及运载工具的其他

部分,例如燃式发动机。

[0054] 膨胀装置旁路25包括用于允许工作介质WM旁路通过膨胀装置12的设备。在该实施例中,膨胀装置旁路25包括旁路管路16和旁路阀17,但是在本发明的范围内,用于引导工作介质WM在旁路管路16中的流动的其他设备也是可能的。

[0055] 在一些实施例中,工作介质的质量流量可以通过控制通过热交换器11和/或冷凝器13和/或膨胀装置12的质量流率来控制,但在其他实施例中,控制工作介质传送器14的质量流率可能就足够了。

[0056] 废热回收系统4还可以包括用于储存工作介质并确保回路10中始终有足够的工作介质可用的储存器15。

[0057] 废热回收系统的工作介质可以是用于该特定目的的任何先前已知的工作介质。先前已知的工作介质的示例包括但不限于水,乙醇和基于乙醇的混合物。

[0058] 现在将参考图3以及图2描述根据本发明的实施例的用于启动废热回收系统4的膨胀装置12的方法。

[0059] 启动废热回收系统4通常在废热回收系统4已关闭一段时间之后发生,使得废热回收系统4的每个部件已经冷却,通常冷却到环境温度。工作介质WM沿着回路10分布并且由于回路10中的较低温度和一般较低压力而处于液态,原因是工作介质传送器14未运行以保持回路10中的流率。

[0060] 当废热回收系统4要启动时,第一条条件的满足被检测101,并且由控制单元24例如通过传输来自传感器等的与第一条条件的满足对应的信号而获得。第一条条件可以是运载工具的燃式发动机的启动或热废气通过热交换器11的流量。这可以通过检测在该实施例中用作热交换器11的加热介质的废气的温度来确定。这意味着废热回收系统4可以被操作以将热从加热介质传递到热交换器11中的工作介质WM。

[0061] 响应于满足第一条条件,控制单元24生成至少一个信号,所述至少一个信号被传输以启动工作介质WM在回路10中的循环102。在该实施例中,通过启动工作介质传送器14来开始循环,使得产生工作介质WM的质量流量。此时,工作介质WM仍处于液体形式,但当它通过热交换器11时,它被加热到一定程度,并且因而进一步沿着回路10将热传递到膨胀装置12。在膨胀装置12处,工作介质WM被引导到旁路管路16中,从而避免将液体工作介质WM引入到膨胀装置12的活塞中。在该实施例中,旁路管路16至少部分地布置在膨胀装置12中,例如在膨胀装置12的壳体或活塞头中。由此,当工作介质WM通过旁路管路16时,来自工作介质WM的热从工作介质WM传递到膨胀装置12。这使膨胀装置12为操作做好准备,但还不需要活塞运动,并且也没有在工作介质WM仍处于液体形式时通过迫使活塞移动而对活塞造成损坏的风险。

[0062] 在通过膨胀装置12之后,工作介质WM到达冷凝器13,在此处工作介质WM被冷凝回液体形式。然后,工作介质WM准备好再次循环通过热交换器11和膨胀装置12的旁路管路16。

[0063] 在一个实施例中,第一条条件是热交换器温度达到预定值,例如热交换器11中的加热介质的温度或热交换器11上游的加热介质的温度。由此,可以防止工作介质WM的循环直到足够的热被供应到热交换器11。这能够更快且更有效地加热膨胀装置12,原因是工作介质WM已经在循环的开始时通过旁路管路16的壁向膨胀装置12传递更大量的热。

[0064] 为了检测热交换器温度,第一传感器S1可以设置并且可以布置在用作热交换器11

的供应通道的第三废气管路20中,即热交换器11上游,并且与加热介质接触。替代地,第一传感器S1可以布置在热交换器11的下游端并且在该下游端处与工作介质WM接触,但是可选地,第一传感器S1可以替代地布置在热交换器11中的任何地方或者布置在热交换器11附近或在第三废气管路20中,如图2中所示。优选地能够检测加热介质的温度,原因是这给出热交换器11的温度的可靠信息,并且由此也给出当工作介质WM到达膨胀装置12时可以预期的其温度的可靠信息。然而,在一些实施例中,可能反而需要检测热交换器11本身的温度以确定其状态,并决定该热交换器是否已经以这样的方式被加热,使得可以预期将工作介质WM可靠地加热到期望温度。图2公开了放置在第三废气管路20中或附近的第一传感器S1,但这仅应理解为示例。

[0065] 术语下游在本文中用于表示工作介质WM在其通过回路的特定部分之后到达的回路10的一部分。因此,热交换器11的下游将表示回路10的位于热交换器11与膨胀装置12之间的部分,原因是工作介质WM在已经通过热交换器11之后将通过回路10的该部分。此外,术语紧挨着下游在本文中用于表示在下游部分的第一部分处的段。因此,紧挨着热交换器11的下游的工作介质WM的温度是回路10的位于热交换器11与膨胀装置12之间的部分的段中的温度,所述段是工作介质WM在已经通过热交换器11之后到达的该部分的第一部分。

[0066] 类似地,术语上游在本文中用于表示工作介质或加热介质在到达回路10或废气管路的特定部分之前到达的回路10或废气管路的一部分。由于加热介质从第三废气管路18流动到热交换器11,因此第三废气管路18在热交换器11的上游。

[0067] 当废热回收系统4启动时,工作介质WM保持在第一质量流量,所述第一质量流量适合于将热从热交换器11传递到膨胀装置12,但将工作介质WM保持在液态。

[0068] 上述废热回收系统4的操作在本文中被称为第一操作模式,其中工作介质WM以第一质量流量循环通过回路10并通过膨胀装置的旁路管路16。

[0069] 在工作介质WM在第一操作模式下在回路10中循环之后,检测103第二条件的满足。在该实施例中,第二条件是膨胀装置温度处于预定值,例如膨胀装置的下游端处的膨胀装置温度或膨胀装置的下游端处的工作介质的温度。在该实施例中,第二条件的满足由第二传感器S2检测,所述第二传感器适当地放置以能够检测膨胀装置温度。

[0070] 将第二传感器S2放置在膨胀装置12的下游端是有利的。一个原因是这允许第二传感器S2确定何时已将有足够的热传递到膨胀装置12,使得整个膨胀装置12而不仅是其上游部分已被加热到期望温度。另一个原因是温度敏感部件(通常是密封件)通常放置在该位置或该位置附近,使得通过检测密封件附近的温度,可以确定温度还没有升高到损坏该部件的程度。当工作介质WM通过旁路管路16时,与正常操作期间当工作介质WM改为通过活塞时相比,通常更多的热传递到膨胀装置12的下游端,从而在废热回收系统4启动期间增加了损坏敏感部件的风险。

[0071] 当已满足第二条件时,控制单元24从检测到信号的传感器获得该信号或者替代地从另一源获得信息。作为响应,控制单元24生成至少一个信号,所述至少一个信号将废热回收系统4的操作104从上述第一操作模式改变为第二操作模式,在该第二操作模式下,工作介质WM的质量流量被改变并且旁路管路16被关闭,使得工作介质WM转而被输送到膨胀装置12中。

[0072] 因此,质量流量从热交换器11之后的第一质量流量改变为第二质量流量,并且选

择第二质量流量低于第一质量流量具有显著优势。在保持工作介质的温度的同时降低质量流量将导致工作介质汽化并以过热蒸汽的形式代替液体形式。过热蒸汽将包含足够的热以显著降低在膨胀装置12中冷凝的风险,并且通过将质量流量的变化与将质量流量引导到膨胀装置12的活塞中组合,活塞将被迫运行以启动膨胀装置12。因此,在第二操作模式下,如果足够的热已传递到膨胀装置以充分降低工作介质WM冷凝的风险,则启动膨胀装置12。

[0073] 在一个实施例中,质量流量从第一质量流量到第二质量流量的改变可以通过减少加热介质向热交换器的供应来执行。它还可以包括将热交换器中的或热交换器下游的工作介质的温度保持在预定的第一温度。检测到第一温度并且操作工作介质传送器以调节质量流量以便保持第一温度,当减少加热介质向热交换器的供应时,将需要减小质量流量。这将导致压力变化和过热增加。在另一实施例中,可以通过改变工作介质传送器14的操作以降低流率而不需要对温度进行反馈控制,或者以诸如本领域技术人员公知的其他合适的方式来改变质量流量。

[0074] 在另一实施例中,第二条件可以替代地是自满足第一条条件以来已过去的时间。这不是由传感器检测到的,而是控制单元24从另一源(例如,可以形成控制单元24本身的一部分但也可以形成另一单元的一部分的处理装置)获得指示满足该条件的信号。当废热回收系统4设计成具有成本效益时,使用该时间作为第二条件是特别有利的,原因是可以完全避免第二传感器S2。当知道废热回收系统4的启动条件以及供应给热交换器11的加热介质的特性时,膨胀装置12的加热通常是可预测的,使得可以高精度确定用于将废热回收系统4保持在第一操作模式的合适时间。

[0075] 执行本发明方法的步骤以在第一操作模式之后的第二操作模式下操作废热回收系统4在大多数实施例中足以以本文所述的改进方式启动膨胀装置12。然而,在一些情况下,也可以采取额外措施来进一步促进启动膨胀装置。因此,在这样的情况下,控制单元24可以可操作地连接到机动运载工具的燃式发动机,并且将信号传输到燃式发动机以请求燃式发动机的操作改变。该操作改变可以是换档或停止和启动燃式发动机,这将在废热回收系统4上引起振动或机械力。这将有助于膨胀装置12启动活塞的运动。在一个实施例中,作为对满足第二条件的响应可以传输对燃式发动机的操作改变的请求,但是在其他实施例中,可以在已开始第二操作模式之后发送该请求。替代地,如果膨胀装置12的启动在预定时间内未发生,则可以在废热回收系统4已在第二操作模式下操作该预定时间之后发送请求。

[0076] 在第一操作模式以及第二操作模式期间,能够控制加热介质向热交换器的供应是有利的。这具有既能够确定要通过热交换器传递到工作介质WM的热量,又能够避免由于工作介质的过高温度或过大流率或压力而造成的损坏的优点。在该实施例中,设置第三传感器S3以用于检测热交换器中的或热交换器下游的工作介质的温度。对应于检测到的温度的信号被传送到控制单元24,并且如果检测到的温度高于预定的最大工作介质温度,则可以操作阀21、22以减少供应到热交换器11的加热介质的量。由此,控制向工作介质WM的热传递并且可以降低流率或压力。

[0077] 替代地,第三信号S3可以布置成检测热交换器温度,例如热交换器下游或热交换器11中的工作介质WM的温度,但替代地检测热交换器11本身的温度。对应于检测到的温度的信号可以被传输到控制单元24,并且如果检测到的温度高于预定的优选热交换器温度,则可以如上所述控制加热介质向热交换器的供应以根据需要降低该温度。

[0078] 能够控制热交换器11中的向工作介质WM的热传递有利于更准确地控制传递到膨胀装置12的热并且确定可以避免由于过高流率、压力或温度引起的损坏。

[0079] 现在将参考图4描述控制单元24与废热回收系统4的部件的相互作用。

[0080] 如果第一传感器S1、第二传感器S2和第三传感器S3中的每一个设置在系统4中,则控制单元24可操作地连接到所述传感器中的每一个,并且由此能够接收来自所述传感器中的每一个的信号。响应于从传感器S1、S2、S3获得的信号并且还响应于从燃式发动机获得的其他信号,系统4的操作通过控制膨胀装置旁路25的旁路阀17来控制以选择工作介质WM通过旁路管路16还是膨胀装置12,并且还通过控制第一阀21和第二阀22来控制以确定加热介质向热交换器11的供应。此外,工作介质传送器14可以由控制单元24操作以控制质量流量,并且请求可以发送到燃式发动机2的发动机控制单元31,如上所述。

[0081] 控制单元可以是独立的单元或分布在两个或更多个单元中,并且它可以包括第一传感器、第二传感器或第三传感器中的一个或多个。

[0082] 在一个实施例中,控制单元24执行本文中的归属于控制单元24的所有功能,但在另一实施例中,控制单元24可以分布在废热回收系统4中,使得一些功能和决策在系统4的不同部分中被执行。在又一实施例中,控制单元24可以与运载工具的另一控制单元集成,使得同时控制多个系统。还可以存在用户接口,使得可以手动地或由与控制单元24对应的另一单元给出输入信号,并且使得用户可以选择条件并接收关于废热回收系统4的操作或状态的信息。

[0083] 控制单元24因此可以实现为一个物理单元或以分布式方式实现为两个或更多个物理单元。此外,用于废热回收系统4的控制单元可以在用于发动机或运载工具的不同系统或部件的一个或多个其他控制单元中实施,在所述运载工具中实施这样的发动机和废热回收系统4。

[0084] 尽管上面参考图1-4描述的本发明的实施例包括控制单元24,并且可以在所述控制单元24的至少一个处理器中执行过程,但是本发明还扩展到计算机程序,特别是在载体之上或之中的计算机程序,其适于将本发明付诸实践。程序可以是源代码、目标代码、中间源代码和目标代码的形式,例如以部分编译的形式,包括软件或固件,或适用于根据本发明的过程的实施方式中的任何其他形式。程序可以是操作系统的一部分,或者是独立的应用。载体可以是能够承载程序的任何实体或设备。例如,载体可以包括存储介质,例如闪存、ROM(只读存储器),例如DVD(数字视频/多功能盘)、CD(光盘)或半导体ROM、EPROM(可擦可编程只读存储器)、EEPROM(电可擦可编程只读存储器),或磁记录介质(例如软盘或硬盘)。此外,载体可以是可传输载体,例如可以经由电缆或光缆或通过无线电或通过其他方式传送的信号或光信号。当程序体现在可以通过电缆或其他装置或设备直接传送的信号中时,载体可以由这样的电缆或装置或设备构成。替代地,载体可以是其中嵌入程序的集成电路,该集成电路适于执行或用于执行相关过程。

[0085] 在一个或多个实施例中,可以提供可加载到与至少一个数据处理器(例如,控制单元24)通信连接或联接的存储器中的计算机程序,包括软件或硬件,以用于在程序在至少一个数据处理器上运行时执行根据本文中任一实施例的方法。

[0086] 在一个或多个另外的实施例中,可以提供处理器可读介质,具有记录在其上的程序,其中当程序被加载到至少一个数据处理器中时,程序用于使至少一个数据处理器(例

如,控制单元24)执行根据本文中任一实施例的方法。

[0087] 应当注意,来自本文描述的各种实施例的特征可以自由组合,除非明确声明这样的组合将是不合适的。还应注意,关于特定实施例提及的特征对于其他实施例可以是可选的。特别地,任何给定实施例的第一条件和第二条件的组合可以根据特定应用的需要自由选择。

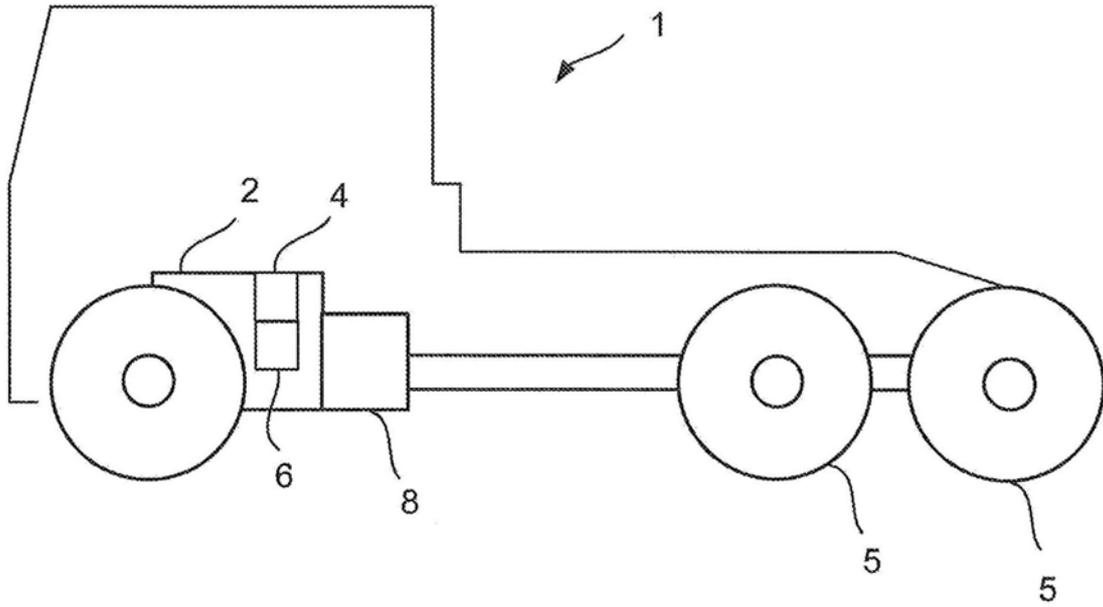


图1

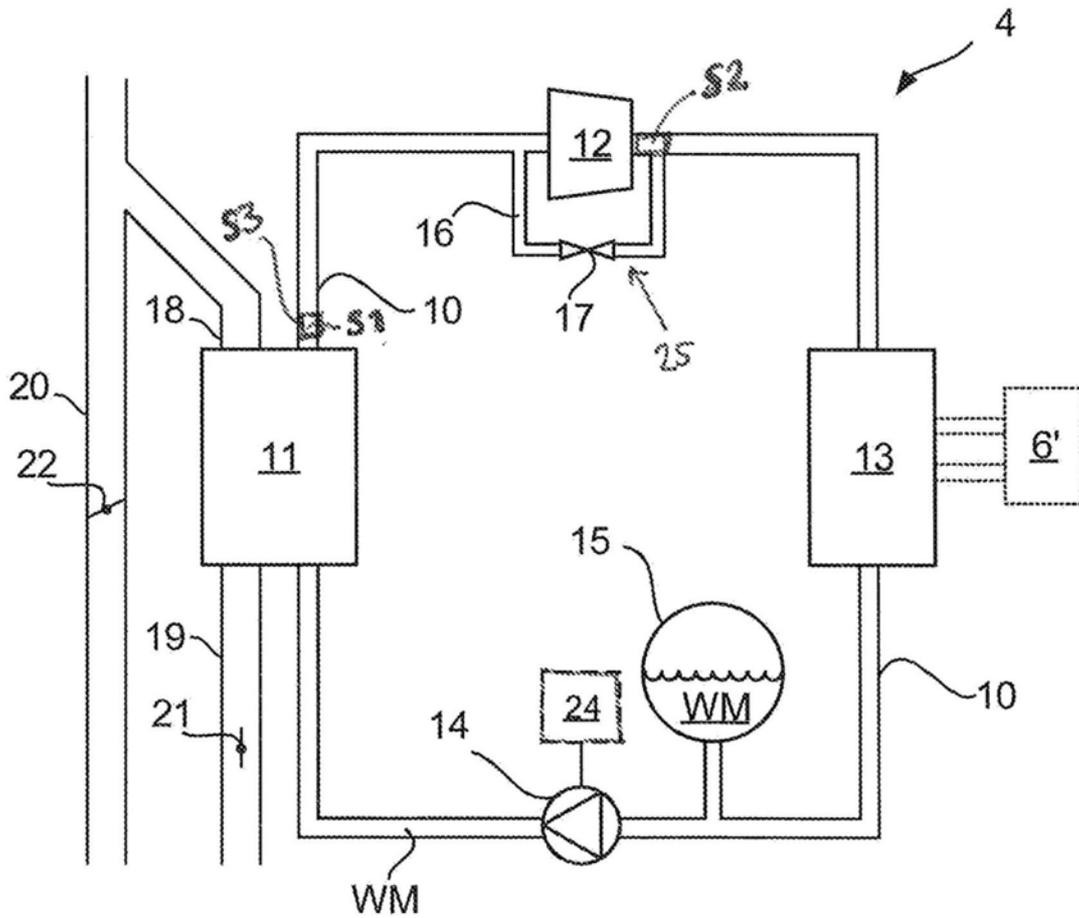


图2

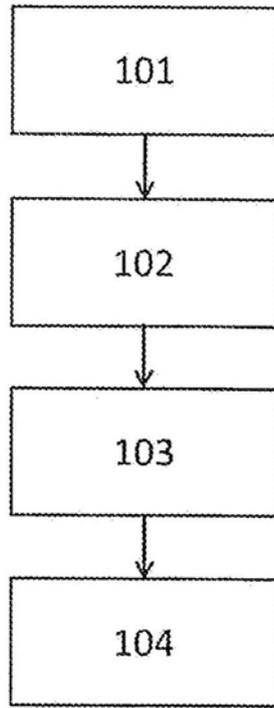


图3

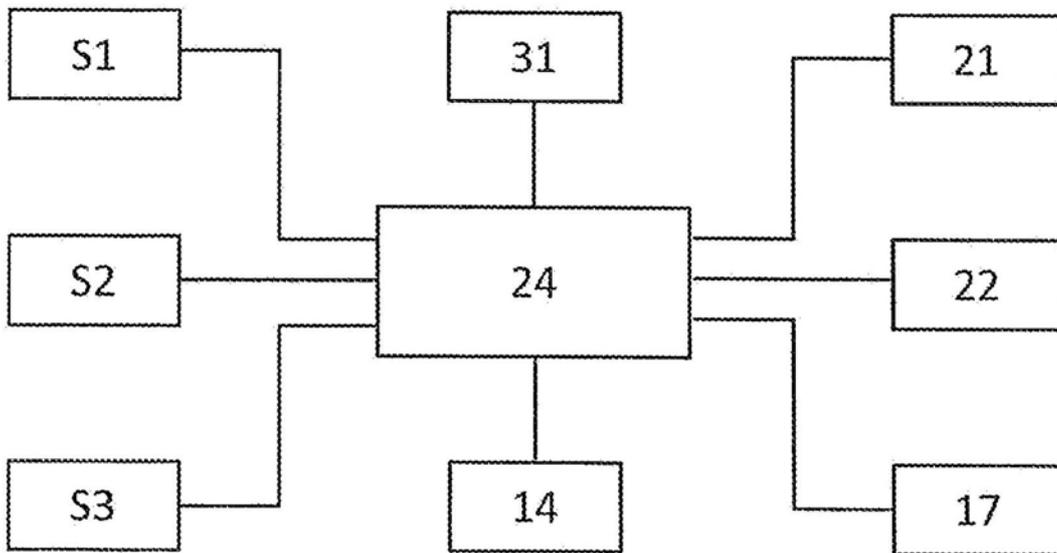


图4