



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105781708 B

(45)授权公告日 2019.01.18

(21)申请号 201510999949.1

(22)申请日 2015.12.28

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105781708 A

(43)申请公布日 2016.07.20

(30)优先权数据  
14/593,414 2015.01.09 US

(73)专利权人 通用汽车环球科技运作有限责任  
公司  
地址 美国密歇根州

(72)发明人 B.W.莫谢罗施 A.R.扎德

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所  
11105

代理人 葛青

(51)Int.Cl.

F01P 7/16(2006.01)

(56)对比文件

CN 104047700 A,2014.09.17,  
US 2014/0261254 A1,2014.09.18,  
CN 101328830 A,2008.12.24,  
CN 103046993 A,2013.04.17,

审查员 林秀霞

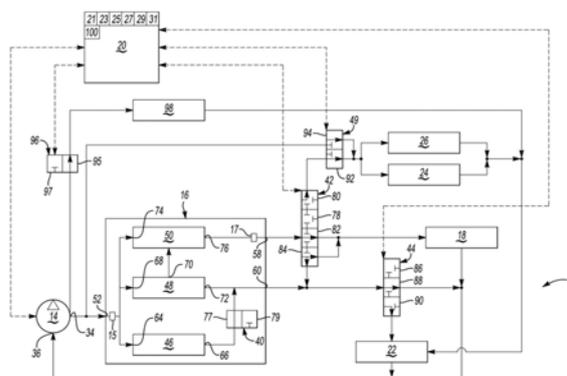
权利要求书3页 说明书12页 附图4页

(54)发明名称

发动机热管理的系统和方法

(57)摘要

本发明提供了发动机热管理的系统和方法。该系统包括发动机、电动水泵和控制器。控制器具有处理器和记录有指令的实体、非暂态存储器。执行记录的指令导致处理器连续地监测缸盖温度和冷却剂温度。如果所监测的缸盖温度和冷却剂温度低于预定阈值,则处理器执行其中泵保持关闭且冷却剂保持停滞的第一控制动作。如果所监测的缸盖温度或冷却剂温度达到相应的预定阈值,所述控制器启动第二控制动作以要求控制器对泵发送信号以开启并且使冷却剂循环。控制器然后基于发动机载荷确定期望的电动水泵操作速度。



1. 一种用于车辆的发动机热管理系统,包括:

发动机,其具有发动机缸体和发动机缸盖;

发动机温度传感器,其被配置为监测所述发动机缸盖的温度;

电动水泵,其被配置为使冷却剂循环通过所述发动机;

发动机水套,其具有冷却剂入口和至少一个冷却剂出口,所述发动机水套被配置为在所述冷却剂入口处从所述电动水泵接收冷却剂;

第一冷却剂温度传感器和第二冷却剂温度传感器,所述第一冷却剂温度传感器被配置为监测所述冷却剂入口处的冷却剂温度,所述第二冷却剂温度传感器被配置为监测所述至少一个冷却剂出口处的冷却剂温度;

控制器,其具有处理器和记录有指令的实体、非暂态存储器,其中,执行所记录的指令导致所述处理器:

经由所述发动机温度传感器重复地监测缸盖温度,以及经由所述第二冷却剂温度传感器重复地监测冷却剂温度;

将所监测的缸盖温度与预定的缸盖温度阈值比较,以及将所监测的冷却剂温度与预定的冷却剂温度阈值比较;以及

执行第一控制动作和第二控制动作中的一个,使得所述处理器在所监测的缸盖温度低于预定的缸盖温度阈值、并且所监测的冷却剂温度低于预定的冷却剂温度阈值时,执行所述第一控制动作,并且使得所述处理器在所监测的缸盖温度超过预定的缸盖温度阈值、以及所监测的冷却剂温度超过预定的冷却剂温度阈值中至少一者发生时,执行所述第二控制动作,其中:

所述第一控制动作包括:重复地比较所监测的缸盖温度与所述预定的缸盖温度阈值、以及重复地比较所监测的冷却剂温度与所述预定的冷却剂温度阈值;并且

所述第二控制动作包括:

对所述电动水泵发送信号以开启并使冷却剂循环;

确定所述电动水泵的期望的速度;以及

将所述水泵的速度调节到期望的速度;

其中确定所述电动水泵的期望的速度还包括:

确定所述发动机的发动机功率;

确定所述发动机的绝对排热;

确定所述冷却剂入口和所述冷却剂出口之间的期望的冷却剂温度增量;

确定冷却剂的容积流率;以及

基于所确定的冷却剂的容积流率,选择期望的电动水泵速度;

其中确定发动机的绝对排热还包括:

从写入在所述控制器的实体、非暂态存储器上的第三查找表中确定用于发动机的制动比排热,其中所述第三查找表是二维查找表,其包含基于发动机转速和期望的每缸空气质量的一组用于发动机的制动比排热值;以及

基于所确定的制动比排热和所确定的发动机功率、通过将所确定的制动比排热乘以所确定的发动机功率来计算所确定的发动机的绝对排热。

2. 根据权利要求1所述的发动机热管理系统,其中确定发动机功率还包括:

经由曲轴传感器确定发动机转速；

从写入在所述控制器的实体、非暂态存储器上的第一查找表中选择期望的每缸空气质量，其中所述第一查找表是一维查找表，其包含与一组发动机转速值相对应的一组期望的每缸空气质量值；

从写入在所述控制器的实体、非暂态存储器上的第二查找表中确定用于发动机的最大制动转矩，其中所述第二查找表是二维查找表，其包含基于发动机转速和期望的每缸空气质量的一组用于发动机的最大制动转矩值；以及基于所确定的最大制动转矩和发动机转速、通过将所确定的最大制动转矩乘以所确定的发动机转速来计算所确定的发动机功率。

3. 根据权利要求1所述的发动机热管理系统，其中确定在所述冷却剂入口和所述冷却剂出口之间的期望的冷却剂温度增量包括：从写入在所述控制器的实体、非暂态存储器上的第四查找表中选择期望的冷却剂温度增量，其中所述第四查找表是二维查找表，其包含基于发动机转速和期望的每缸空气质量的一组用于发动机的期望的冷却剂温度增量值。

4. 根据权利要求3所述的发动机热管理系统，其中确定冷却剂的容积流率还包括：

将期望的冷却剂温度增量乘以冷却剂的比热以产生评价元素；

将所确定的绝对排热除以所述评价元素以确定冷却剂的质量流率；以及将冷却剂的质量流率除以冷却剂密度。

5. 根据权利要求4所述的发动机热管理系统，其中基于所确定的冷却剂的容积流率选择期望的电动水泵速度包括：从写入在所述控制器的实体、非暂态存储器上的第五查找表中选择期望的电动水泵速度，其中所述第五查找表是二维查找表，其包含基于冷却剂的容积流率的一组期望的电动水泵的速度值。

6. 根据权利要求1所述的发动机热管理系统，进一步包括：

多个流量控制阀，所述流量控制阀被配置为从冷却剂泵和发动机水套中的至少一者接收冷却剂；

加热器芯体，所述加热器芯体被配置为从所述多个流量控制阀中的至少一个接收冷却剂；

变速器热交换器，所述变速器热交换器被配置为经由所述多个流量控制阀中的至少一个从冷却剂泵和发动机水套中的至少一者接收冷却剂；

发动机油热交换器，所述发动机油热交换器被配置为经由所述多个流量控制阀中的至少一个从冷却剂泵和发动机水套中的至少一者接收冷却剂；

散热器，所述散热器被配置为从所述多个流量控制阀、所述变速器热交换器、和所述发动机油热交换器中的至少一者接收冷却剂；并且

其中，所述控制器进一步被配置为将所述多个流量控制阀致动到所选择的致动位置，并且基于所述多个流量控制阀的所选择的致动位置将冷却剂选择性地分配到所述加热器芯体、所述散热器、所述变速器热交换器、以及所述发动机油热交换器中的至少一者。

7. 根据权利要求6所述的发动机热管理系统，其中所述发动机水套包括：

发动机缸体冷却套和底盖冷却套，每个被配置为从所述冷却剂泵接收冷却剂；和

顶盖冷却套，所述顶盖冷却套被配置为从所述冷却剂泵和所述底盖冷却套中的至少一者接收冷却剂。

8. 根据权利要求7所述的发动机热管理系统，其中所述多个流量控制阀包括：

第一流量控制阀,其被配置为占据打开位置和闭合位置中的一个,所述第一流量控制阀进一步被配置为从所述发动机缸体冷却套接收冷却剂;

第二流量控制阀,其被配置为占据第一位置、第二位置、第三位置、和第四位置中的一个,使得所述第二流量控制阀在占据所述第二位置时从所述顶盖冷却套接收冷却剂、并且将暖的冷却剂排出到所述变速器热交换器和所述发动机油热交换器中的每个,在占据所述第三位置时将冷却剂排出到所述加热器芯体,并且在占据所述第四位置时将冷却剂排出到第三流量控制阀;

模式选择阀,其被配置为占据第一位置和第二位置中的一个,使得当所述模式选择阀占据所述第一位置时,所述模式选择阀从所述第二流量控制阀接收冷却剂、并且将冷却剂排出到所述变速器热交换器和所述发动机油热交换器中的每个,以便于加温变速器和发动机油中的每个,并且当所述模式选择阀占据所述第二位置时,所述模式选择阀从所述冷却剂泵接收冷却剂、并且将冷却剂排出到所述变速器热交换器和所述发动机油热交换器中的每个,以便于冷却变速器和发动机油中的每个;和

所述第三流量控制阀被配置为占据第一位置、第二位置、和第三位置中的一个,并且被进一步被配置为从所述底盖冷却套、所述第一流量控制阀、和所述第二流量控制阀中的一个接收冷却剂,所述第三流量控制阀被进一步被配置为在占据所述第二位置时将冷却剂排出到所述冷却剂泵,以及在占据所述第三位置时将冷却剂排出到所述散热器。

## 发动机热管理的系统和方法

### 技术领域

[0001] 本教导涉及用于具有发动机和电动水泵的车辆的热管理的系统和方法。

### 背景技术

[0002] 在常规的发动机热管理系统中,冷却回路使一般地由水和防冻剂构成的冷却液循环。冷却回路一般地包括将冷却液推进通过冷却回路的冷却剂泵。发动机热管理系统一般地设计成促进发动机和冷却液在冷启动之后升温以及促进正常车辆操作期间的发动机冷却。

### 发明内容

[0003] 本发明提供了一种用于车辆的发动机热管理系统,其包括:发动机,其具有发动机缸体(engine block)和发动机缸盖(engine cylinder head);发动机温度传感器,其被配置为监测所述发动机缸盖的温度;电动水泵(electrical water pump),其被配置为使冷却剂循环通过所述发动机;发动机水套(engine water jacket),其具有冷却剂入口和至少一个冷却剂出口,所述发动机水套被配置为在所述冷却剂入口处从所述电动水泵接收冷却剂;第一冷却剂温度传感器和第二冷却剂温度传感器,所述第一冷却剂温度传感器被配置为监测所述冷却剂入口处的冷却剂温度,所述第二冷却剂温度传感器被配置为监测所述至少一个冷却剂出口处的冷却剂温度;控制器,其具有处理器和记录有指令的实体、非暂态存储器(tangible, non-transitory memory)。

[0004] 其中,执行所记录的指令导致所述处理器:经由所述发动机温度传感器重复地监测缸盖温度,以及经由所述第二冷却剂温度传感器重复地监测冷却剂温度;将所监测的缸盖温度与预定的缸盖温度阈值比较,以及将所监测的冷却剂温度与预定的冷却剂温度阈值比较;以及执行第一控制动作和第二控制动作中的一个,使得所述处理器在所监测的缸盖温度低于预定的缸盖温度阈值、并且所监测的冷却剂温度低于预定的冷却剂温度阈值时,执行所述第一控制动作,并且使得所述处理器在所监测的缸盖温度超过预定的缸盖温度阈值、以及所监测的冷却剂温度超过预定的冷却剂温度阈值中至少一者发生时,执行所述第二控制动作。

[0005] 其中,所述第一控制动作包括重复地比较所监测的缸盖温度与所述预定的缸盖温度阈值、以及重复地比较所监测的冷却剂温度与所述预定的冷却剂温度阈值;并且所述第二控制动作包括:对所述电动水泵发送信号以开启并使冷却剂循环;确定所述电动水泵的期望的速度;以及将所述水泵的速度调节到期望的速度。

[0006] 优选地,其中确定所述电动水泵的期望的速度还包括:确定所述发动机的发动机功率;确定所述发动机的绝对排热(heat rejection);确定所述冷却剂入口和所述冷却剂出口之间的期望的冷却剂温度增量;确定冷却剂的容积流率(volumetric flow rate);以及基于所确定的冷却剂的容积流率,选择期望的电动水泵速度。

[0007] 优选地,其中确定发动机功率还包括:经由曲轴传感器确定发动机转速;从写入在

所述控制器的实体、非暂态存储器上的第一查找表中选择期望的每缸空气质量 (air mass per cylinder), 其中所述第一查找表是一维查找表, 其包含与一组发动机转速值相对应的一组期望的每缸空气质量值; 从写入在所述控制器的实体、非暂态存储器上的第二查找表中确定用于发动机的最大制动转矩, 其中所述第二查找表是二维查找表, 其包含基于发动机转速和期望的每缸空气质量的一组用于发动机的最大制动转矩值; 以及基于所确定的最大制动转矩和发动机转速、通过将所确定的最大制动转矩乘以所确定的发动机转速来计算所确定的发动机功率。

[0008] 优选地, 其中确定发动机的绝对排热还包括: 从写入在所述控制器的实体、非暂态存储器上的第三查找表中确定用于发动机的制动比排热 (brake specific heat rejection), 其中所述第三查找表是二维查找表, 其包含基于发动机转速和期望的每缸空气质量的一组用于发动机的制动比排热值; 以及基于所确定的制动比排热和所确定的发动机功率、通过将所确定的制动比排热乘以所确定的发动机功率来计算所确定的发动机的绝对排热。

[0009] 优选地, 其中确定在所述冷却剂入口和所述冷却剂出口之间的期望的冷却剂温度增量包括从写入在所述控制器的实体、非暂态存储器上的第四查找表中选择期望的冷却剂温度增量, 其中所述第四查找表是二维查找表, 其包含基于发动机转速和期望的每缸空气质量的一组用于发动机的期望的冷却剂温度增量值。

[0010] 优选地, 其中确定冷却剂的容积流率还包括: 将期望的冷却剂温度增量乘以冷却剂的比热以产生评价元素 (evaluation element); 将所确定的绝对排热除以所述评价元素以确定冷却剂的质量流率; 以及将冷却剂的质量流率除以冷却剂密度。

[0011] 优选地, 其中基于所确定的冷却剂的容积流率选择期望的电动水泵速度包括从写入在所述控制器的实体、非暂态存储器上的第五查找表中选择期望的电动水泵速度, 其中所述第五查找表是二维查找表, 其包含基于冷却剂的容积流率的一组期望的电动水泵的速度值。

[0012] 优选地, 其中所述预定的冷却剂温度阈值是冷却剂的沸点。

[0013] 优选地, 其中所述发动机缸盖由第一材料组成; 并且其中所述预定的缸盖温度阈值是第一材料的变形温度。

[0014] 优选地, 所述系统进一步包括: 多个流量控制阀, 所述流量控制阀被配置为从冷却剂泵和发动机水套中的至少一者接收冷却剂; 加热器芯体, 所述加热器芯体被配置为从所述多个流量控制阀中的至少一个接收冷却剂; 变速器热交换器, 所述变速器热交换器被配置为经由所述多个流量控制阀中的至少一个从冷却剂泵和发动机水套中的至少一者接收冷却剂; 发动机油 (engine oil) 热交换器, 所述发动机油热交换器被配置为经由所述多个流量控制阀中的至少一个从冷却剂泵和发动机水套中的至少一者接收冷却剂; 散热器, 所述散热器被配置为从所述多个流量控制阀、所述变速器热交换器、和所述发动机油热交换器中的至少一者接收冷却剂; 并且其中, 所述控制器进一步被配置为将所述多个流量控制阀致动到所选择的致动位置, 并且基于所述多个流量控制阀的所选择的致动位置将冷却剂选择性地分配到所述加热器芯体、所述散热器、所述变速器热交换器、以及所述发动机油热交换器中的至少一者。

[0015] 优选地, 其中所述发动机水套包括: 发动机缸体冷却套和底盖 (lower head) 冷却

水套,每个被配置为从所述冷却剂泵接收冷却剂;和顶盖冷却套(upper head),所述顶盖冷却套被配置为从所述冷却剂泵和所述底盖冷却套中的至少一者接收冷却剂。

[0016] 优选地,其中所述多个流量控制阀包括:第一流量控制阀,其被配置为占据打开位置和闭合位置中的一个,所述第一流量控制阀进一步被配置为从所述发动机缸体冷却套接收冷却剂;第二流量控制阀,其被配置为占据第一位置、第二位置、第三位置、和第四位置中的一个,使得所述第二流量控制阀在占据所述第二位置时从所述顶盖冷却套接收冷却剂、并且将暖的冷却剂排出到所述变速器热交换器和所述发动机油热交换器中的每个,在占据所述第三位置时将冷却剂排出到所述加热器芯体,并且在占据所述第四位置时将冷却剂排出到第三流量控制阀;模式选择阀,其被配置为占据第一位置和第二位置中的一个,使得当所述模式选择阀占据所述第一位置时,所述模式选择阀从所述第二流量控制阀接收冷却剂、并且将冷却剂排出到所述变速器热交换器和所述发动机油热交换器中的每个,以便于加温变速器和发动机油中的每个,并且当所述模式选择阀占据所述第二位置时,所述模式选择阀从所述冷却剂泵接收冷却剂、并且将冷却剂排出到所述变速器热交换器和所述发动机油热交换器中的每个,以便于冷却变速器和发动机油中的每个;和所述第三流量控制阀被配置为占据第一位置、第二位置、和第三位置中的一个,并且被进一步被配置为从所述底盖冷却套、所述第一流量控制阀、和所述第二流量控制阀中的一个接收冷却剂,所述第三流量控制阀被进一步被配置为在占据所述第二位置时将冷却剂排出到所述冷却剂泵,以及在占据所述第三位置时将冷却剂排出到所述散热器。

[0017] 优选地,其中所述发动机热管理系统以第一模式操作,使得所述控制器将第一流量控制阀致动到闭合位置,所述控制器致动所述第二流量控制阀以占据第一位置,所述控制器致动所述第三流量控制阀以占据第一位置,并且所述模式选择阀占据第一位置,并且所述开/关阀占据闭合位置。

[0018] 优选地,其中所述发动机热管理系统以第二模式操作,使得所述控制器致动第一流量控制阀以占据闭合位置,所述控制器致动所述第二流量控制阀以占据第二位置和第三位置中的一个,所述控制器致动所述第三流量控制阀以占据第二位置,并且所述控制器致动所述模式选择阀以占据第一位置,并且所述控制器致动所述开/关阀以占据闭合位置。

[0019] 优选地,其中所述发动机热管理系统以第三模式操作,使得所述控制器致动第一流量控制阀以占据打开位置,所述控制器致动所述第二流量控制阀以占据第四位置,所述控制器致动所述第三流量控制阀以占据第三位置,并且所述模式选择阀占据第二位置,并且所述开/关阀占据打开位置。

[0020] 本发明还提供了一种用于发动机的热管理方法,所述方法包括如下步骤:经由发动机温度传感器重复地监测缸盖温度,以及经由冷却剂温度传感器重复地监测冷却剂温度;经由控制器比较所监测的缸盖温度与预定的缸盖温度阈值,并且比较所监测的冷却剂温度与预定的冷却剂温度阈值;经由所述控制器执行第一控制动作和第二控制动作中的一个,使得所述控制器在所监测的缸盖温度低于预定的缸盖温度阈值以及所监测的冷却剂温度低于预定的冷却剂温度阈值时执行第一控制动作,并且所述控制器在所监测的缸盖温度超过预定的缸盖温度阈值以及所监测的冷却剂温度超过预定的冷却剂温度阈值中至少一者时执行第二控制动作。

[0021] 其中,所述第一控制动作包括经由控制器重复地比较所监测的缸盖温度与所述预

定的缸盖温度阈值以及重复地比较所监测的冷却剂温度与所述预定的冷却剂温度阈值；以及所述第二控制动作包括步骤：经由控制器对电动水泵发信号以开启并且使冷却剂以预定的水泵速度循环；经由控制器确定期望的电动水泵速度；以及将预定的水泵速度调节到期望的水泵速度。

[0022] 优选地，其中所述发动机缸盖由第一材料组成，使得预定的缸盖温度阈值是第一材料的变形温度；并且其中所述预定的冷却剂温度阈值是冷却剂的沸点。

[0023] 优选地，其中确定所述期望的电动水泵速度还包括：确定发动机的发动机功率；确定发动机的绝对排热；确定在所述冷却剂入口和所述冷却剂出口之间的冷却剂温度增量；确定冷却剂的容积流率；以及基于所确定的冷却剂的容积流率，选择期望的电动水泵速度。

[0024] 优选地，其中确定发动机功率还包括：经由发动机转速传感器确定发动机转速；从写入在所述控制器的实体、非暂态存储器上的第一查找表中确定期望的每缸空气质量，其中所述第一查找表是一维查找表，其包含与一组发动机转速值相对应的一组期望的每缸空气质量值；从写入在所述控制器的实体、非暂态存储器上的第二查找表中确定用于发动机的最大制动转矩，其中所述第二查找表是二维查找表，其包含基于发动机转速和期望的每缸空气质量的一组用于发动机的最大制动转矩值；以及基于所确定的最大制动转矩和发动机转速、通过将所确定的最大制动转矩乘以所确定的发动机转速来计算发动机功率。

[0025] 优选地，其中，确定发动机的绝对排热还包括：从写入在所述控制器的实体、非暂态存储器上的第三查找表中确定用于发动机的制动比排热，其中所述第三查找表是二维查找表，其包含基于发动机转速和期望的每缸空气质量的一组用于发动机的制动比排热值；以及基于所确定的制动比排热和所确定的发动机功率、通过将所确定的制动比排热乘以所确定的发动机功率来计算所确定的发动机的绝对排热；确定在所述冷却剂入口和所述冷却剂出口之间的冷却剂温度增量还包括从写入在所述控制器的实体、非暂态存储器上的第四查找表中选择期望的冷却剂温度增量，其中所述第四查找表是二维查找表，其包含基于发动机转速和期望的每缸空气质量的一组用于发动机的期望的冷却剂温度增量值。

[0026] 并且，确定冷却剂的容积流率还包括：将期望的冷却剂温度增量乘以冷却剂的比热以产生评价元素；将所确定的绝对排热除以所述评价元素以确定期望的冷却剂质量流率；以及将期望的冷却剂质量流率除以冷却剂密度。

[0027] 本发明提供了发动机热管理的系统和方法。发动机热管理系统可以包括发动机、电动水泵、发动机水套和控制器。

[0028] 发动机可以包括发动机缸体和缸盖。发动机水套可以包括发动机缸体冷却套、底盖冷却套、和顶盖冷却套中的每个。发动机水套可以从电动水泵接收冷却剂，电动水泵被配置为使冷却剂在整个热管理系统中循环。

[0029] 控制器具有处理器和记录有指令的实体、非暂态存储器。执行记录的指令导致处理器实行本公开发动机热管理的方法。控制器可以被配置为经由以下步骤执行本方法。控制器可以经由温度传感器连续地监测缸盖温度和冷却剂温度中的每个。如果所监测的缸盖温度低于预定的缸盖温度阈值并且所监测的冷却剂温度低于预定的冷却剂温度阈值，则控制器将执行第一控制动作，使得控制器重复地比较所监测的缸盖温度与预定的缸盖温度阈值以及重复地比较所监测的冷却剂温度与预定的冷却剂温度阈值，直至如下状态中一个或多个为真：1) 所监测的缸盖温度达到预定的缸盖温度阈值；以及2) 所监测的冷却剂温度达

到预定的冷却剂温度阈值。

[0030] 当所监测的缸盖温度达到预定的缸盖温度阈值和/或所监测的冷却剂温度达到预定的冷却剂温度阈值时,控制器启动第二控制动作,使得控制器对电动水泵发信号以开启并且使冷却剂循环以控制发动机温度。控制器然后基于发动机载荷确定期望的电动水泵操作速度,以最大化燃料经济性并且减少电动水泵工作。

[0031] 本教导的上述特征和优势以及其它特征和优势根据以下关于用于执行本教导的一些最佳方式和其它实施方式的详细说明并结合附图将易于明显,本教导如在所附权利要求书中所限定。

### 附图说明

[0032] 图1是整合有电动水泵的示例发动机的示意性透视图。

[0033] 图2是发动机热管理系统的示例实施例的线路简图。

[0034] 图3是用于带有电动水泵的汽车发动机的热管理的方法的步骤的流程图描述。

[0035] 图4是进一步详述确定期望的电动水泵速度的步骤的流程图。

[0036] 图5是进一步详述确定发动机的发动机功率的步骤的流程图。

[0037] 图6是进一步详述确定发动机的绝对排热的步骤的流程图。

[0038] 图7是进一步详述确定冷却剂的容积流率的步骤的流程图。

### 具体实施方式

[0039] 以下描述和附图指示例实施例,并且本质仅仅是例示性的,并且旨在限制本公开的应用或者用途。参考附图,其中同样的附图标记在全部若干附图中对应于同样或类似部件,提供了发动机热管理系统10及其控制方法100。

[0040] 参考图1和2,发动机热管理系统10可以至少包括发动机12、电动水泵14、发动机水套16、加热器芯体18、散热器22、变速器热交换器24、发动机油热交换器26、多个流量控制阀40、42、44,以及控制器20。

[0041] 参考图1,发动机12可以包括发动机缸体28和缸盖30。作为说明性示例,发动机12可以是具有集成的排气歧管的自然吸气发动机,或者是任意构造的涡轮增压发动机。发动机缸盖30可以由第一材料形成。第一材料可以是合适的金属材料,诸如铝。系统10可以进一步包括发动机温度传感器32,该发动机温度传感器32布置在缸盖30中且被配置为监测构成缸盖30的第一材料的温度。

[0042] 电动冷却剂泵14可以联接到发动机缸体28,并且被配置为使冷却剂循环通过系统10。电动冷却剂泵14是由控制器20控制的电动冷却剂泵14,并且独立于发动机12提供冷却剂。因为电动冷却剂泵14脱离发动机转速,控制器20可以控制电动冷却剂泵14的操作速度以及冷却剂流量,并且基于发动机载荷修整电动水泵14的速度和冷却剂流量。控制器20可以进一步经由致动多个流量控制阀40、42、44、49来控制冷却剂在整个热管理系统中的流量和分配并且可以在整个热管理系统10中选择性地分配冷却剂以及保持冷却剂停滞,其中电动冷却剂泵14关闭,用于最大化发动机12和/或冷却剂升温。电动冷却剂泵14可以包括冷却剂泵出口34和冷却剂泵入口36。电动冷却剂泵14可以被配置为使冷却剂通过发动机热管理系统10循环。参考图2,发动机热管理系统10可以进一步包括发动机水套16、加热器芯体18、

散热器22、发动机油热交换器26、变速器热交换器24、涡轮增压器冷却器98,以及多个流量控制阀40、42、44、49。发动机水套16可具有至少一个水套冷却剂入口52和至少一个水套冷却剂出口58、60。发动机水套16被配置为在至少一个水套冷却剂入口52处接收来自电动冷却剂泵14的冷却剂,且进一步被配置为从至少一个水套冷却剂出口58、60处排出冷却剂。发动机水套16可以包括发动机缸体冷却套46、底盖冷却套48和顶盖冷却套50。从至少一个水套冷却剂出口58、60排出的冷却剂由控制器20经由致动多个流量控制阀40、42、44、49和至少一个开/关阀96在整个热管理系统10中选择性地分配,并且接着被传递到加热器芯体18、发动机油热交换器26、变速器热交换器24和散热器22中一个。

[0043] 发动机缸体冷却套46可以包括发动机缸体冷却套入口64、发动机缸体冷却剂通道(未示出)和发动机缸体冷却套出口66。发动机缸体冷却套46被配置为将冷却剂排出到多个流量控制阀40中的一个。

[0044] 底盖冷却套48可以包括底盖冷却套入口68、底盖冷却剂通道(未示出)和用于将冷却剂从底盖冷却套48传送到顶盖冷却套50的多个输送孔70。底盖冷却套48还可以包括至少一个底盖冷却套出口72。底盖冷却套48被配置为将冷却剂经由输送孔70和多个流量控制阀44中的一个直接地排出到一个顶盖冷却套50,该一个流量控制阀44依赖于其致动位置而将冷却剂传递到散热器22和电动冷却剂泵14中的一个。

[0045] 顶盖冷却套50可以包括至少一个顶盖冷却套入口74、顶盖冷却套出口76和顶盖水套冷却剂通道(未示出)。流过顶盖冷却套50的冷却剂从顶盖冷却套出口76排出,并且由控制器20经由多个流量控制阀40、42、44、49(如本文稍后所述的)选择性地传递到加热器芯体18以协助加温车辆客舱、传递到发动机油热交换器26以协助缓和发动机油温度、传递到变速器热交换器24以协助缓和变速器温度,以及传递到散热器22以协助冷却发动机12。

[0046] 发动机热系统10可以进一步包括可由控制器20致动的多个流量控制阀40、42、44、49,该多个流量控制阀40、42、44、49被配置为占据所选择的致动位置以将从电动冷却剂泵14排出的冷却剂流量选择性地分配到加热器芯体18、发动机油热交换器26、变速器热交换器24和散热器22中的至少一者。

[0047] 多个流量控制阀40、42、44、49可以被配置为从冷却剂泵14、发动机缸体冷却套46、底盖冷却套48和顶盖冷却套50中的至少一个接收冷却剂。所述多个流量控制阀至少包括第一流量控制阀40、第二流量控制阀42、第三流量控制阀44和模式选择阀49。第一流量控制阀40被配置为经由发动机缸体冷却套出口66接收来自发动机缸体冷却套46的冷却剂。第一流量控制阀40进一步被配置为占据打开位置77和闭合位置79中的一个。第一流量控制阀40可以是任何常规的多端口双位阀。

[0048] 第二流量控制阀42被配置为接收来自顶盖冷却套50的冷却剂。第二流量控制阀42可以是任何常规的多端口四位阀。第二流量控制阀42由控制器20致动以占据第一位置78、第二位置80、第三位置82和第四位置84中的一个。顶盖冷却套50依赖于第二流量控制阀42的被致动确定位置将冷却剂经由模式选择阀49排出到加热器芯体18、发动机油热交换器26和变速器热交换器24中的一个,以及第三流量控制阀44。第二流量控制阀42在第一位置78完全闭合,在第二位置80将冷却剂经由模式选择阀49排出到发动机油热交换器26和变速器热交换器24,在第三位置82将冷却剂排出到加热器芯体18,并且在第四位置84将冷却剂经由第三流量控制阀44排出到加热器芯体18和散热器22。第三流量控制阀44被配置为从底盖

冷却套48、第一流量控制阀40、和第二流量控制阀42中的每个接收冷却剂。第三流量控制阀44可以是任何常规多端口三位阀。第三流量控制阀44由控制器20致动,以占据第一位置86、第二位置88和第三位置90中的一个。第三流量控制阀44在第一位置86完全闭合,在第二位置88将冷却剂排出到电动冷却剂泵14,并且在第三位置90将冷却剂排出到散热器22。

[0049] 模式选择阀49被配置为从电动冷却剂泵14和第二流量控制阀42中的一个接收冷却剂。模式选择阀49可以是任何常规多端口双位阀。模式选择阀49进一步被配置为占据第一位置92和第二位置94中的一个。当发动机油和变速器需要加温时,模式选择阀49占据第一位置92,并且从第二流量控制阀42接收暖的冷却剂、并将暖的冷却剂排出到发动机油热交换器26和变速器热交换器24中的每个以便于加温变速器和发动机油中的每个。

[0050] 当发动机油和变速器需要冷却时,模式选择阀49占据第二位置94并且直接从电动冷却剂泵14接收冷的冷却剂,并将冷的冷却剂排出到发动机油热交换器26和变速器热交换器24中的每个以便于冷却变速器和发动机油中的每个。

[0051] 发动机热管理系统10还可以包括至少一个开/关阀96。该至少一个开/关阀96可以是任何常规的多端口双位阀。该至少一个开/关阀96被配置为占据打开位置95和闭合位置97中的一个,使得在打开位置,该至少一个开/关阀96从电动冷却剂泵14接收冷的冷却剂,并将冷的冷却剂排出到涡轮增压器冷却器98。涡轮增压器冷却器98被配置为在至少一个开/关阀96占据打开位置95时从至少一个开/关阀96接收冷却剂。涡轮增压器冷却器98被配置为便于涡轮增压器(未示出)的冷却。涡轮增压器冷却器98进一步被配置为将冷却剂排出到散热器22。参考总体在图2中示出的控制器20,控制器20包括处理器和记录有指令的实体、非暂态存储器。执行记录的指令导致处理器实行本文稍后参考图3-7描述的本方法100。控制器20可以是独立单元,或者是控制发动机热管理系统10的操作的电子控制器的部分。控制器20可以实现为作用为车辆控制模块的服务器/主机或者分布系统,例如数字计算机或者微型电子计算机,和/或实现为具有处理器和实体、非暂态存储器(诸如,只读存储器(ROM)或闪存)的比例-积分-微分(PID)控制器装置。控制器20也可以具有随机存取存储器(RAM)、电可擦可编程只读存储器(EEPROM)、高速时钟、模数(A/D)和/或数模(D/A)电路,和任何所需的输入/输出电路及关联装置,以及任何所需的信号调理和/或信号缓冲电路。

[0052] 总体上,计算系统和/或装置,诸如控制器20,可采用任何数目的计算机操作系统并且一般地包括计算机可执行指令,其中指令可以由诸如上述那些的一个或多个计算装置执行。计算机可执行指令可从使用各种熟知程序设计语言和/或技术形成的计算机程序编译或者译码出,熟知的程序设计语言和/或技术以非限制性且单独地或组合的方式包括Java™、C、C++、Visual Basic、Java Script、Perl等等。总体上,处理器(例如,微处理器)例如从存储器、计算机可读介质接收等等指令,并执行这些指令,由此执行包括有本文所述一个或多个处理的一个或多个处理。这些指令和其它数据可用各种已知计算机可读介质存储和传输。

[0053] 因此,控制器20能够包括控制和实行发动机热管理系统10操作必需的全部软件、硬件、存储器、算法、连接、传感器等等。照此,控制器20可以被配置为监测与控制各种发动机模式、即第一模式、第二模式和第三模式下的发动机热管理处理。第一模式可以是冷启动模式,其中电动水泵14保持关闭,冷却剂保持停滞,并且发动机要求暖机。第二模式可以是发动机升温模式,其中电动水泵14打开,但发动机12和车辆乘员舱仍要求加温,且结果冷

却剂被传送到电动冷却剂泵14而非被传送通过散热器22。第三模式可以是发动机冷却或者正常车辆操作模式,其中发动机12、变速器、发动机油和涡轮增压器需要冷却,并且结果控制器20将尽可能多的冷却剂传递通过散热器22。

[0054] 控制器20可以与电动冷却剂泵14通信,以控制泵14保持关闭的时刻、泵14打开的时间以及电动冷却剂泵14的操作速度。控制器20可以进一步被配置为控制多个流量控制阀40、42、44、49和开/关阀96的操作,并且致动多个流量控制阀40、42、44、49和开/关阀96至所选择的致动位置,以在整个发动机热管理系统10上引导和选择性地分配冷却剂流,并实行本文所述的热管理方法。而且,控制器20也可以与发动机12上的各种其它子系统和传感器通信,诸如发动机温度传感器32、第一冷却剂温度传感器15、第二冷却剂温度传感器17、发动机曲轴传感器19,以及发动机12上的其它子系统和传感器。

[0055] 如图1和2所示,发动机温度传感器32可以与发动机缸盖30整合。发动机温度传感器32被配置为在全部车辆操作模式期间连续地监测包括发动机缸盖30的第一材料的温度,即第一模式、第二模式和第三模式。发动机温度传感器32可以进一步被配置为将所监测的发动机缸盖温度结果返回到控制器20。

[0056] 第一冷却剂温度传感器15可以布置在发动机水套入口52处。第一冷却剂温度传感器15被配置为在全部车辆操作模式期间,即在第一模式、第二模式和第三模式期间连续地监测在冷却剂进入发动机水套16时的冷却剂温度。第一冷却剂温度传感器15可以进一步被配置为将所监测的入口冷却剂温度结果返回到控制器20。

[0057] 第二冷却剂温度传感器17可以布置在至少一个发动机水套出口58处。第二冷却剂温度传感器17被配置为在全部车辆操作模式期间,即在第一模式、第二模式和第三模式期间连续地监测在冷却剂从发动机水套16排出时的冷却剂温度。第二冷却剂温度传感器17可以进一步被配置为将所监测的出口冷却剂温度结果返回到控制器20。控制器20可以接收所监测的入口冷却剂温度结果和所监测的出口冷却剂温度结果,并且计算定义为所监测的出口冷却剂温度结果和入口冷却剂温度结果之差的增量冷却剂温度值。

[0058] 发动机曲轴传感器19可以布置在发动机12的曲轴上,并且可以被配置为监测发动机12的操作速度。曲轴传感器可以进一步被配置为将所监测的发动机转速结果返回到控制器20。

[0059] 图1和2所示的发动机热管理系统10适于在各种机动车操作模式下起作用,即第一模式、第二模式和第三模式。为更有效地加温发动机12、发动机油和变速器,在第一模式和第二模式下加温乘员舱,以及在第三模式下最有效地冷却发动机12、发动机油、变速器和涡轮增压器,需要实行控制策略以控制电动冷却剂泵14的操作,即泵14保持关闭的时刻,泵14打开的时刻,以及泵14的操作速度。这种发动机热管理策略在本方法100中详述,其中控制器20执行记录的指令以导致其中的处理器21实行图3-7详述的方法100的步骤。

[0060] 参考图3,发动机12可以以第一模式开始,其中发动机起始地在发动机钥匙周期开始时启动。当发动机12以第一模式操作时,控制器20致动多个控制阀40、42、44、49以占据完全闭合位置,即第一控制阀40占据闭合位置79,第二流量控制阀42占据第一位置78,第三流量控制阀44占据第一位置86,并且模式选择阀49占据第一位置92。电动水泵14在第一模式保持关闭以保持冷却剂停滞。此时,控制器20如步骤101标示地被配置为经由发动机温度传感器32连续地监测发动机缸盖30的温度。照此,发动机温度传感器32连续地监测包括缸盖

30的第一材料的温度,并将所监测的发动机缸盖温度结果返回到控制器20。此外,在步骤101,控制器20同时经由第二冷却剂温度传感器17连续地监测冷却剂温度。照此,第二冷却剂温度传感器17将所监测的出口冷却剂温度结果返回到控制器20。

[0061] 在步骤102,控制器20比较所监测的发动机缸盖温度结果与预定的缸盖温度阈值。预定的缸盖温度阈值可以是包括发动机缸盖30的第一材料的变形温度。另外,在步骤102,控制器20进一步同时地比较所监测的出口冷却剂温度结果与预定的冷却剂温度阈值。预定的冷却剂温度阈值可以定义为冷却剂的沸点。

[0062] 如果所监测的出口冷却剂温度结果低于预定的缸盖温度阈值,且所监测的出口冷却剂温度结果低于预定的冷却剂温度阈值,则控制器20执行在103示出的第一控制动作。在步骤103,电动冷却剂泵14保持关闭,并且热管理系统10保持在第一模式。

[0063] 在执行第一控制动作中,在步骤103,控制器20执行两个步骤。首先,控制器20重复地比较所监测的发动机缸盖温度结果与预定的缸盖温度阈值,以及比较所监测的出口冷却剂温度结果与预定的冷却剂温度阈值。如果在重复比较期间,所监测的出口冷却剂温度结果达到或者超过预定的缸盖温度阈值和/或所监测的出口冷却剂温度结果满足或超过预定的冷却剂温度阈值,则控制器20启动在步骤104示出的第二控制动作。

[0064] 在步骤104,如果所监测的出口冷却剂温度结果达到或者超过预定的缸盖温度阈值和/或所监测的出口冷却剂温度结果满足或超过预定的冷却剂温度阈值,则控制器执行第二控制动作。第二控制动作的开始也是从第一模式到第二模式即发动机加温和第三模式即发动机冷却中的一个的过渡。当启动第二控制动作104时,控制器20启动用于发动机12的第二模式,其中其中电动水泵14收到信号以开启,第一流量控制阀40被致动至打开位置77,第二流量控制阀42被致动至第二位置80和第三位置82中的一个,第三流量控制阀被致动至第二位置88,并且模式选择阀49被致动到第一位置92。照此,第二控制动作的执行导致处理器21和控制器20在步骤201对电动水泵14发信号以开启并且开始使冷却剂循环。

[0065] 在第二模式和第三模式,即,当电动水泵14使冷却剂循环时,控制器20将多个流量控制阀40、42、44、49和开/关阀96致动到预定位置,以实行热管理策略。更具体地,在第二模式,发动机12仍要求加温,并且照此,控制器20将第二流量控制阀42致动到第二位置80。在第二模式,第一流量控制阀40保持在闭合位置,第三流量控制阀44保持第一在位置86,以保持对发动机缸体28的初始加温。

[0066] 在第二模式期间,发动机缸体冷却套入口64和底盖夹套入口68可以固定为打开。但是,因为第一流量控制阀40完全闭合,发动机缸体水套46中的冷却剂保持停滞以便于发动机升温。第三流量控制阀44也被致动到第一或者完全闭合位置86,由此将来自底盖冷却套48的全部流量传递到顶盖冷却套50。第二流量控制阀42可以被配置为接收来自顶盖冷却套50的全部流量,这些流量从顶盖冷却套出口76和发动机水套出口58排出。另外,在第二模式,控制器20选择性地将来自顶盖冷却套出口76的被加热冷却剂引导到第二流量控制阀42,使得第二流量控制阀42在占据第二位置80的情况下将冷却剂经由被致动到第一位置92的至少一个模式选择阀49分别引导到发动机油热交换器26和变速器热交换器24,以便于分别加温发动机油和变速器。冷却剂在从被致动到第二位置80的第二流量控制阀42传递到占据第一位置92的模式选择阀49,以由此供给发动机油热交换器26和变速器热交换器24时,可用以加热发动机油和加热变速器至合适的工作温度。对发动机油和变速器预先加热能够

提高燃料经济性并且减少磨擦。

[0067] 一旦发动机油达到预定发动机阈值操作温度并且变速器达到预定阈值变速器操作温度,则控制器20致动第二流量控制阀以占据第三位置82,由此将冷却剂引导到加热器芯体18以加热客舱。当第二流量控制阀42占据第三位置82时,冷却剂被供给到加热器芯体18以便于加温乘员舱,满足加热需求。但是,在一些状态下,诸如窗子除霜,加热必须提供到乘员舱,由此冷却剂在发动机油和变速器到达预定阈值温度之前被输送到加热器芯体18。

[0068] 一旦客舱加热需求被满足,则控制器20致动第一流量控制阀40以占据打开位置77,致动第二流量控制阀以占据第四位置84,由此将来自第二流量控制阀42的几乎全部冷却剂引导到第三流量控制阀44。但是,第二流量控制阀42的漏泄路径对加热器芯体18开放,以允许提高露点必需的最小流量被选择性地分配到加热器芯体18。当乘员舱的加热需求已被满足,即乘员舱达到预定温度时,第二流量控制阀42被从第三位置82致动到第四位置84。在选择性地引导和分配冷却剂中,控制器20致动第三流量控制阀44以占据第二位置88和第三位置90中的一个。

[0069] 在乘员舱加热需求被满足时且在发动机12达到它的预定正常操作温度之前,控制器20将第三流量控制阀44致动到第二位置88,例如发动机热管理系统10保持在第二模式。当占据第二位置88时,第三流量控制阀44将暖的冷却剂引导回到电动冷却剂泵14以继续利于发动机12的加温。

[0070] 当乘员舱加热需求被满足并且在发动机14达到它的预定正常操作温度之后,控制器20将第三流量控制阀44致动到第三位置90,例如发动机热管理系统10转换到第三模式或者发动机冷却模式。当占据第三位置90时,第三流量控制阀44将全部冷却剂引导通过散热器22以便于冷却发动机12。当发动机热管理系统10在第三模式或者发动机冷却模式下操作时,发动机热管理系统10的目的在于将尽可能多的冷却剂流量传递通过散热器32。在第三模式期间,至少一个开/关阀96被致动到打开位置95以允许来自电动冷却剂泵14的冷却剂从中传送通过并被传送到涡轮增压器冷却器98上,以便于冷却涡轮增压器。另外,在第三模式期间,模式选择阀49被致动到第二位置94以直接来自电动冷却剂泵14的冷的冷却剂被传送通过且被传送到发动机油热交换器26和变速器热交换器24上,以便于分别冷却发动机油和变速器。

[0071] 在于步骤201将电动冷却剂泵打开之后,控制器20在步骤202基于发动机12的当前载荷确定要操作电动水泵14的期望速度,即确定电动水泵14的期望速度,这在图4中进一步详述。

[0072] 确定电动水泵14的期望速度要求多个步骤。第一,控制器20确定发动机12的发动机功率。确定发动机功率在图5中进一步详述。为确定发动机12的发动机功率,在步骤401处,控制器20首先确定发动机12的操作速度。发动机转速可由布置在发动机曲轴上的曲轴传感器或者发动机转速传感器19(见图1)监测。发动机转速传感器19监测发动机12的速度,并将所监测的发动机转速结果返回到控制器20。

[0073] 在步骤402,控制器20基于所监测的发动机转速从写入在控制器20的实体、非暂态存储器上的第一查找表23确定期望的每缸空气质量值。第一查找表23是一维查找表,其包含与一组发动机转速值相对应的一组期望的每缸空气质量值。控制器20选择与所监测的发动机转速结果相对应的期望的每缸空气质量值。

[0074] 在于步骤402确定期望的每缸空气质量值之后,控制器20在步骤403确定用于发动机12的最大制动转矩。为确定用于发动机12的最大制动转矩,控制器20将在步骤402确定的期望的每缸空气质量值以及在步骤401确定的发动机转速值输入到写入在控制器20的实体、非暂态存储器上的第二查找表25中。第二查找表25是二维查找表,其包含基于发动机转速和期望的每缸空气质量的一组用于发动机12的最大制动转矩值。控制器20从第二查找表25选择与在步骤402选择的所选期望每缸空气质量值和和在步骤401确定的所监测的发动机转速结果相对应的最大制动转矩值。

[0075] 在于步骤403确定发动机12的最大制动转矩之后,控制器20在步骤404基于在步骤403确定的最大制动转矩值和和在步骤401确定的所监测的发动机转速计算发动机功率。控制器20将在步骤404确定的最大制动转矩值乘以在步骤401确定的发动机转速,以计算发动机功率结果。

[0076] 再参考图4,在于步骤301确定发动机功率之后,控制器20在步骤302确定发动机12的绝对排热。确定发动机的绝对排热要求两个步骤,这在图6中另外详述。在步骤501,控制器20基于在步骤401确定的发动机转速结果和在步骤402确定的期望的每缸空气质量确定用于发动机的制动比排热。控制器20从写入在控制器20的实体、非暂态存储器上的第三查找表27选择制动比排热值。第三查找表27是二维查找表,其包含基于发动机转速和期望的每缸空气质量的一组用于发动机12的制动比排热值。照此,控制器20从第三查找表27选择与在步骤401确定的所监测的发动机转速结果和在步骤402确定的期望的每缸空气质量值相对应的制动比排热值。

[0077] 在步骤502,控制器20基于在501确定的制动比排热和在步骤301计算的发动机功率计算发动机12的绝对排热。控制器20将在步骤501确定的制动比排热乘以在步骤301确定的发动机功率,以产生发动机12的绝对排热。

[0078] 再参考图4,在于步骤301确定发动机功率和在步骤302计算绝对排热之后,控制器20在步骤303确定在水套冷却剂入口52和水套冷却剂出口58之间的期望的冷却剂温度增量。在水套冷却剂入口52和水套冷却剂出口58之间的冷却剂温度增量定义为由第二温度传感器17返回到控制器20的所监测的出口冷却剂温度结果和由第一温度传感器15返回到控制器20的所监测的入口冷却剂温度结果之差。为确定在水套冷却剂入口52和水套冷却剂出口58之间的期望的冷却剂温度增量值,控制器20基于在步骤401确定的发动机转速和在步骤402确定的期望的每缸空气质量从写入在控制器20的实体、非暂态存储器上的第四查找表29选择期望的冷却剂温度增量值。第四查找表29是二维查找表,其包含基于发动机转速和期望的每缸空气质量的一组用于发动机的期望的冷却剂温度增量值。控制器20从第四查找表29选择与在步骤401确定的发动机转速结果和在步骤402确定的期望的每缸空气质量相对应的期望的冷却剂温度增量值。

[0079] 在于步骤303确定期望的冷却剂温度增量之后,控制器20在步骤304计算冷却剂的期望容积流率。步骤304在图7中进一步详述,且包括三个步骤。在步骤601,控制器20将写入在控制器20的实体、非暂态存储器上的冷却剂液体比热乘以在步骤303确定的期望的冷却剂温度增量值,以产生评价元素。在步骤602控制器20通过将在步骤302确定的发动机12的绝对排热除以在步骤601确定的评价元素,以确定期望的冷却剂质量流率。在步骤603,控制器基于在步骤602确定的期望质量流率和写入在控制器20的实体、非暂态存储器上的冷却

剂密度,计算期望容积流率。控制器20通过将期望的冷却剂质量流率除以冷却剂密度来计算期望容积流率。

[0080] 再参考图4,在于步骤304确定冷却剂的期望容积流率之后,在步骤305,控制器20基于在步骤304计算的冷却剂的期望容积流率选择期望的电动水泵14速度。在步骤305控制器20从写入在控制器20的实体、非暂态存储器上的第五查找表31选择期望的电动水泵14速度。第五查找表31是一维查找表,其包含与表示冷却剂的期望容积流率的一组值相对应的一组期望的电动水泵速度值。控制器20选择与在步骤304确定的冷却剂的期望容积流率相对应的电动水泵14速度值。

[0081] 再参考图3,在控制器20基于当前发动机载荷确定期望的电动水泵14速度之后,控制器20在步骤203通过发送信号至电动水泵14并且命令电动水泵14以在步骤202确定的期望操作速度来将电动水泵14速度调节到在步骤202计算的期望的速度。

[0082] 在于步骤203将电动水泵14速度调节到期望的速度之后,控制器20完成闭环并且返回到步骤202,以基于当前发动机载荷再次确定期望的电动水泵14速度,并重复闭环中的步骤202和203,直至控制器20对电动水泵14发信号以关闭。

[0083] 详细说明和附图或者图示用以支持和说明本教导,但本教导范围仅由权利要求书限定。虽然已经详细描述了用于执行本教导的一些最佳模式和其它实施方式,但存在用于实践在所附权利要求书中限定的本教导的各种替代构造和实施方式。

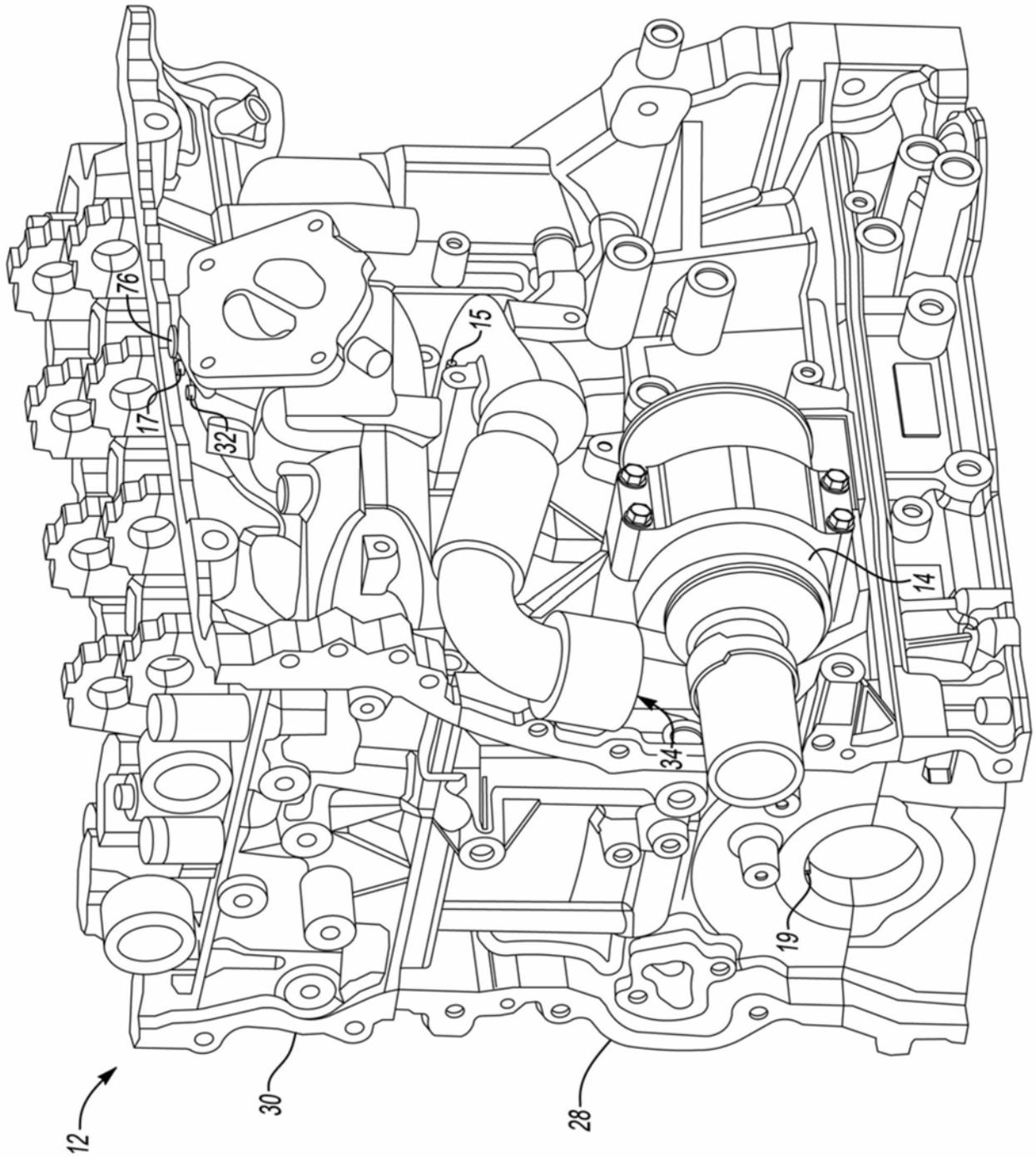


图1

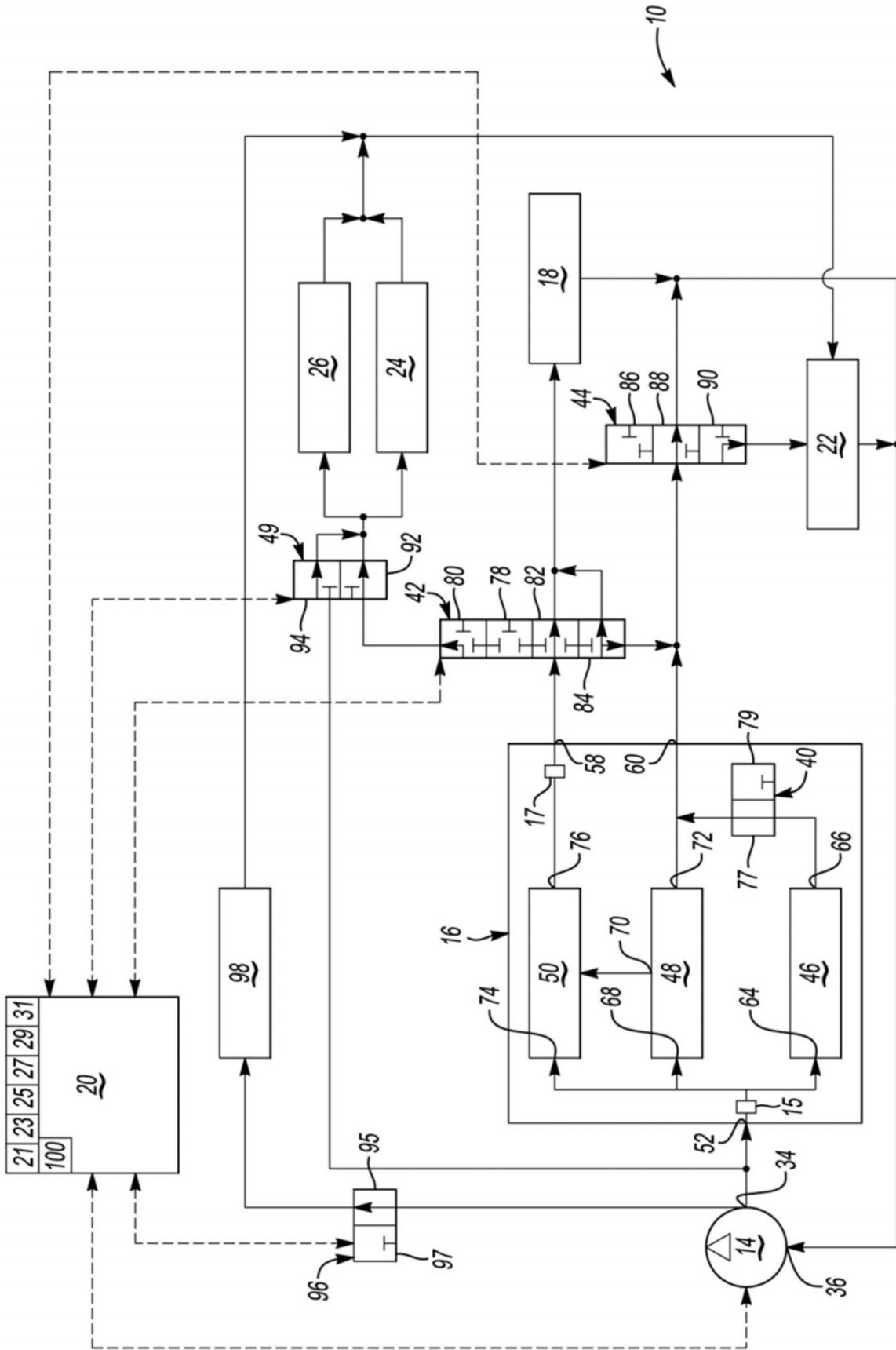


图2

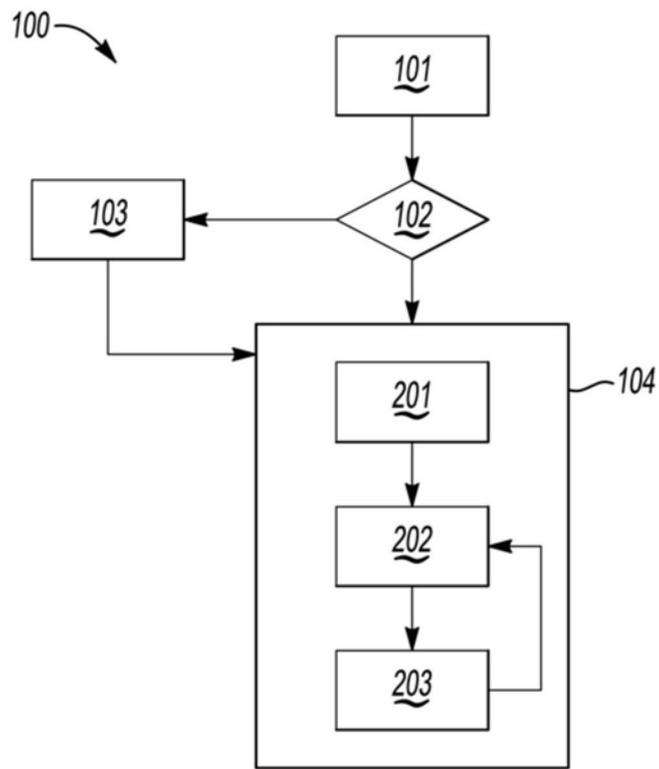


图3

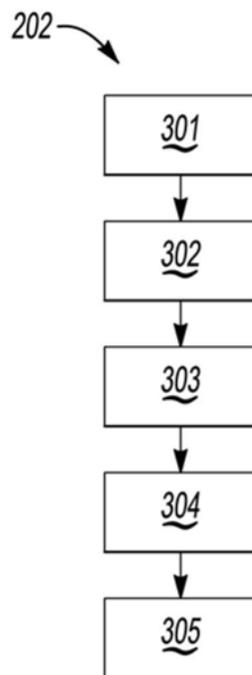


图4

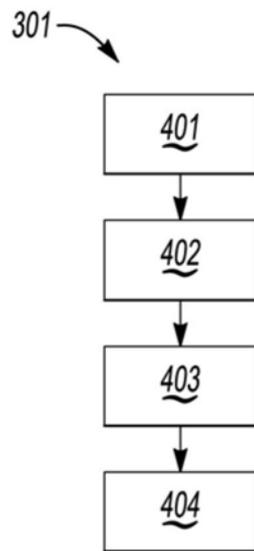


图5

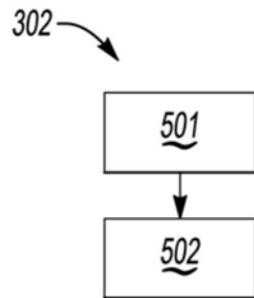


图6

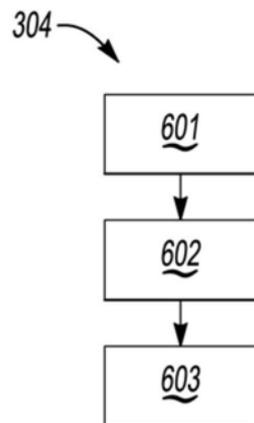


图7