



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104214015 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 17

(21) 申请号 201410242343. 9

(22) 申请日 2014. 06. 03

(30) 优先权数据

13/908, 786 2013. 06. 03 US

(71) 申请人 福特环球技术公司

地址 美国密歇根州

(72) 发明人 D·J·斯黛奥兹 J·A·希尔迪奇

L·A·切斯尼 K·E·马切罗尼

K·M·普拉格斯

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限

公司 11245

代理人 赵蓉民

(51) Int. Cl.

F02M 25/07(2006. 01)

F02B 37/12(2006. 01)

F04B 39/06(2006. 01)

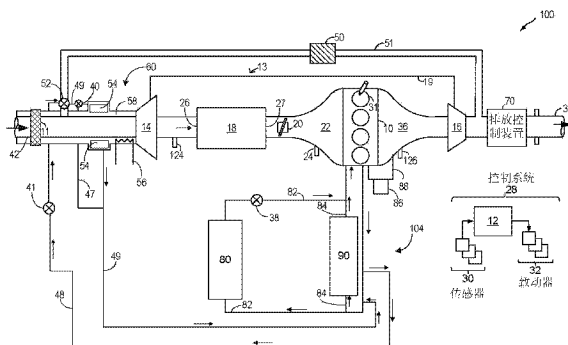
权利要求书2页 说明书11页 附图5页

(54) 发明名称

用于加热压缩机前管道以减少冷凝物形成的系统和方法

(57) 摘要

本发明涉及用于加热压缩机前管道以减少冷凝物形成的系统和方法。提供用于向压缩机前管道壁提供辅助热量以减少冷凝物形成的方法和系统。冷却剂阀可控制加热后的发动机冷却剂至压缩机前管道壁的输送。可基于压缩机前管道壁处的冷凝物形成, 调节所述冷却剂阀。



1. 发动机方法,包括:
响应于压缩机前管道中的冷凝物形成,调节对所述压缩机前管道的加热。
2. 权利要求 1 所述的方法,进一步包括,响应于压缩机前管道壁温度小于露点温度,增加加热。
3. 权利要求 2 所述的方法,其中所述压缩机前管道壁温度基于下列一个或多个:所述压缩机前管道中进气和再循环空气混合物的温度、排气再循环系统中的气体温度、排气再循环流速、空气流速、车辆速度和环境空气温度。
4. 权利要求 2 所述的方法,其中增加加热包括启用嵌入所述压缩机前管道壁的电加热元件。
5. 权利要求 2 所述的方法,其中增加加热包括增加发动机冷却剂至所述压缩机前管道壁的输送速率。
6. 权利要求 5 所述的方法,其中增加所述发动机冷却剂的输送速率包括增加冷却剂阀的开启。
7. 权利要求 6 所述的方法,其中所述冷却剂阀位于在排气再循环阀和所述压缩机前管道壁之间流通的冷却剂线路中。
8. 权利要求 1 所述的方法,进一步包括,响应于压缩机前管道壁温度大于露点温度,减少加热。
9. 权利要求 8 所述的方法,其中减少加热包括减少冷却剂阀的开启以减少发动机冷却剂至所述压缩机前管道壁的输送。
10. 权利要求 8 所述的方法,其中减少加热包括,停用嵌入所述压缩机前管道壁的电加热元件。
11. 发动机的压缩机前管道,包括:
压缩机前管道壁,其包括冷却剂环,所述冷却剂环位于所述压缩机前管道壁中和围绕所述压缩机前管道壁外周;
排气再循环阀,其包括处于共同安装面上的发动机冷却剂接头和排气再循环接头,所述共同安装面连接于所述压缩机前管道壁;和
发动机冷却剂路径,其经过所述排气再循环阀的阀体和所述冷却剂环。
12. 权利要求 11 所述的压缩机前管道,其中所述发动机冷却剂路径连接于发动机冷却剂回路,并且其中加热后的发动机冷却剂被动地从所述发动机冷却剂回路流动,经过所述排气再循环阀,经过所述冷却剂环,然后回到所述发动机冷却剂回路。
13. 权利要求 11 所述的压缩机前管道,其中所述发动机冷却剂路径连接于发动机冷却剂回路,其中所述发动机冷却剂路径包括发动机冷却剂阀,所述发动机冷却剂阀位于所述排气再循环阀下游和所述冷却剂环上游,并且其中当所述冷却剂阀开启时,加热后的发动机冷却剂从发动机冷却剂回路流动,经过所述排气再循环阀,经过所述冷却剂环,然后回到所述发动机冷却剂回路。
14. 发动机方法,包括:
响应于压缩机前管道壁的温度降低至露点温度以下,增加发动机冷却剂至所述压缩机前管道壁的流量;和
响应于所述压缩机前管道壁的温度处于露点温度以上,不增加发动机冷却剂至所述压

压缩机前管道壁流量。

15. 权利要求 14 所述的方法,其中增加发动机冷却剂的流量包括,将冷却剂阀调节至完全开启。

16. 权利要求 15 所述的方法,其中当所述冷却剂阀开启时,加热后的发动机冷却剂流经冷却剂路径,流经所述压缩机前管道壁,然后返回发动机冷却系统,并且其中所述冷却剂路径连接在排气再循环阀外壳和所述压缩机前管道之间,所述排气再循环阀外壳整合到所述压缩机前管道壁中。

17. 权利要求 15 所述的方法,其中当所述冷却剂阀开启时,加热后的发动机冷却剂流经冷却剂路径,所述冷却剂路径连接于发动机冷却剂回路并经过所述压缩机前管道壁,和然后返回发动机冷却系统。

18. 权利要求 14 所述的方法,进一步包括,响应于所述压缩机前管道壁的温度增加至露点温度以上,减少发动机冷却剂的流量。

19. 权利要求 18 所述的方法,其中减少发动机冷却剂的流量包括,将冷却剂阀调节至完全关闭,和停止输送加热后的发动机冷却剂至排气再循环阀和所述压缩机前管道壁。

20. 权利要求 14 所述的方法,其中基于下列一个或多个估测所述压缩机前管道壁的温度:压缩机前管道中的空气温度、离开排气再循环系统和进入所述压缩机前管道的气体温度、经过所述排气再循环系统的气体流速、空气流速、车辆速度和环境空气温度。

用于加热压缩机前管道以减少冷凝物形成的系统和方法

[0001] 背景 / 概述

[0002] 发动机可利用涡轮增压器或机械增压器压缩进入发动机的环境空气,从而增加动力。进一步,发动机可使部分来自排气道的排气再循环至涡轮增压器的压缩机上游的进气道。排气再循环可被称为低压排气再循环(LP EGR)。LP EGR可由于排气具有高水蒸气含量而导致在压缩机之前水冷凝。当压缩机前管道壁的温度和/或EGR和进气混合物的温度降至露点温度以下时,冷凝物可在压缩机的压缩机前管道中形成。在压缩机前管道壁处的冷凝可由于水滴冲击而增加压缩机轮损坏的风险。这可进而导致噪音、振动、和不舒适性(NVH)退化、压缩机性能退化、和发动机由于压缩机轮侵蚀而损坏。

[0003] 解决来自冷凝物的压缩机轮损坏的其他尝试包括从LP EGR流分离冷凝物,以避免在压缩机轮上的水滴。Joergl等在U. S. 8, 056, 338中展示了一个实例方法。其中,利用分散设备从EGR流动流(EGR flow stream)分离冷凝物,然后在压缩机轮的轴处重新引入冷凝物,以减少压缩机轮侵蚀。

[0004] 但是,本发明人已经认识到这种系统的潜在问题。作为一个实例,在压缩机轮轴处重新引入冷凝物可仍导致压缩机轮腐蚀。具体地,虽然从EGR流分离冷凝物可减少压缩机轮上的冷凝物形成,但非全部冷凝物可通过这种方法而去除。进一步,当环境温度减少和/或湿度增加时,冷凝物仍可在压缩机之前形成,从而导致进入压缩机的空气温度降低至露点温度以下和冷凝物形成。

[0005] 在一个实例中,上述问题可通过响应于压缩机前管道中冷凝物形成来调节对压缩机前管道加热的方法而解决。对压缩机前管道的加热可响应于压缩机前管道壁温度降低至露点温度以下而增加。压缩机前管道壁的温度可基于下列一种或多种来估测:压缩机前管道中进气和再循环空气(例如,来自排气再循环的空气)混合物的温度、排气再循环系统中的气体温度、空气流动速率、排气再循环流速、环境空气温度和车辆速度。在一个实例中,增加对压缩机前管道的加热可包括启用嵌入压缩机前管道壁的电加热元件。在另一实例中,增加对压缩机前管道的加热可包括增加发动机冷却剂向压缩机前管道壁的输送速率。在一些实例中,加热后的发动机冷却剂可先经过整合到压缩机前管道中的EGR阀,从而冷却较高温的EGR阀。加热后的发动机冷却剂然后可经过压缩机前管道壁,从而增加压缩机前管道壁的温度。以这种方式,压缩机前管道壁可被加热至露点温度以上,从而减少冷凝物,随后减少压缩机轮的退化。

[0006] 应理解,提供上文概述是为了以简化形式引入将在详细描述中进一步描述的思路的选择。这不意为确定主张主题的关键或必要特征,其范围仅由所附权利要求限定。另外,主张的主题不限于解决上文或本公开任意部分描述的任何缺陷的实施方式。

[0007] 附图简述

[0008] 图1A-B是包括压缩机前管道和冷却系统的实例发动机系统的示意图。

[0009] 图2是经过压缩机前管道和EGR阀的发动机冷却剂路径的示意图。

[0010] 图3是调节对压缩机前管道壁加热的方法的流程图。

[0011] 图4显示基于压缩机前管道处冷凝物形成调节冷却剂阀的图形实例。

[0012] 发明详述

[0013] 下文描述涉及向压缩机前管道提供热量以减少冷凝物形成的系统和方法。对发动机系统——如图 1A-B 的发动机系统——中压缩机前管道壁的加热可响应于压缩机前管道壁处冷凝物形成来进行调节。在一个实例中,调节加热可包括调节加热后的发动机冷却剂向压缩机前管道壁的输送速率。还可将加热后的发动机冷却剂输送至整合到压缩机前管道中的排气再循环 (EGR) 阀门。经过 EGR 阀和压缩机前管道的发动机冷却剂路径显示在图 2。在另一实例中,调节加热可包括启用嵌入压缩机前管道壁中的电加热元件。基于冷凝物形成调节加热后的发动机冷却剂向压缩机前管道壁的输送的方法显示在图 3。可响应于估测的压缩机前管道壁温度来调节冷却剂阀。图 4 示例响应于压缩机前管道处冷凝物形成对冷却剂阀的调节实例。

[0014] 图 1A-B 显示示意性示例的机动车中的发动机系统 100 的实例实施方式。发动机系统 100 可被包括在车辆中,如公路车辆等其他车辆类型。虽然将参考车辆描述发动机系统 100 的实例应用,但应理解,可采用不同类型的发动机和车辆推进系统,包括客车、卡车等。

[0015] 在所示实施方式中,发动机 10 是连接于涡轮增压器 13 的增压发动机,该涡轮增压器 13 包括被涡轮 16 驱动的压缩机 14。具体地,新鲜空气沿进气道 42 经由空气清洁装置 11 被引入发动机 10,并流动至压缩机 14。压缩机可以是适当的进气压缩机,如马达驱动型或驱动杆驱动型机械增压器压缩机。压缩机 14 可包括压缩机前管道 60,其促进空气/气体流入压缩机 14。压缩机前管道 60 可具有限定在压缩机前管道 60 内径和外径之间的壁 58(例如,压缩机前管道壁)。在发动机系统 100 中,压缩机显示为涡轮增压器压缩机,其通过杆 19 机械地连接于涡轮 16,涡轮 16 通过膨胀发动机排气而被驱动。在一个实施方式中,压缩机和涡轮可被连接在双涡形涡轮增压器中。在另一实施方式中,涡轮增压器可以是变几何截面涡轮增压器 (VGT),其中涡轮几何根据发动机速度和其他工况而主动地改变。

[0016] 如图 1A-B 所示,压缩机 14 通过增压空气冷却器 (CAC) 18 连接于节气门 20。CAC 可以例如是空气-与-空气或空气-与-水热量交换器。节气门 20 连接于发动机进气歧管 22。热压缩空气充气从压缩机进入 CAC18 的充气入口 26,在其经过 CAC 时冷却,然后离开充气出口 27,经过节气门,至进气歧管。来自车辆外部的环境空气流可经由车辆前端进入发动机 10,并经过 CAC,以有助于冷却充气。

[0017] 在图 1A-B 所示的实施方式中,通过歧管空气压力 (MAP) 传感器 24 感测进气歧管中的空气充气压力,并通过增压压力传感器 124 感测增压压力。压缩机旁通阀(未显示)可顺序连接在压缩机 14 入口和出口之间。压缩机旁通阀可以是在正常情况下关闭的阀门,其被配置以在选定工况下开启,从而缓解过度的增压压力。例如,压缩机旁通阀可在减少发动机空气流量以防止压缩机喘振的条件下开启。

[0018] 进气歧管 22 通过一系列进气门(未显示)连接于一系列燃烧室 31。燃烧室进一步通过一系列排气门(未显示)连接于排气歧管 36。在所示实施方式中,显示单个排气歧管 36。但是,在其他实施方式中,排气歧管可包括多个排气歧管部分。具有多个排气歧管部分的配置可实现来自不同燃烧室的流出物被引导至发动机系统的不同位置。通用型排气氧 (UEGO) 传感器 126 显示连接于涡轮 16 上游的排气歧管 36。可选地,双态排气氧传感器可代替 UEGO 传感器 126。

[0019] 如图 1A-B 所示,来自一个或多个排气歧管部分的排气被引导至涡轮 16,从而驱动

涡轮。当需要涡轮扭矩减少时,一些排气可被改为引导通过废气门(未显示),绕过涡轮。来自涡轮和废气门的组合流然后流经排放控制装置 70。通常,一个或多个排放控制装置 70 可包括一个或多个排气后处理催化剂,其被配置以催化地处理排气流,从而减少排气流中一种或多种物质的含量。

[0020] 全部或部分来自排放控制装置 70 的处理后排气可通过排气通道 35 被释放到大气中。但是,根据工况,一些排气可被改为转移至 EGR 通道 51,通过 EGR 冷却器 50 和 EGR 阀 52,到达压缩机 14 的入口。以这种方式,压缩机被配置以允许来自涡轮 16 下游的排气被捕集。在一些实例中,如图 1A-B 所示,EGR 阀 52 可被整合到压缩机前管道 60 中。具体地,EGR 阀 52 可直接连接于压缩机前管道 60 的壁 58。在替代型实例中,EGR 阀 52 可被布置在压缩机前管道 60 上游的 EGR 通道 51 中,使得 EGR 阀 52 不被整合到压缩机前管道 60 中。

[0021] EGR 阀 52 可开启以允许受控量的冷却排气通向压缩机前管道 60(例如,压缩机入口),以获得预期燃烧和排放控制性能。以这种方式,发动机系统 100 适于提供外部低压(LP)EGR。除了发动机系统 100 中相对长的 LP EGR 流动路径外,压缩机的旋转还提供排气在进气充气中的良好均质化。进一步,EGR 输出和混合点的布置提供排气有效冷却,以增加可用的 EGR 质量和提高性能。

[0022] 但是,LP EGR 可导致水在压缩机之前冷凝。具体地,经过 LP EGR 系统的排气可具有高水蒸气含量。当压缩机前管道壁 58 的温度(例如, T_{wall})和/或 EGR 和进气混合物的温度(例如, $T_{混合物}$)下降到露点温度以下时,可在压缩机 14 的压缩机前管道 60 中形成冷凝物。露点温度可基于压缩机 14 前的压力和 EGR 和进气混合物的水蒸气含量(例如,湿度)来确定。冷凝可随着环境温度减少和湿度增加而增加。压缩机前管道 60 中的冷凝物形成可进一步基于测量的 EGR 流速、预期 EGR 流速、EGR 温度、进气温度和湿度、 $T_{混合物}$ 、和/或压缩机之前的压力。

[0023] 在压缩机之前和/或压缩机前管道 60 中的冷凝可由于水滴冲击而增加压缩机轮损坏风险。这可进而导致噪音、振动、和不舒适性(NVH)退化、压缩机性能退化、和发动机由于压缩机轮侵蚀而损坏。因此,由于液滴尺寸较大和在较冷壁表面发生冷凝的趋势,可主要顾虑在压缩机前管道壁 58 处发生的冷凝。由此,发动机控制器可通过比较 $T_{壁}$ 与露点温度来确定压缩机前管道中冷凝物形成的可能性。可基于下列一个或多个估测压缩机前管道壁温度($T_{壁}$):压缩机前管道中的空气温度、离开 EGR 系统和进入压缩机前管道的排气温度、压缩机前管道中的空气流速、经过 EGR 系统的气体流速、环境空气温度、和车辆速度。在一个实例中,可收集实验数据和建立传递函数,以基于上述因素提供压缩机前管道壁温度的准确估测。如下文进一步讨论,增加压缩机前管道壁温度可减少冷凝物形成和压缩机轮损坏。在一个实例中,加热压缩机前管道壁可使 $T_{壁}$ 增加至露点温度以上,从而减少冷凝物形成。响应于冷凝物形成条件而输送热量和调节对压缩机前壁加热的方法在下文中、图 2-4 中得到进一步讨论。

[0024] 发动机系统 100 进一步包括冷却系统 104(例如,发动机冷却剂回路),其使冷却剂循环经过内燃发动机 10 以吸收废热,和将加热后的冷却剂分送至散热器 80、加热器核心 90、EGR 阀 52 和/或压缩机前管道壁 58——分别通过冷却剂线路 82、84、48、和 49。具体地,图 1A-B 显示连接于发动机 10 的冷却系统 104,和使发动机冷却剂从发动机 10 通过发动机驱动的水泵 86 循环至散热器 80 和通过冷却剂线路 82 返回发动机 10。发动机驱动的水泵

86 可通过前端附件驱动机构 (FEAD) 88 连接于发动机, 和通过带、链等与发动机速度成比例地旋转。具体地, 发动机驱动的水泵 86 使冷却剂循环经过发动机汽缸体、盖 (head) 等中的通道, 从而吸收发动机热量, 然后其通过散热器 80 被转移至环境空气。在发动机驱动的水泵 86 是离心泵的实例中, 生成的压力 (和产生的流动) 可与曲轴速度成比例, 在图 1A-B 的实例中, 直接与发动机速度成比例。在另一实例中, 可应用马达控制的泵, 其可独立于发动机旋转来进行调节。可通过位于冷却剂线路 82 中的恒温阀 38 调节冷却剂温度, 该恒温阀 38 可保持关闭, 直到冷却剂达到阈值温度。冷却剂可流经冷却剂线路 82, 如上所述, 和 / 或经过冷却剂线路 84 流至加热器核心 90, 在此可使热量转移至客厢, 并且冷却剂流回发动机 10。在一些实例中, 发动机驱动的水泵 86 可运转以使冷却剂循环经过冷却剂线路 82、84、和 48。

[0025] 发动机冷却剂还可从发动机循环至 EGR 阀 52。具体地, 加热后的发动机冷却剂可通过冷却剂线路 48 流经部分 EGR 阀 52。加热后的发动机冷却剂和 EGR 阀组件 (例如, 电力马达和 / 或位置传感器) 之间可交换热量。EGR 阀的温度可高于进入阀门的加热后的发动机冷却剂。由此, 离开 EGR 阀 52 的加热后的发动机冷却剂的温度可高于进入 EGR 阀 52 的加热后的发动机冷却剂的温度。任选的 EGR 冷却剂阀 41 可控制加热后的发动机冷却剂至 EGR 阀 52 的流量。例如, 如果 EGR 阀 52 无需冷却 (例如, EGR 阀温度在阈值以下), 则控制器 12 可关闭 EGR 冷却剂阀 41。但是, 如果 EGR 阀 52 需要冷却, 则控制器 12 可开启 EGR 冷却剂阀 41 或保持 EGR 冷却剂阀 41 开启。在另一实例中, 发动机系统可不包括 EGR 冷却剂阀 41, 并且发动机冷却剂可始终流经冷却剂线路 48 和 EGR 阀 52, 以冷却该阀门。

[0026] 可将加热后的发动机冷却剂通过冷却剂线路 48 进一步输送至嵌入压缩机前管道壁 58 的冷却剂环 (coolant annulus) 54。具体地, 冷却剂环可围绕压缩机前管道 60 的圆周延伸。冷却剂阀 40 可控制加热后的发动机冷却剂至冷却剂环 54 的流量。例如, 当冷却剂阀 40 开启时, 加热后的发动机冷却剂可流经冷却剂线路 49, 并被输送至冷却剂环 54。加热后的冷却剂可流经冷却剂环 54, 在此加热后的发动机冷却剂和压缩机前管道壁 58 之间可交换热量。由此, 可增加压缩机前管道壁温度, 从而减少压缩机前管道壁处的冷凝物形成。流经压缩机前管道 60 的空气温度还可随压缩机前管道壁温度增加而增加。在流经冷却剂环 54 后, 发动机冷却剂返回冷却系统 104 的冷却剂流。

[0027] 在第一实施方式中, 如图 1A 所示, 加热后的发动机冷却剂可从冷却系统 104 流动经过冷却剂线路 48 和经过 EGR 阀 52。然后, 加热后的冷却剂 (可在经过 EGR 阀 52 后被进一步加热) 可从 EGR 阀 52 流经 EGR 阀 52 和冷却剂环 54 之间的冷却剂线路 49。在此实施方式中, 冷却剂阀 40 位于 EGR 阀 52 和冷却剂环 54 之间的冷却剂线路 49 中。当冷却剂阀 40 向冷却剂环 54 开启 (在本文中被称为开启位置) 时, 加热后的冷却剂可从 EGR 阀 52 流动并经过冷却剂环 54。在流经冷却剂环 54 后, 发动机冷却剂通过冷却剂线路 49 返回冷却系统 104。可选地, 当冷却剂阀 40 向冷却剂环 54 关闭 (在本文中被称为关闭位置) 时, 加热后的冷却剂通过旁路冷却剂线路 47 绕过冷却剂环 54。发动机冷却剂从旁路冷却剂线路 47 进入冷却剂线路 49, 并返回冷却系统 104 的冷却剂流。在一些实例中, 冷却剂阀 40 可以是可调节到完全开启和完全关闭之间的多个位置的, 使得不同量的加热后的发动机冷却剂可流经冷却剂环 54。在替代型实施方式中, 通向冷却剂环 54 的加热后的冷却剂流量可不被主动地控制。在此实施方式中, 发动机系统 100 可不包括冷却剂阀 40。如此, 加热后的发动

机冷却剂可始终流经 EGR 阀 52 和冷却剂环 54。以这种方式,可被动地控制加热后的发动机冷却剂通向 EGR 阀 52 和冷却剂环 54 的流量。

[0028] 在第二实施方式中,如图 1B 所示,加热后的发动机冷却剂可通过冷却剂线路 48 从冷却系统 104 流动,经过冷却剂线路 48,经过 EGR 阀 52,并返回冷却系统 104。加热后的发动机冷却剂还可从冷却系统 104 和 EGR 阀 52 的上游的冷却剂线路 48 流动,并且流至冷却剂线路 49。冷却剂阀 40 可位于冷却剂环 54 上游的冷却剂线路 49 中。当冷却剂阀 40 开启时,加热后的发动机冷却剂还可流动经过冷却剂线路 49 和经过冷却剂环 54。在流经冷却剂环 54 后,发动机冷却剂与从 EGR 阀 52 返回的冷却剂在冷却剂线路 48 中汇合,并返回冷却系统 104。如图 1B 所示,经过 EGR 阀 52 的冷却剂流和经过冷却剂环 54 的冷却剂流保持彼此分离。在一个实例中,加热后的发动机冷却剂可始终流经 EGR 阀 52,此时通向至冷却剂环 54 的加热后的发动机冷却剂流量可用冷却剂阀 40 控制。

[0029] 以这种方式,热量可从加热后的发动机冷却剂转移至压缩机前管道壁 58,从而增加压缩机前管道壁 58 的温度。通过增加压缩机前管道壁 58 的温度,压缩机前管道壁的温度和 / 或经过压缩机前管道壁的空气温度可保持在露点温度以上。由此,可减少压缩机前管道壁 58 处的冷凝物形成。发动机系统 100 可包括多个温度、压力、和湿度传感器,以确定冷凝物形成条件。

[0030] 在替代型实例中,加热后的发动机冷却剂可不被输送至 EGR 阀 52。在此实例中,冷却剂线路 48 可仅连接于冷却剂环 54,因此加热后的发动机冷却剂仅流经冷却剂环 54,然后返回冷却系统 104 的冷却剂回路。因此,冷却剂阀 40 可控制加热后的发动机冷却剂至压缩机前管道壁 58 的冷却剂环 54 的流量。

[0031] 图 2 显示压缩机 14 的压缩机前管道 60 和整合到压缩机前管道 60 中的 EGR 阀 52 的横截面的示意图 200。另外,示意图 200 包括经过 EGR 阀 52 和压缩机前管道壁 58 的发动机冷却剂路径。如图 2 所示,EGR 阀 52 连接于压缩机前管道侧的压缩机前管道 60。具体地,EGR 阀 52 包括处于共同安装面 224 上的发动机冷却剂接头 220 和排气再循环 (EGR) 接头 222。然后共同安装面 224 安装 (例如,连接) 于压缩机前管道 60 的压缩机前管道壁 58。

[0032] EGR 阀 52 包括阀体 218 和阀板 204。阀体 218 可包括温敏组件,该温敏组件包括电力马达和位置传感器。来自 EGR 系统的排气 212 流经 EGR 通道 51 并流至 EGR 阀 52。当 EGR 阀 52 的阀板 204 开启时,排气 212 从 EGR 通道 51 到达 EGR 出气道 202。EGR 出气道 202 经过压缩机前管道壁 58。如此,排气 212 流入压缩机前管道 60,该压缩机前管道 60 是压缩机 14 的入口。然后 EGR 排气在压缩机前管道 60 中与进气混合。组合的空气混合物然后流入压缩机 14。压缩机 14 然后压缩进气,并且压缩空气 226 在压缩机出口处离开压缩机。

[0033] 冷却剂线路 48 (例如,发动机冷却剂路径) 连接于 EGR 阀 52 并经过 EGR 阀 52 外壳,以冷却 EGR 阀 52 的内部组件。在经过 EGR 阀外壳和阀体 218 后,冷却剂线路 (例如,图 1A 所示的冷却剂线路 49) 经过压缩机前管道壁 58,并在冷却剂环入口 214 处接合冷却剂环 54。如上所述,冷却剂环 54 嵌入压缩机前管道 60 的外径 206 和内径 208 之间的压缩机前管道壁 58。冷却剂环 54 进一步在冷却剂环出口 216 处连接于输出冷却剂线路 49 (例如,返回冷却系统 104),冷却剂环出口 216 处于压缩机前管道 60 中冷却剂环入口 214 的相反侧。因此,加热后的发动机冷却剂 210 可先经过 EGR 阀 52 的 EGR 阀体 218,然后进入并经过冷却

剂环 54。在冷却剂环 54 内,加热后的发动机冷却剂围绕压缩机前管道圆周地流动,通向冷却剂环出口 216。最后,加热后的发动机冷却剂流出冷却剂环出口 216,并回到冷却剂线路 48,以返回冷却系统 104。

[0034] 经过压缩机前管道壁 58 的冷却剂线路还可包括处于 EGR 阀 52 和冷却剂环 54(图 2 中未显示)之间的冷却剂阀(如图 1A 所示的冷却剂阀 40)。如上所述,冷却剂阀可控制加热后的发动机冷却剂离开 EGR 阀外壳和到达冷却剂环 54 的流量。在一些实例中,当冷却剂阀向冷却剂环关闭,加热后的冷却剂可从 EGR 阀 52 流动并流回发动机冷却系统,而无需经过冷却剂环 54。以这种方式,可在不加热压缩机前管道壁 58 的情况下冷却 EGR 阀 52。

[0035] 如图 2 所示,发动机的压缩机前管道包括压缩机前管道壁,其包括位于压缩机前管道壁其中和外周的冷却剂环。压缩机前管道进一步包括排气再循环阀,其包括处于共同安装面上的发动机冷却剂接头和排气再循环接头,该共同安装面连接于压缩机前管道壁。最后,发动机冷却剂路径经过排气再循环阀体和冷却剂环。发动机冷却剂路径连接于发动机冷却剂回路,并且其中发动机冷却剂路径包括位于排气再循环阀下游和冷却剂环上游的发动机冷却剂阀。当冷却剂阀开启时,加热后的发动机冷却剂从发动机冷却剂回路,经过排气再循环阀,经过冷却剂环,然后流回发动机冷却剂回路。

[0036] 回到图 1A-B,发动机系统 100 进一步包括控制系统 28。控制系统 28 可通信地连接于发动机系统 100 的不同组件,以实施本文描述的控制程序和动作。例如,如图 1A-B 所示,控制系统 28 可包括电子数字控制器 12。控制器 12 可以是微型计算机,包括微处理器单元、输入/输出端口、可执行程序 and 校准值的电子存储介质、随机存取存储器、保活存储器、和数据总线。如示,控制器 12 可接收来自多个传感器 30 的输入,其可包括用户输入和/或传感器(如传动齿轮位置、气体踏板输入、制动器输入、传动选择器位置、车辆速度、发动机速度、通过发动机的质量空气流量、增压压力、环境温度、环境湿度、进气温度、风扇速度等)、冷却系统传感器(如冷却剂温度、客厢温度、环境湿度等)、CAC18 传感器(如 CAC 入口空气温度和压力、CAC 出口空气温度和压力等)等。

[0037] 在一些实施方式中,控制器 12 可接收来自 GPS 和/或车辆中的车辆内置通信和娱乐系统(未显示)的数据。车辆内置通信和娱乐系统可与无线通信装置进行通信——通过不同的无线协议,如无线网络、基站传输(cell tower transmissions)、和/或其组合。从车辆内置通信和娱乐系统获得的数据可包括实时和预报天气情况。天气情况,如温度、降水(例如,雨、雪、雹等)和湿度,可通过不同的无线通信装置应用和天气预报网站获得。从车辆内置通信和娱乐系统获得的数据可包括当前位置以及沿计划行驶路线的未来位置的当前和预测天气情况。在一个实例中,无线通信装置可将实时湿度数据转送至车辆内置通信和娱乐系统和/或 GPS,然后该实时湿度数据被转送至控制器 12。控制器 12 可利用湿度和降水数据预测和/或计算压缩机前管道 60 处的冷凝物形成。如此,控制器然后可利用预测的冷凝物形成控制对压缩机前管道 60 的加热,以减少冷凝物形成。例如,控制器可利用上述数据控制加热后的发动机冷却剂至压缩机前管道壁 58 中冷却剂环 54 的输送。

[0038] 在其他实施方式中,由其他信号或传感器(例如,降雨传感器)可推断降雨和/或高湿的存在。在一个实例中,可由车辆风窗玻璃刮水器开/关信号推断降雨。特别地,在一个实例中,当风窗玻璃刮水器开启时,信号可发送至控制器 12 以指示降雨。控制器可利用该信息预测压缩机前管道 60 处冷凝物形成的可能性和调节车辆致动器,如对压缩机前管

道壁 58 的加热。对压缩机前管道壁加热的调节在下文中参考图 3-4 得到更详细描述。

[0039] 此外,控制器 12 可与不同致动器 32 通信,该致动器 32 可包括发动机致动器(如燃料喷射器、电子控制进气节流板、火花塞等)、冷却系统致动器(如客厢气候控制系统中的空气处理通风孔和 / 或分流阀等)等。在一些实例中,存储介质可用计算机可读数据编程,该计算机可读数据代表用于实施下文描述的方法以及预料之中但未具体列举的其他变型的处理器可执行指令。

[0040] 如上所述,可通过增加压缩机前管道壁温来减少压缩机前管道中的冷凝物形成。向压缩机前管道供热可增加压缩机前管道壁温,从而减少壁表面的冷凝。在一个实例中,如上所述,可通过向围绕压缩机前管道 60 和嵌入压缩机前管道壁 58 的冷却剂环 54 输送加热后的发动机冷却剂,向压缩机前管道壁 58 供应热量。在另一实例中,可向具有电加热元件 56 的压缩机前管道壁 58 供应热量。如图 1A-B 所示,电加热元件 56 可被嵌入压缩机前管道壁 58。电加热元件 56 可由电源来提供动力和被控制器 12 控制。例如,控制器 12 可启用或开启电加热元件 56,以增加对压缩机前管道壁 58 的加热。在另一实例中,控制器 12 可停用或关闭电加热元件,以停止和 / 或减少对压缩机前管道壁 58 的加热。

[0041] 在一些实施方式中,压缩机前管道壁 58 可包括冷却剂环 54 和电加热元件 56。在此实例中,控制器可调节这些加热元件中的一者或两者,以保持压缩机前管道壁温度在露点温度以上。在一个实例中,如果 EGR 阀 52 无需被冷却,控制器可仅通过电加热元件 56 向压缩机前管道壁提供热量。在另一实例中,如果冷凝物形成在阈值以上,则控制器可通过电加热元件 56 和冷却剂环 54 向压缩机前管道壁提供热量。在其他实施方式中,压缩机前管道壁 58 可包括冷却剂环 54 或加热元件 56 中仅一种,作为加热方式。

[0042] 图 1-2 的系统提供发动机系统,其包括涡轮增压器,该涡轮增压器包括压缩机,并且该压缩机包括压缩机前管道。发动机系统可进一步包括排气再循环系统,其连接在涡轮增压器的涡轮下游的排气道和压缩机前管道之间,排气再循环系统包括排气再循环阀,排气再循环阀整合到压缩机前管道中并且可配置以调节排气至压缩机前管道的流量。发动机系统进一步包括冷却剂回路,其连接在压缩机前管道和排气再循环阀之间,冷却剂回路包括冷却剂阀。冷却剂回路可连接于发动机冷却剂回路。进一步,当冷却剂阀开启时,加热后的发动机冷却剂从发动机冷却剂回路开始,经过排气再循环阀,经过位于压缩机前管道壁中的冷却剂环,然后流回发动机冷却剂回路。最后,发动机系统可包括具有计算机可读指令的控制器,用于响应于压缩机前管道中冷凝物形成,开启冷却剂阀,以使加热后的发动机冷却剂流经排气再循环阀,然后流经压缩机前管道壁。压缩机前管道中的冷凝物形成可基于下列一个或多个:排气至压缩机前管道的流速、排气再循环系统中的排气温度、进气流速、进气温度、湿度、车辆速度、和环境温度。

[0043] 现转至图 3,显示方法 300,用于调节对压缩机前管道壁的加热。在一个实例中,方法 300 可由图 1A-B 所示的控制器 12 执行。具体地,控制器可调节冷却剂阀和 / 或电加热元件的运转,以调节压缩机前管道壁温。冷却剂阀的基本条件可以是关闭,并且电加热元件的基本条件可以是关闭。另外,如方法 300 下文描述,控制器可完全开启和完全关闭冷却剂阀。在替代型实施方式中,控制器可将冷却剂阀调节至完全开启和完全关闭之间的多个位置。

[0044] 方法开始于 302,估测和 / 或测量发动机工况。发动机工况可包括发动机速度和负

荷、增压压力、进气压力、踏板位置、质量空气流量、MAP、测量 EGR 流速、预期 EGR 流速、EGR 温度、湿度、发动机温度、发动机冷却剂温度、扭矩要求、压缩机前管道条件（例如，压力、温度、湿度等）、环境温度、车辆速度等。在 304，方法包括基于确定的发动机工况，确定压缩机前管道中的露点温度。例如，控制器可基于压缩机前管道中的压力、温度、和湿度以及 EGR 温度和流速，估测露点温度。如上所述，露点温度可指示在什么条件下冷凝物可在压缩机前管道中形成。

[0045] 在 306，控制器确定压缩机前管道中是否形成或可能形成冷凝物。如上所述，可基于下列一个或多个指示压缩机前管道中的冷凝物形成：排气至压缩机前管道的流速（例如，EGR 流速）、EGR 系统中的排气温度（例如，EGR 温度）、进气温度、进气流速、湿度、和环境温度。在一个实例中，控制器可估测压缩机前管道壁的温度。可基于下列一个或多个估测压缩机前管道壁的温度：压缩机前管道中进气和再循环空气（来自 EGR 系统）混合物的温度、EGR 温度、EGR 流速、空气流速、车辆速度、和环境空气温度。如果压缩机前管道壁温度小于露点温度，则冷凝物可在压缩机前管道中形成。在另一实例中，控制器可将压缩机前管道空气混合物温度与露点温度进行比较。如果压缩机前管道空气混合物温度处于露点温度以下，则可指示冷凝物形成。在又一实例中，可在 306 利用替代的或另外的条件推断和 / 或确定压缩机前管道中的冷凝物形成。例如，如果湿度大于阈值，则可指示冷凝物形成。在又一实例中，如果压缩机前管道空气混合物温度和 / 或压缩机前管道壁温度减少并且接近露点温度，则控制器可确定冷凝物可能形成，从而在温度降低至露点温度以下前调节对压缩机前管道壁的加热。

[0046] 如果在 306 控制器确定压缩机前管道中（例如，压缩机前管道壁处）不形成或不可能形成冷凝物，则方法继续至 308，不增加压缩机前管道壁的加热。这可包括关闭压缩机前管道壁电加热元件，如果其处于开启状态，和 / 或停止循环加热后的发动机冷却剂至压缩机前管道壁。如果冷却剂阀已经关闭，则控制器可保持冷却剂阀关闭，因此加热后的冷却剂不循环至 EGR 阀和 / 或压缩机前管道壁。

[0047] 可选地，如果控制器确定压缩机前管道中——具体地在压缩机前管道壁处——形成或可能形成冷凝物，则方法继续至 310。在 310，控制器增加对压缩机前管道的加热。在一个实例中，控制器可通过在 312 使加热后的发动机冷却剂循环至压缩机前管道壁，增加加热。如此，增加加热可包括增加加热后的发动机冷却剂的输送速率。进一步，循环加热后的发动机冷却剂和增加加热后的发动机冷却剂的输送速率可包括完全开启冷却剂阀（例如，图 1A-B 所示的冷却剂阀 40）。在另一实例中，循环加热后的发动机冷却剂可包括增大冷却剂阀的开启。冷却剂阀的开启量可基于下列一个或多个：压缩机前管道壁温度、进入压缩机的 EGR / 进气混合物的温度、EGR 流速、和 / 或其他系统温度。例如，如果压缩机前管道壁温度的量处于露点温度以下较大，则控制器可使发动机冷却剂阀开启较大量，从而增加加热后的发动机冷却剂至压缩机前管道壁的输送速率。

[0048] 在另一实例中，控制器可通过在 314 启用电加热元件（例如，图 1A-B 所示的电加热元件 56），增加对压缩机前管道的加热。启用电加热元件可包括开启加热元件。在另一实例中，控制器可调节通过电加热元件输出的温度，输出温度随露点温度和压缩机前管道壁温度之间的差异增加而增加。

[0049] 在 316，方法包括确定冷凝物形成是否小于阈值。在一个实例中，这可包括确定压

压缩机前管道壁温度是否大于露点温度,从而减少冷凝物形成。在另一实例中,这可包括确定进入压缩机前管道的进气/排气混合物的温度是否大于露点温度。如果冷凝物形成不小于阈值——从而指示冷凝物仍在压缩机前管道中形成,则方法继续至 318,继续加热压缩机前管道。方法在 318 可包括保持冷却剂阀开启和/或电加热元件运转。但是,如果冷凝物形成小于阈值(例如,压缩机前管道壁温度大于露点温度),则方法继续至 320,停止加热压缩机前管道。在一个实例中,停止加热压缩机前管道包括关闭电加热元件。在另一实例中,停止加热压缩机前管道包括停止循环加热后的发动机冷却剂。因此,方法在 320 可包括关闭冷却剂阀。

[0050] 以这种方式,发动机控制器可响应于压缩机前管道中的冷凝物形成,调节对压缩机前管道的加热。在一个实例中,控制器可响应于压缩机前管道壁温度小于露点温度,增加加热。压缩机前管道壁温度可基于下列一个或多个:压缩机前管道中进气和再循环空气混合物的温度、排气再循环系统中的气体温度、排气再循环流速、空气流速、车辆速度和环境空气温度。

[0051] 在一个实例中,增加对压缩机前管道的加热可包括启用(例如,开启)嵌入压缩机前管道壁的电加热元件。在另一实例中,增加加热可包括增加发动机冷却剂至压缩机前管道壁的输送速率。增加发动机冷却剂的输送速率可包括增加冷却剂阀的开启。在一个实例中,冷却剂阀可位于在排气再循环阀和压缩机前管道壁之间流通的冷却剂线路中。在另一实例中,冷却剂阀可位于压缩机前管道上游的冷却剂线路中。进一步,增加发动机冷却剂的输送速率可包括先使发动机冷却剂经过排气再循环阀——排气再循环阀整合在压缩机前管道中,然后使发动机冷却剂经过压缩机前管道壁。如此,热量可从排气再循环阀转移至加热后的发动机冷却剂,从而使加热后的发动机冷却剂更热。然后,更热的加热后的发动机冷却剂可在返回发动机冷却剂回路前使热量转移至压缩机前管道壁。

[0052] 控制器还可响应于压缩机前管道壁温度大于露点温度,减少对压缩机前管道的加热。在一个实例中,减少加热可包括减少冷却剂阀的开启,以减少发动机冷却剂至压缩机前管道壁的输送。在另一实例中,减少加热可包括停用(例如,关闭)嵌入压缩机前管道壁的电加热元件。

[0053] 转至图 4,图 400 显示基于自由流中或压缩机前管道壁处的冷凝物形成的冷却剂阀的调节实例。具体地,图 400 在图线 402 显示压缩机前管道壁处温度 $T_{壁}$ 的变化,在图线 404 显示 EGR 和进气混合物温度 $T_{混合物}$ 的变化,和在图线 408 显示冷却剂阀的位置变化。在图 4 所示的实例中,当压缩机前管道壁温度低于露点温度 T_1 时,可指示压缩机前管道壁处的冷凝物形成。然后,控制器可响应于压缩机前管道壁温度低于露点温度 T_1 ,调节冷却剂阀。但是,在替代型实例中,冷却剂阀调节可在压缩机前管道壁温度降低至露点温度以下前进行。以这种方式,冷却剂阀控制可保持较稳定的压缩机前管道壁温度。另外,在本文所示实例中,露点温度 T_1 保持稳定水平;但是,在替代型实例中,露点温度 T_1 可基于压缩机前管道的湿度、温度、和压力而变化。如图 4 所示,可在开启和关闭位置之间调节冷却剂阀。但是,在替代型实例中,可将冷却剂阀调节至完全开启和完全关闭之间的多个位置。

[0054] 在时间 t_1 前,冷却剂阀关闭,因此,加热后的发动机冷却剂不被输送至压缩机前管道(图线 408)。在时间 t_1 和时间 t_2 之间, $T_{混合物}$ 和 $T_{壁}$ 减少(图线 404 和 402)。然后,在时间 t_1 , $T_{壁}$ 降低至露点温度 T_1 以下(图线 402)。响应于此,控制器开启冷却剂阀,以使

加热后的发动机冷却剂流动至压缩机前管道。在一个实例中,加热后的发动机冷却剂可从 EGR 阀流动,然后经过压缩机前管道壁。在另一实例中,加热后的发动机冷却剂可从发动机冷却剂路径流动并且进入压缩机前管道壁,而不先经过 EGR 阀。随着加热后的发动机冷却剂流至压缩机前管道壁, $T_{壁}$ 增加。在时间 t_2 , $T_{壁}$ 增加至露点温度以上,从而指示冷凝物形成小于阈值(图线 402)。由此,控制器关闭冷却剂阀,以使冷却剂至压缩机前管道的流动停止,从而减少压缩机前管道壁的加热(图线 408)。

[0055] 如图 4 中的时间 t_1 所示,发动机冷却剂至压缩机前管道壁的流量可响应于压缩机前管道壁温度降低至露点温度以下而增加。在另一实例中,发动机冷却剂至压缩机前管道壁的流量可响应于压缩机前管道温度处于露点温度以上而不增加。

[0056] 如图 4 中的时间 t_1 所示,增加发动机冷却剂的流量包括将冷却剂阀调节至完全开启。在一个实施方式中,排气再循环阀外壳被整合到压缩机前管道壁中,并且冷却剂阀位于连接在 EGR 阀外壳和压缩机前管道之间的冷却剂路径中。在此实施方式中,当冷却剂阀开启时,加热后的发动机冷却剂流经冷却剂路径,流经压缩机前管道壁,然后返回发动机冷却系统。在另一实施方式中,冷却剂阀可位于冷却剂路径中,冷却剂路径连接于发动机冷却回路并且经过压缩机前管道壁。在此实施方式中,当冷却剂阀开启时,加热后的发动机冷却剂流经冷却剂路径,然后返回发动机冷却系统。

[0057] 进一步,如时间 t_2 所示,发动机冷却剂的流量可响应于压缩机前管道壁温度增加至露点温度以上而减少。在一个实例中,减少发动机冷却剂的流量包括将冷却剂阀调节至完全关闭,和停止输送加热后的发动机冷却剂至排气再循环阀和压缩机前管道壁。如上所述,可基于下列一个或多个估测压缩机前管道壁的温度:压缩机前管道中的空气温度、离开排气再循环系统和进入压缩机前管道的气体温度、经过排气再循环系统的气体流速、空气流速、车辆速度、和环境空气温度。

[0058] 以这种方式,辅助热量可被供应至压缩机前管道,以减少压缩机前管道壁处的冷凝物形成和随后压缩机轮的退化。在一个实例中,可通过加热后的发动机冷却剂流经经过压缩机前管道壁的冷却剂线路部分来提供热量。可通过调节位于加热后的冷却剂线路中的冷却剂阀,控制加热后的发动机冷却剂至压缩机前管道壁的输送。可响应于压缩机前管道壁温度降低至露点温度以下,开启冷却剂阀,以增加对压缩机前管道壁的加热。另外,加热后的冷却剂线路可经过整合到压缩机前管道中的 EGR 阀。如此,EGR 阀可被发动机冷却剂冷却,然后压缩机前管道壁可被加热后的发动机冷却剂加热。以这种方式,加热压缩机前管道可减少压缩机前管道壁处的冷凝物形成,从而减少压缩机轮由于大水滴获取而退化。

[0059] 注意,本文包括的实例控制和估测程序可用于不同发动机和/或车辆系统配置。本文所述的具体程序可表示任意数量的诸如事件驱动、中断驱动、多任务、多线程等的处理策略中的一种或多种。因此,示例的不同动作、操作和/或功能可以示例顺序进行,平行进行,或在一些情况下被省略。同样,该处理顺序不一定被要求以实现本文所述实例实施方式的特征和优势,而是为了便于示例和描述而提供。示例动作、操作和/或功能中的一种或多种可根据所用具体策略反复进行。进一步,所述动作操作和/或功能可图形地表现要编入发动机控制系统中的计算机可读存储介质的非临时存储器中的代码。

[0060] 要理解,本文公开的配置和程序实质上是示例性的,这些具体实施方式不被认为具有限制意义,因为可以有多种变型。例如,上述技术可适用于 V-6、I-4、I-6、V-12、对置 4

缸及其他发动机类型。本公开的主题包括本文公开的不同系统和配置以及其他特征、功能和 / 或性质的全部新颖且非显而易见的组合和子组合。

[0061] 所附权利要求具体地指出被认为新颖且非显而易见的某些组合和子组合。这些权利要求可涉及“一个”元件或“第一”元件或其等同形式。这些权利要求应被理解为包括合并一个或多个这种元件,既不要求也不排除两个或更多个这种元件。公开特征、功能、元件和 / 或性质的其他组合和子组合可通过本申请权利要求的修改或通过本申请或相关申请中新权利要求的提出而被主张。这些权利要求,无论相对于原始权利要求的范围更宽、更窄、相同或不同,也被认为包括在本公开的主题中。

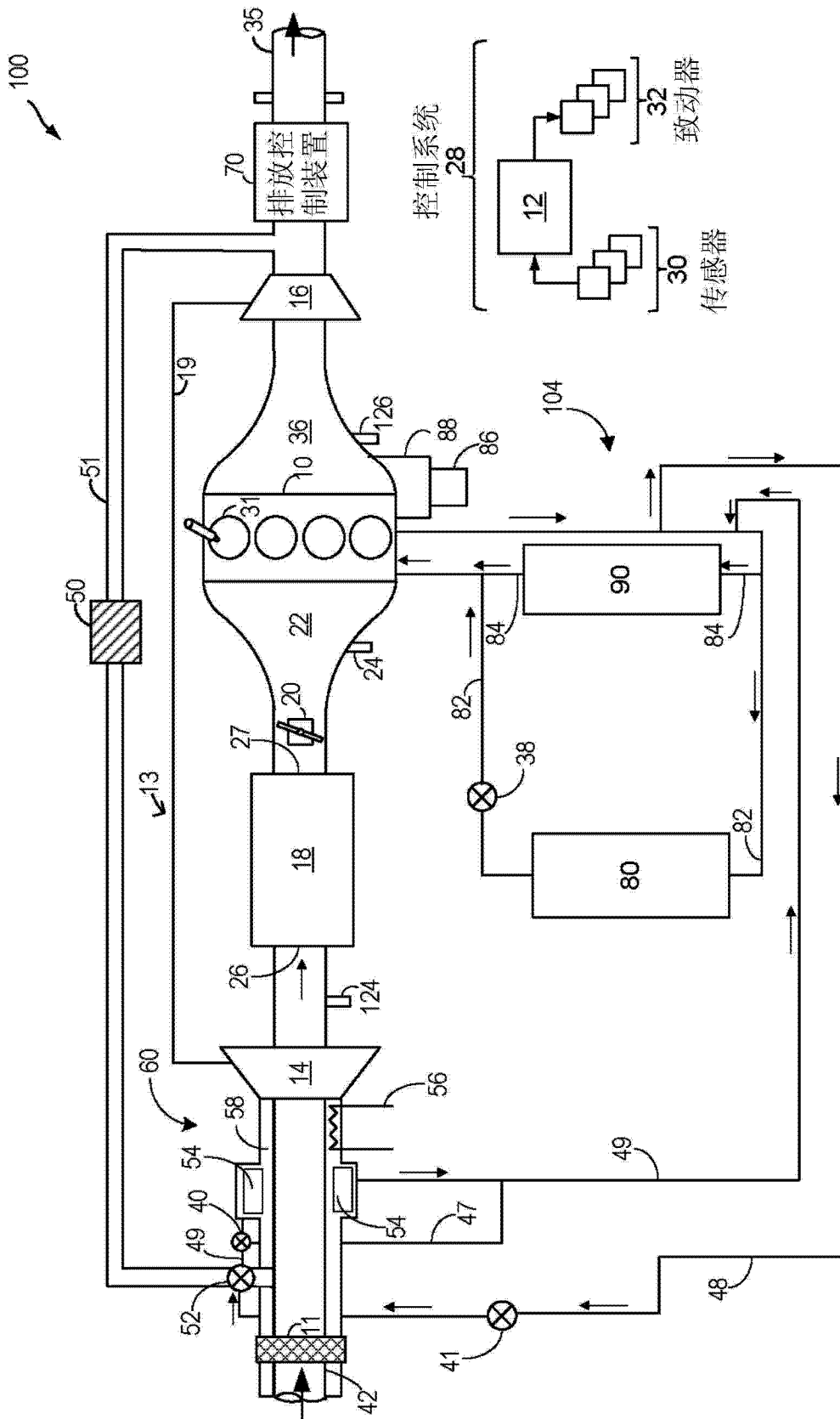


图 1A

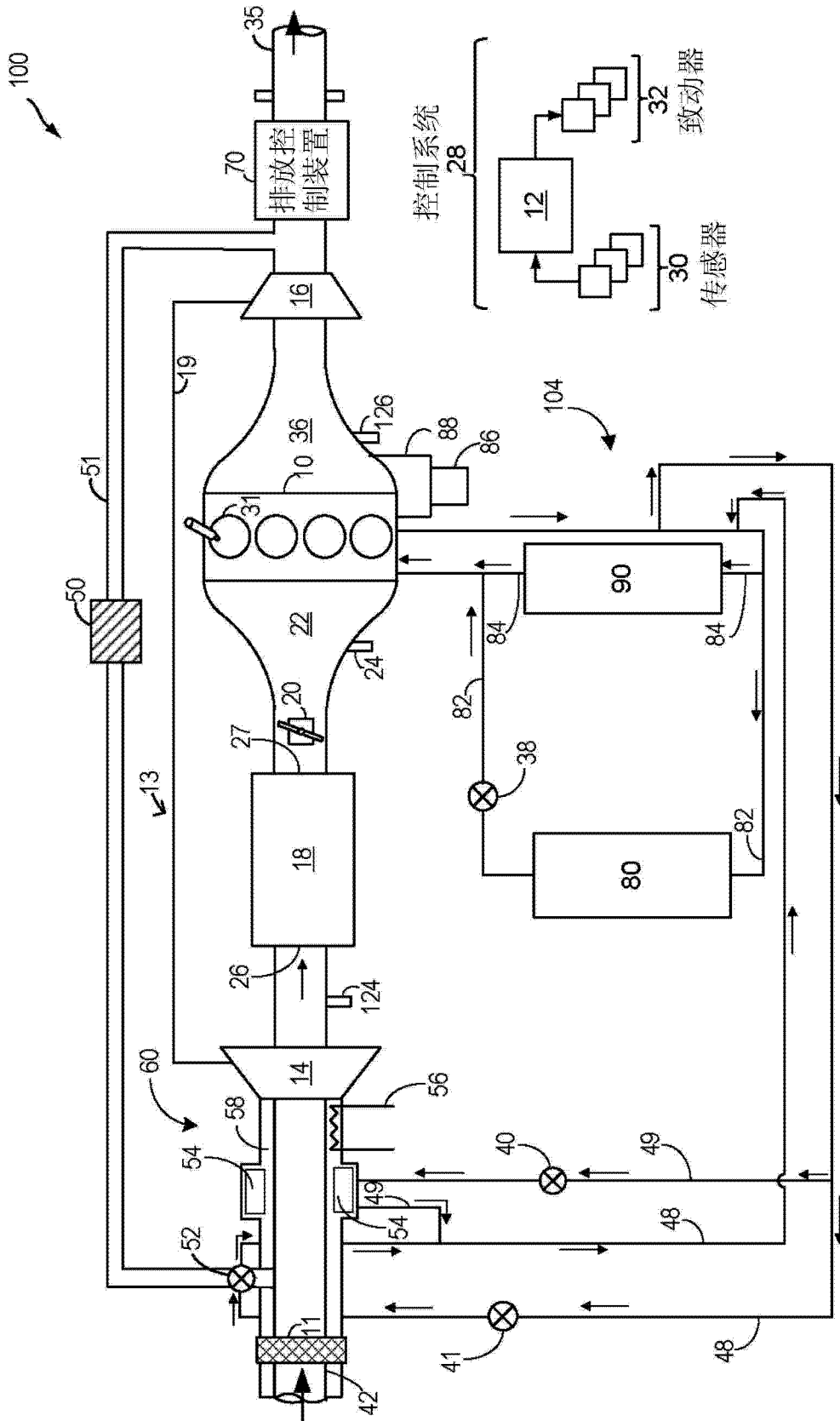


图 1B

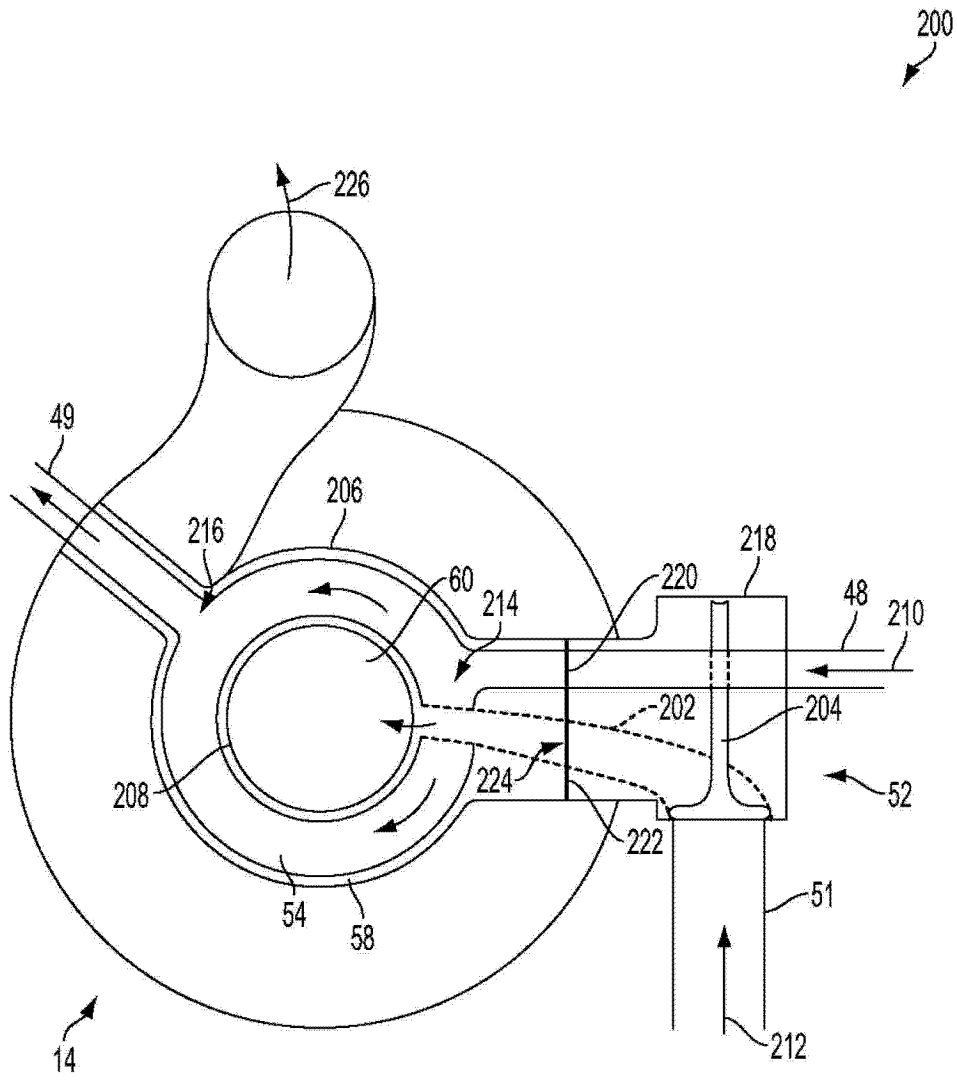


图 2

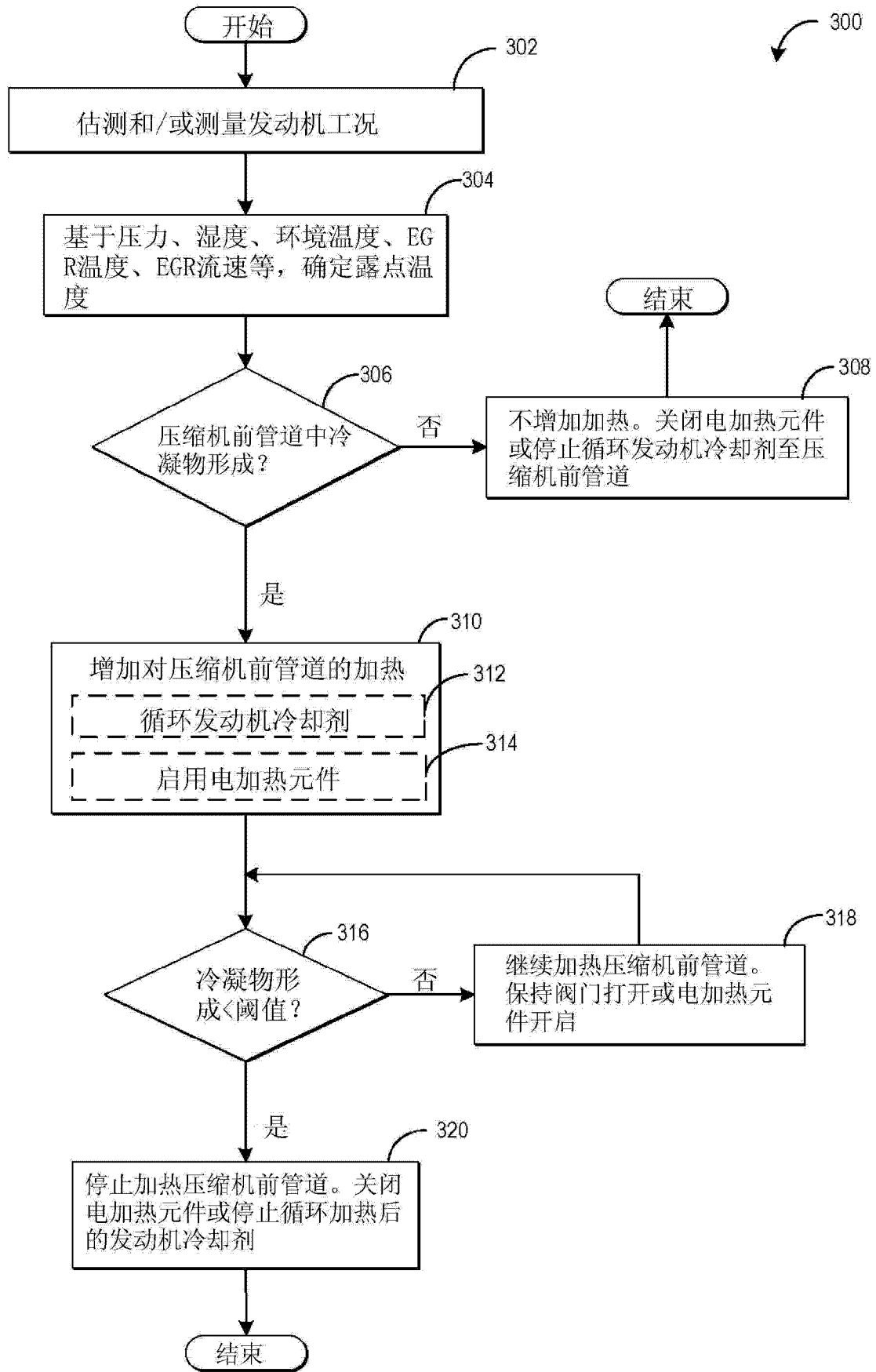


图 3

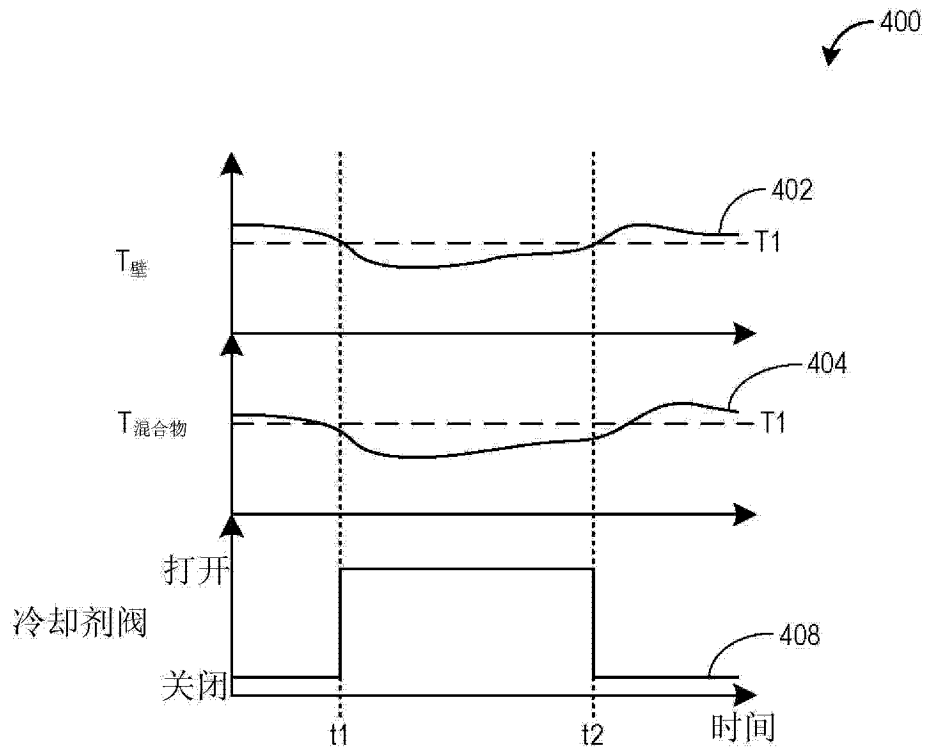


图 4