



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109322732 A

(43)申请公布日 2019.02.12

(21)申请号 201810861712.0

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2018.08.01

F01N 9/00(2006.01)

(30)优先权数据

F01N 5/02(2006.01)

102017213213.2 2017.08.01 DE

F01N 3/20(2006.01)

(71)申请人 福特全球技术公司

地址 美国密歇根州迪尔伯恩市中心大道
330号800室

(72)发明人 托马斯·岑纳 马丁·德·沃斯

拉尔斯·考夫曼

穆罕默德·托勒米

丹尼尔·本杰明·考克

(74)专利代理机构 北京连和连知识产权代理有
限公司 11278

代理人 回旋

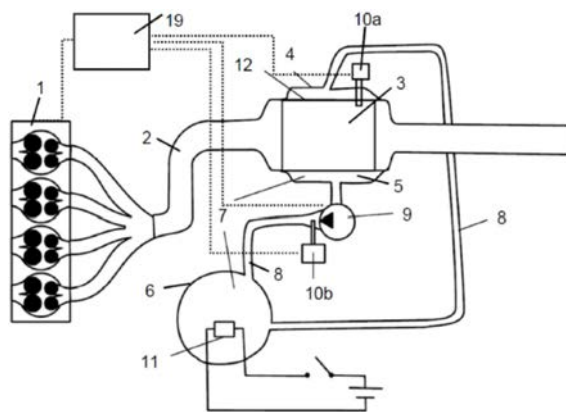
权利要求书3页 说明书12页 附图13页

(54)发明名称

用于排气热管理的方法和系统

(57)摘要

一种排气热管理系统包括在内燃发动机的排气系统中的催化转化器、封闭催化转化器的罩(以实现用于容纳潜热储存PCM的空腔)、在空腔和收集容器之间的至少两个流体连接,以及用于借助于流体连接来激活和停用在空腔和收集容器之间的PCM回路的泵装置。一种方法包含确定内燃发动机的工作状态、确定催化转化器温度、确定PCM温度、如果PCM温度高于PCM的相变温度并且内燃发动机处于接通工作状态或者内燃发动机处于关闭工作状态并且催化转化器温度低于催化转化器的起燃温度,则激活PCM回路。



1. 一种用于控制排气热管理系统的方法,所述排气热管理系统具有设置在内燃发动机的排气系统中的催化转化器、封闭所述催化转化器的罩——所述罩封闭所述催化转化器以实现二者之间的空腔、用于容纳在下面被称为PCM的潜热储存介质的收集容器、在所述空腔和所述收集容器之间的至少两个流体连接以及用于借助于所述流体连接激活和停用在所述空腔和所述收集容器之间的PCM回路的泵装置,所述方法包含:

确定所述内燃发动机的工作状态;

确定催化转化器温度;

确定PCM温度;

如果所述PCM温度高于所述PCM的相变温度,并且满足以下中的一种情况时激活所述PCM回路:

所述内燃发动机处于接通工作状态,或者

在所述催化转化器温度低于所述催化转化器的起燃温度的情况下所述内燃发动机处于关闭工作状态;以及

在满足以下中的一种情况下停用所述PCM回路:

如果所述内燃发动机处于所述关闭工作状态并且所述催化转化器温度高于所述催化转化器的所述起燃温度,或者

所述PCM温度低于所述PCM的所述相变温度。

2. 如权利要求1所述的方法,进一步地包含:

定义所述PCM的极限温度,其中只有在所述PCM温度低于所述极限温度时才激活所述PCM回路。

3. 如权利要求2所述的方法,其中所述极限温度定义为等于所述催化转化器的最高工作温度或比所述催化转化器的最高工作温度低20和80K之间。

4. 如权利要求1所述的方法,其中当所述催化转化器处于所述关闭工作状态时,只有在预期到所述内燃发动机的所述工作状态改变至所述接通工作状态时才激活所述PCM回路。

5. 如权利要求4所述的方法,进一步地包含:

确定电力需求P;

确定电力容量 P_c ;以及

如果所述电力需求P超过所述电力容量 P_c ,则预期到所述内燃发动机的所述工作状态改变至所述接通工作状态。

6. 如权利要求5所述的方法,进一步地包含:

确定时间跨度 Δt ,

其中如果在所述时间跨度 Δt 内所述电力需求P超过所述电力容量 P_c ,则预期到所述内燃发动机的所述工作状态改变至所述接通工作状态。

7. 如权利要求6所述的方法,进一步地包含从当前时刻 t_a 开始,继续投射在时刻 $t_e = t_a + \Delta t$ 处的所述电力需求P和所述电力容量 P_c 并且将在时刻 $t_e = t_a + \Delta t$ 处的所述电力需求P和所述电力容量 P_c 彼此相比较,以及;如果所述电力需求P超过所述电力容量 P_c ,则在所述当前时刻 t_a 激活所述PCM回路。

8. 如权利要求6所述的方法,其中所述时间跨度 Δt 是根据所述催化转化器的起燃时间跨度来定义的。

9. 如权利要求5所述的方法,其中所述电力需求P是根据加速器踏板的踏板位置来确定的。

10. 如权利要求5所述的方法,其中所述电力需求P是基于要完成的路线的路线条件来确定的。

11. 一种排气热管理系统,包含:

设置在内燃发动机的排气系统中的催化转化器;

罩,所述罩封闭所述催化转化器以用于实现所述催化转化器和所述罩之间的空腔;

用于容纳潜热储存介质(PCM)的收集容器;

在所述空腔和所述收集容器之间的至少两个流体连接;

用于经由所述至少两个流体连接来激活和停用在所述空腔和所述收集容器之间的PCM回路的泵装置;

用于确定所述内燃发动机的工作状态的传感器;

用于估计催化转化器温度和PCM温度中的一个或多个的温度传感器;以及

具有存储在非暂时性存储器上的计算机可读指令的控制单元,所述计算机可读指令在被执行时使所述控制单元执行以下操作:

依赖于所述内燃发动机的所述工作状态、所述催化转化器温度以及所述PCM温度中的每一个来控制所述泵装置。

12. 如权利要求11所述的排气热管理系统,其中所述控制单元包括另外的指令,所述另外的指令在被执行时使所述控制单元执行以下操作:

在所述催化转化器处于关闭工作状态的情况下,只有在预期到所述内燃发动机的所述工作状态改变至接通工作状态时才激活所述PCM回路。

13. 如权利要求11所述的排气热管理系统,其中所述系统连接在机动车辆中。

14. 如权利要求13所述的排气热管理系统,其中所述机动车辆是插电式混合动力电动汽车。

15. 一种混合动力车辆的方法,包含:

在发动机启动状态期间,使相变材料(PCM)循环通过围绕排气催化转化器的空腔以将排气热存储在所述PCM处;以及

在发动机关闭状态期间,当预期到转变至所述发动机启动状态时响应于催化转化器温度低于阈值而使所述PCM循环通过所述空腔以将所述存储的排气热从所述PCM传递至所述催化转化器。

16. 如权利要求15所述的方法,其中所述发动机启动状态包括使用来自发动机的扭矩来驱动所述车辆,其中所述发动机关闭状态包括经由来自电动马达的扭矩来驱动所述车辆,并且其中在所述发动机启动状态和所述发动机关闭状态两者期间,所述循环包括操作泵以使所述PCM经由流体连接从储热箱循环至所述空腔,并且其中在所述发动机启动状态和所述发动机关闭状态两者期间,所述相变材料高于相变温度。

17. 如权利要求15所述的方法,其中所述PCM包括盐并且其中在所述发动机启动状态和所述发动机关闭状态两者期间,当所述PCM处于液态时所述泵操作,并且响应于所述PCM处于固态或所述PCM高于储存温度、比所述相变温度高而停用所述泵。

18. 如权利要求16所述的方法,进一步地包含在所述发动机关闭状态期间,响应于所述

PCM处于所述固态而延迟所述循环。

19. 如权利要求15所述的方法,其中在所述发动机关闭状态期间所述循环基于催化剂温度、车辆速度、环境空气温度以及PCM温度中的每一个而持续一段时间。

20. 如权利要求17所述的方法,其中在所述发动机启动状态期间,使所述PCM循环以存储所述排气热包括将所述加热的PCM传递至与发动机冷却回路流体连通的储存箱、以及将热量从所述加热的PCM传递至循环通过所述发动机冷却回路的发动机冷却剂。

用于排气热管理的方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及用于控制排气热管理系统的方法、涉及排气热管理系统、涉及具有这种排气热气管理系统的机动车辆、以及涉及计算机程序产品。

背景技术

[0002] 例如所谓的插电式混合动力电动车辆 (PHEV) 这样的混合动力电动车辆, 具有可充电电池, 并且通常可以在至少两种不同的模式下操作。

[0003] 只要电池的荷电状态足够高, 混合动力电动车辆就可以在降低电池荷电状态的模式下——例如在纯电动驱动模式 (即完全使用包含电池、电动马达、电力电子装置等的电动传动系) 下——或在具有间歇混合动力驱动模式的电动驱动模式下操作, 其中在混合动力驱动模式下, 内燃发动机和电动马达两者驱动车辆, 并且例如一旦电力需求超过电动马达的最大功率, 就使用混合动力驱动模式。

[0004] 如果电池的荷电状态降低于预定义的极限值, 则混合动力电动车辆可以在保持电池荷电状态的模式下操作, 例如在该模式下车辆快速连续地在电动驱动模式和混合动力驱动模式下交替地操作。

[0005] 特别地在以在间歇混合动力驱动模式的情况下降低电池荷电状态的模式下操作混合动力电动车辆的情况下, 通常不可能遵守排气极限值, 因为设置在内燃发动机的排气系统中的催化转化器在电动驱动模式期间冷却, 或没有达到特定的温度。催化转化器的过度低的温度导致催化活性不足, 并且因此导致催化转化器中待处理的污染物的催化转化率不足。只有在达到所谓的起燃温度即转化率达到50%时的温度时, 才可以假定足够的催化活性。

[0006] 如可以从图1看到的, 起燃温度通常在从250°C至300°C的温度范围内。如果没有达到该温度, 则催化转化器活性非常低, 并且空气污染物的转化率低。这导致大量的一氧化碳、氮氧化物和碳氢化合物排放至环境。

[0007] 另一问题是在电动驱动模式期间借助于PTC (正温度系数热敏电阻) 辅助加热器或热泵通过使用存储的电加热车辆 (例如车辆内部) 来降低电池的荷电状态。从电池得到的电能减少车辆在电动驱动模式下的可行驶里程。

[0008] 为了解决前述提到的问题, 专利文件EP 0 596 854 A1提出以套装的方式将潜热储存装置设置在催化转化器里面、或借助于潜热储存装置封闭催化转化器。然而, 在这种情况下, 缺点是不能通过开环或闭环控制来控制潜热储存装置的能量消耗和排放并且热能也不能用于加热车辆。

[0009] 从专利文件US 5,477,676已知用于排气热管理的装置和方法, 在该排气热管理中热量可以根据需要而传递至催化转化器或被催化转化器吸收。为了这个目的, 装置具有可变可控的绝缘体, 当没有排气供应至催化转化器时或当催化转化器温度低于最佳工作温度时, 该绝缘体可以接通, 并且当催化转化器温度升高高于最佳工作温度时, 该绝缘体可以关闭。

[0010] 根据专利文件US 5,477,676,催化转化器是由罩封闭的。根据需要,例如潜热储存介质(PCM,相变材料)这样的用于吸收和传递热能的介质(蓄热介质),可以引入到催化转化器和罩之间的空腔中,并且被收集在收集容器中。可以提供开环控制装置以例如依赖于温度接通或关闭绝缘体。此外,蓄热介质可以用于将热量从催化转化器传递至车辆内部。

发明内容

[0011] 本发明的目的是具体说明改进排气热管理系统的开环和闭环控制的可能性。

[0012] 该目的是通过用于控制排气热管理系统的方法来实现的,该排气热管理系统具有设置在内燃发动机的排气系统(exhaust-gas train)中的催化转化器、封闭催化转化器的罩(以实现催化转化器和罩之间的空腔)、用于容纳在下面称为PCM的潜热储存介质的收集容器、在空腔和收集容器之间的至少两个流体连接、以及用于借助于流体连接激活和停用空腔和收集容器之间的PCM回路的泵装置。

[0013] 例如,泵装置可以设置在流体连接中。流体连接可以实现为软管或管道或使得它们可以实现为软管或管道。

[0014] 排气热管理系统使催化转化器能够是温度可控的,例如如果催化转化器的温度低于起燃温度则加热催化转化器,或如果催化转化器的温度高于最高工作温度就冷却催化转化器。为了这个目的,热量在催化转化器和存在于催化转化器和罩之间的空腔中的PCM之间传递。有利地,催化转化器之间的接触表面区域可以实现为尽可能地大以实现热量的快速传递。

[0015] PCM可以具有高的热容量以在低重量的情况下使尽可能多的热能能够被存储。在一示例中,PCM的从固相到液相的转变的相变温度在大气压下可以在20°C和600°C之间的温度范围内。这相应于通常普遍存在于排气系统中的排气温度,并且因此也相应于通常的排气温度。

[0016] 此外,这个相变温度可以在所述温度范围内尽可能低,例如低于催化转化器的起燃温度。相变温度例如可以是100°C或更低。

[0017] 例如,PCM可以加热至高于相变温度的温度,或冷却至低于相变温度的温度,使得相应于熔化焓或凝固焓的热能可以被存储或传递。这具有的优点是:尽管温度变化相对较小,但可以存储大量的热能。

[0018] 温度范围的上限600°C是由以下事实造成的:一些车辆——特别是插电式混合动力电动汽车——装备有自然吸气式发动机作为内燃发动机,该自然吸气式发动机可以在阿特金森循环过程中操作。对于插电式混合动力电动汽车,这构成一种特别节省燃料的操作方法。

[0019] 在阿特金森循环过程中操作的这种自然吸气式发动机通常在催化转化器输入处具有从500°C至600°C的最高排气温度。因此,如果PCM是液态的并且化学稳定至600°C的温度,则是有利的。由于热力学原因,PCM的温度不能超过600°C,因为排气温度同样可以最高为600°C。排气热管理系统的PCM回路因此不能需要散热器,其结果是可以容易地且廉价地构造排气热管理系统。

[0020] 此外,大气压可以普遍存在于PCM回路中。因此,在增加或降低压力方面不需要附加的安全预防措施,这最小化成本并且简化维修和维护。

[0021] 此外,PCM可能没有热膨胀,或只有轻微的热膨胀,使得轻微的热膨胀可以被忽略并且结果可以简化方法。

[0022] 作为一示例,可以使用无毒、无腐蚀性和/或惰性的介质。惰性意味着在使用过程中,PCM不发生任何变化,或至多发生不损害功能的变化。

[0023] 同样,实现与PCM接触的系统的的所有组成部分以便抵抗PCM的可能的腐蚀性攻击。

[0024] 例如,盐或盐混合物可以用作PCM,例如由硝酸钠、硝酸钾或硝酸钙组成的盐混合物。在大气压下,这种盐混合物可以具有作为相变温度的在125和175°C之间的范围内(例如150°C)的熔化温度,并且在液态下被加热至高达600°C的温度,即热容量高,并且具有低的热膨胀。

[0025] PCM的热能吸收可以实现,因为来自催化转化器的热能传递至位于空腔中的与催化转化器接触的PCM的一部分。通过激活PCM回路可以更有效传递热量,因为PCM必然流过催化转化器。

[0026] 用于在来自内燃发动机的排气和PCM之间传递热量的附加传热介质,可以可选择地提供用于加热PCM。

[0027] 此外,为了加热PCM,电加热元件可以可选择地提供例如用于感应加热(感应加热元件)或用于电阻加热(电阻加热元件)。电加热元件可以设置在PCM收集容器中,并且加热收集容器中的PCM。

[0028] 例如,PCM可以借助于电加热元件加热以便使PCM处于液态或保持PCM处于液态。例如,如果具有排气热管理系统的车辆的电池是在插座上充电,即从外部电源供应电能,则可以实现电加热。

[0029] 排气热管理系统可以被构造或能够被构造为使得催化转化器和泵装置之间的热量传递最大化以当PCM的温度低于相变温度时使存在于泵装置中的PCM能够熔化。从而可以快速地激活PCM回路。

[0030] 排气热管理系统可以被构造或能够被构造为使得空腔和收集容器之间的流体连接实现为尽可能短,以便在例如当PCM的温度低于相变温度这样的寒冷条件的情况下,流体连接中的PCM可以尽可能快地熔化。从而可以快速地激活PCM回路。

[0031] 流体连接可以实现或能够实现,以便能热传导,使得在例如当PCM的温度低于相变温度时这样的寒冷条件的情况下,流体连接中的PCM可以尽可能快地熔化。从而可以快速地激活PCM回路。

[0032] 相对于催化转化器上游和下游的排气系统,催化转化器可以是热绝缘的或能够热绝缘,使得如果内燃发动机处于关闭工作状态则热能损失可以最小化。

[0033] 收集容器可以是热绝缘的或能够热绝缘,以便保持收集容器中的PCM的热能损失尽可能低。例如,收集容器中的PCM可以在尽可能长的时间跨度内保持处于液态,例如几天的时间。

[0034] 可选地,热交换器,即用于传递热量的装置可以设置或能够设置在收集容器中。从而使热量从PCM传递至另一种介质是可能的,例如传递至发动机冷却剂、发动机油或用于使车辆内部通风的空气、或另一液体或气体介质。从而可以在PCM的过度加热事件中释放热能。例如,起初包含在排气中的热能可以用于加热内燃发动机或供应至车辆内部的空气。

[0035] 根据本发明,方法具有在下面更详细地解释的特征,该方法可以以解释的顺序实

现,但也可以根据需要进行不同的顺序实现。

[0036] 根据本发明,确定以下的量:内燃发动机的工作状态(即内燃发动机是接通还是关闭的)、催化转化器温度以及PCM温度,例如,泵装置或可替代地收集容器中的PCM温度。确定泵装置中的温度具有当PCM处于固相时可以避免泵的接通的优点。

[0037] PCM回路依赖于这些量而激活或停用。在这种情况下,激活包括只要满足如下面解释的与激活相关的条件就保持激活状态。在这种情况下,停用包括只要满足如下面解释的与停用相关的条件就保持停用状态。

[0038] 例如,因为如果PCM温度高于PCM的相变温度,即例如适合作为PCM的盐处于液态,并且除内燃发动机处于接通工作状态(第一激活替代),或内燃发动机处于关闭工作状态且催化转化器温度低于催化转化器的起燃温度(第二激活替代)之外,则接通泵装置,所以激活PCM回路。

[0039] 如果内燃发动机处于关闭工作状态并且催化转化器温度高于催化转化器的起燃温度(第一停用替代)或者PCM温度低于PCM的相变温度,即例如适合作为PCM的盐处于固态(第二停用替代),则停用PCM回路。

[0040] 用于泵装置并且因此用于PCM回路的这个控制策略是基于下面的考虑因素的。在电动驱动模式期间,只要催化转化器温度高于催化转化器的起燃温度,就不需要激活泵装置以及因此不需要激活PCM回路。另一方面,如果催化转化器温度降至低于起燃温度的温度时,PCM回路被激活以使存储在PCM中的热能够传递至催化转化器,以及因此再次升高催化转化器的温度或保持催化转化器的温度或至少实现较慢的冷却。可选地,如下所述,只有在预期到内燃发动机的接通时,可以实现根据第二激活替代的该激活。

[0041] 如果内燃发动机处于接通状态,则PCM可以吸收热能并且存储该热能供下次使用。从而可以避免催化转化器的过度加热。

[0042] 如果PCM低于例如从液态至固态的相变温度这样的相变温度,则激活PCM回路没有任何优势,因为PCM在固态下不能被泵送。这与内燃发动机的工作状态无关。在这种情况下,PCM可以通过从催化转化器传导的热量而被加热至高于相变温度的温度。因为流体连接是由例如金属这样的高热导率材料制成的或能够由例如金属这样的高热导率材料制成,所以热传导可以被辅助。

[0043] 根据各种实施例,可以提供的是,方法此外包含定义PCM的极限温度。然后只有在PCM温度低于极限温度时才激活PCM回路。例如,理想的储存温度可以定义为极限温度。如果达到或超过该温度,则可以停用PCM回路以便节约能源,因为在达到理想储存温度之后,几乎没有更多的热能可以被PCM吸收。最高催化转化器温度可以被认为是理想的储存温度,即催化转化器的最高工作温度,在该最高工作温度下,没有由温度对催化转化器造成的损坏。

[0044] 可选地,可以在更低温度方向上提供安全缓冲器,即遵循催化转化器的最高工作温度的温度缓冲器。例如,极限温度因此可以定义在比催化转化器的最高工作温度低20K和80K之间,例如比催化转化器的最高工作温度低50K。

[0045] 根据更多的实施例变体,在催化转化器处于关闭工作状态的情况下,根据第二激活替代可以提供,只有在预期到内燃发动机的工作状态改变至接通工作状态时,才激活PCM回路。

[0046] 从而可以避免无意义地激活PCM回路以及如果没有必要的话则例如加热催化转化

器,因为内燃发动机在可预见的一段时间内将不处于接通工作状态。

[0047] 可以基于各种标准定义并且借助于各种方法步骤确定工作状态变化的预期。

[0048] 根据各种实施例变体,方法因此可以包含确定电力需求并且确定电力容量。如果电力需求超过电力容量,则预期到内燃发动机的工作状态改变至接通工作状态。

[0049] 例如,如果电池的荷电状态太低,即没有更多可用的电力,或如果有不能被可用容量覆盖的异常高的电力需求以例如使上行路线能够完成,则电力需求可以超过电力容量。

[0050] 根据各种实施例变体,方法此外可以包含定义时间跨度 Δt 。如果在时间跨度 Δt 内电力需求超过电力容量,则预期到内燃发动机的工作状态至接通工作状态的变化。

[0051] 可替代地,时间跨度 Δt 可以定义为依赖于比如例如催化转化器温度、环境温度、PCM温度、车辆的速度以及催化转化器的相关对流冷却等这样的各种影响因素的变量。

[0052] 根据更多的实施例变体,时间跨度 Δt 可以根据催化转化器的起燃时间跨度,即达到起燃温度所需的时间跨度来定义。在这种情况下,起燃时间跨度可以依赖于比如例如催化转化器温度、环境温度、PCM温度、催化转化器和PCM之间的热量传递速率这样的当前条件,当前条件可能受到比如例如流速等这样的泵装置的设置的影响。时间跨度 Δt 例如可以借助于计算机辅助开发(CAE模型)获得,该计算机辅助开发可以使起燃时间跨度能够作为上述影响因素的函数而得到。

[0053] 根据更多的实施例变体,可以根据加速器踏板的踏板位置确定电力需求。也就是说,可以从加速器踏板的位置推断出电力需求。电力需求随着加速器踏板上的压力增加而增加。例如,电力需求可以线性地依赖于踏板位置。

[0054] 根据更多的实施例变体,可以基于要完成的路线的路线条件来确定电力需求。例如,可以考虑到要完成的路线的高度廓线(height profile)。电力需求在上行路线(高度增加)的情况下增加,但在下行路线(高度减少)的情况下减少。高度廓线例如可以通过将目的地输入至导航系统——例如比如NAVSTAR(导航星)GPS、GLONASS(格洛纳斯)、Galileo(伽利略)或Beidou(北斗)这样的全球卫星导航系统——来获得,因为导航系统计算路线并且输出相关高度廓线以确定电力需求。更多的路线条件例如是路线表面的条件、交通量、弯道、速度限制、比如风、降水等这样的天气状况,可以基于该路线条件来确定电力需求。

[0055] 根据更多的实施例变体,方法可以包含电力容量和电力需求在时刻 t_e 的投射,该时刻 t_e 被定义为当前时刻 t_a 加上时间跨度 Δt ,即 $t_e = t_a + \Delta t$ 。如果根据投射值,电力需求在时刻 t_e 超过电力容量,则根据方法在时刻 t_e 预期到内燃发动机的工作状态改变至接通工作状态,并且因此立即——即在当前时刻 t_a ——致动PCM回路,因为泵装置被接通。关于时间跨度 Δt 的定义和意义以及根据催化转化器的起燃时间跨度的时间跨度 Δt 的定义,参考上面的陈述。

[0056] 借助于根据本发明的方法,可以以有效的方式控制通过PCM的热能的吸收和传递,即在催化转化器和PCM之间的热量传递。从而可以降低空气污染物的排放,因为催化转化器的温度可以在较长的一段时间内保持在最佳范围内。例如,时间跨度可以跨接,例如在电动驱动模式期间插电式混合动力电动车辆的内燃发动机在该时间跨度内处于关闭工作状态,并且该时间跨度与催化转化器的不必要的冷却相关联,因为催化转化器的温度是受到PCM的影响的。

[0057] 此外,存储在PCM中的热能可以用于加热车辆内部,使得避免降低电池的荷电状态

是可能的,该电池的荷电状态原本用于加热车辆内部。车辆在电动驱动模式下的可行驶里程从而可以增加。

[0058] 此外,存储在PCM中的热能可以用于加热发动机油。这可以降低内燃发动机里面的摩擦并且有助于内燃发动机的更长使用寿命。

[0059] 此外,存储在PCM中的热能可以用于加热电池。当外部温度低时,这可以增加可用的电池电量。

[0060] 根据本发明的排气热管理系统包含:设置在内燃发动机的排气系统中的催化转化器、封闭催化转化器的罩(以实现催化转化器和罩之间的空腔)、用于容纳潜热储存介质——在下面被称为PCM——的收集容器、在空腔和收集容器之间的至少两个流体连接、以及用于借助于流体连接激活和停用空腔和收集容器之间的PCM回路的泵装置、用于确定内燃发动机的工作状态的传感器、用于确定催化转化器温度的温度传感器、用于确定PCM温度的温度传感器、以及设计用于依赖于内燃发动机的工作状态、催化转化器温度和PCM温度来控制泵装置的控制单元。

[0061] 例如,根据本发明的排气热管理系统适用于执行根据上面解释的本发明的方法。解释根据本发明的方法的上述陈述因此也应用于根据本发明的排气热气管理系统的描述。根据本发明的排气热气管理系统的优势相应于根据本发明的方法以及其相应实施例变体的那些优势。

[0062] 根据各种实施例变体,排气热管理系统此外可以具有装置,该装置在催化转化器正处于关闭工作状态的情况下具有只有预期到内燃发动机的工作状态改变至接通工作状态时才激活PCM回路的效果。

[0063] 根据本发明的机动车辆具有根据上述描述的排气热管理系统。

[0064] 根据各种实施例,机动车辆可以实现为插电式混合动力电动车辆(PHEV)。因为PHEV——除具有电动驱动装置之外——还具有用于特别在具有高电力需求的行驶条件下至少在短时间内驱动车辆的内燃发动机,但在这种情况下通常不能实现根据现有技术的催化转化器的起燃温度,根据本发明的排气热管理系统尤其很好地适用于降低不期望的排放。

[0065] 根据本发明的计算机程序产品包含使根据本发明的排气热管理系统执行根据本发明的方法的命令。在这种情况下,计算机程序产品理解为意味着存储在合适的介质上的程序代码和/或可以经由合适的介质启用的程序代码。适合用于存储软件的任何介质——例如DVD(数字化视频光盘)、USB(通用串行总线)盘、闪存卡等——可以用于存储程序代码。程序代码的启用例如可以经由互联网或内联网或者经由另一合适的无线或有线网络来实现。

附图说明

[0066] 本发明的更多优势从具体实施方式和图示是显而易见的。本发明基于图示和下面的描述更详细地解释。附图显示:

[0067] 图1显示说明各种空气污染物的转化率与催化转化器温度的依赖关系的图表;

[0068] 图2是具有用于加热收集容器中的PCM的可选电加热元件的排气热气管理系统的示意图示;

[0069] 图3是具有用于在收集容器中的PCM和供应至车辆内部的空气流之间传递热量的热交换器的排气热管理系统的示意图示；

[0070] 图4是具有用于在收集容器中的PCM和用于控制电池的温度的温度控制回路之间传递热量的热交换器的排气热管理系统的示意图示；

[0071] 图5是具有用于在收集容器中的PCM和发动机冷却回路之间传递热量的热交换器的排气热管理系统的示意图示；

[0072] 图6显示用于控制排气热管理系统的方法的流程图；

[0073] 图7显示用于评估是否预期到内燃发动机的启动的方法步骤的流程图；

[0074] 图8是电力作为根据图7的方法步骤的时间的函数的图示；

[0075] 图9显示用于评估是否预期到内燃发动机的启动的替代方法步骤的流程图；

[0076] 图10是电力作为根据图9的方法步骤的时间的函数的图示；

[0077] 图11是特征温度的概述；

[0078] 图12显示在电动驱动模式期间催化转化器的示意进程；

[0079] 图13是排气热管理系统的控制单元的信号输入和信号输出的示意图示。

[0080] 在下面解释的示例中，参考附图，该附图构成示例的一部分并且在该附图中为了说明而显示特定实施例，本发明可以在特定实施例中实施。可以理解的是，在不背离本发明的保护范围的情况下，可以使用其他实施例、并且可以进行结构和逻辑的改变。可以理解的是，在此描述的各种示例性实施例的特征可以彼此结合，除非另有明确规定。因此，下面的具体实施方式不应以限制性的意义解释，并且本发明的保护范围是由附属权利要求限定的。在附图中，只要是有利的，相同或相似的元件是由相同的附图标记表示。

具体实施方式

[0081] 图1显示氮氧化物和碳氢化合物(曲线A)和一氧化碳(曲线B)的转化率与催化转化器温度的依赖关系。只有在近似250°C至300°C的温度下，达到起燃温度，即转化率是50%。为了排气的有效催化处理，催化转化器温度因此应该高于起燃温度。根据本发明的方法以及根据本发明的排气热管理系统使这能够在尽可能长的一段时间内实现，并且因此降低空气污染物的排放。

[0082] 在图2中示意性地显示例如可以用于执行根据本发明的方法的排气热管理系统。内燃发动机具有内燃发动机1，该内燃发动机1具有邻接内燃发动机1的排气系统2。在示例性实施例中，内燃发动机1具有四个汽缸。然而，本发明不限于特定数量的汽缸。内燃发动机1因此也可以具有两个、三个、六个、八个或任何其他数量的汽缸。内燃发动机1可以例如实现为汽油或柴油发动机，具有火花点火或自动点火。内燃发动机具有用于确定工作状态的传感器(未示出)。

[0083] 催化转化器3设置在排气系统2中。催化转化器3用于处理内燃发动机1的排气中的空气污染物，例如以处理氮氧化物、一氧化碳或碳氢化合物。催化转化器3包含罩4，使得在催化转化器3和罩4之间实现空腔5。

[0084] 此外，排气热管理系统具有用于容纳PCM 7的收集容器6。在示例性实施例中，硝酸钠、硝酸钾或硝酸钙的混合物用作PCM 7。然而，本发明不限于特定的PCM 7。

[0085] 在收集容器6和空腔5之间设置两个流体连接8，该流体连接8可以实现为软管或管

道连接,使得用于PCM 7的回路可以在空腔5和收集容器6之间借助于流体连接8而实现。

[0086] 提供泵装置9以使PCM回路能够被激活和被停用。泵装置9设置在两个流体连接8中的一个中。

[0087] 此外,提供两个温度传感器10a和10b。温度传感器10a用于确定催化转化器温度,而温度传感器10b设计用于确定PCM温度。用于确定PCM温度的温度传感器10b靠近泵装置9设置在流体连接8中。

[0088] 此外,排气热管理系统具有控制单元19,该控制单元19设计用于控制泵装置9,即例如依赖于内燃发动机1的工作状态、催化转化器温度和PCM温度来接通和关闭泵装置9。因此,在控制单元19、内燃发动机1、温度传感器10a和10b以及泵装置之间实现有效的信号连接。也就是说,PCM回路可以借助于控制装置19来控制即激活或停用。

[0089] 电加热元件11——例如感应加热元件或电阻加热元件——可以可选地设置在收集容器6中以使收集容器6中的PCM 7能够被加热。

[0090] 同样可选地,排气热管理系统可以具有装置,该装置具有以下效果:在催化转化器3处于关闭工作状态的情况下,只有在预期到内燃发动机1的工作状态改变至接通工作状态时才激活PCM回路(未示出)。这种装置例如可以实现为处理单元。例如,在这种情况下,控制单元可以实现为组合的控制和处理单元。

[0091] 示例性实施例的排气热管理系统可以设置在例如插电式混合动力电动车辆这样的机动车辆中。

[0092] 当内燃发动机1处于接通工作状态时,排气热管理系统可以将来自排气系统2中的排气的热能经由催化转化器3和热交换表面12传递至PCM7。如果内燃发动机1处于关闭工作状态,即,即将发生催化转化器3的冷却,则暖的PCM 7可以按路线传送至空腔5中并且通过借助于泵装置9的PCM回路的激活而按路线穿过热交换表面12,使得热能可以从PCM 7传递至催化转化器3。

[0093] 图3显示排气热管理系统的另一实施例变体。该变体与根据图2的实施例变体的不同之处在于热交换器13a设置在收集容器6中,该热交换器13a用于在收集容器6中的PCM 7和借助于另一泵装置9激活的温度控制回路14之间传递热量。该温度控制回路14热连接至另一热交换器13b,该热交换器13b用于在温度控制回路14的水和用于使车辆内部通风的空气流之间传递热量。为了这个目的,热交换器13b供应来自环境的进气15,该进气15在通过热交换器13b之后,作为车辆内部空气16供应至车辆内部。例如,水可以用作温度控制介质。

[0094] 包含在PCM 7中的热能因此可以用于加热车辆内部空气16,使得车辆内部空气16的电加热的比例可以被降低,并且可以增加车辆在电动驱动模式下的可行驶里程。

[0095] 图4显示排气热管理系统的另一实施例变体。该变体与根据图2的实施例的不同之处在于热交换器13a设置在收集容器6中,该热交换器13a用于在收集容器6中的PCM 7和借助于另一泵装置9激活的温度控制回路14之间传递热量。借助于温度控制回路14,电池17可以是温度可控的例如被加热,这特别在非常冷的外部温度的情况下是必要的。电池可以是用于存储电能的电池,该电池可以用于驱动机动车辆。例如,水可以用作温度控制介质。

[0096] 包含在PCM 7中的热能因此可以用于加热电池17,使得电池17的温度的降低可以被减慢或防止,并且可以避免由于过度低的温度而对电池17的损害或电池17的容量的降低。

[0097] 图5显示排气热管理系统的另一实施例变体。该变体与根据图2的实施例的不同之处在于热交换器13a设置在收集容器6中,该热交换器13a用于在收集容器6中的PCM 7和发动机冷却回路18之间传递热量,该发动机冷却回路18是借助于发动机冷却回路18中的另一泵装置9激活的。例如,水可以用作发动机冷却回路18中的冷却剂。发动机冷却回路18用于控制车辆的发动机——特别是内燃发动机——的温度,例如用于控制排气热管理系统的内燃发动机1的温度。在这种情况下,温度控制包括加热和冷却。

[0098] 电机冷却回路18使热量能够在收集容器6中的PCM 7和借助于发动机冷却回路18的温度可控的发动机之间传递。例如,来自PCM 7的热能可以用于加热发动机,使发动机的最佳工作温度能够更快地达到,并且降低污染物的排放。此外,收集容器6中的PCM 7也可以借助于发动机冷却回路18来加热,因为热量是从发动机传递至PCM 7的。这也可以使借助于电加热元件11省掉电加热成为可能。加热的PCM 7——就其本身而言——接着可以用于加热催化转化器3。

[0099] 图6显示用于控制例如根据图2至5的排气热管理系统这样的排气热管理系统的方法的流程图。首先,确定内燃发动机1的工作状态,即检查内燃发动机1是否处于接通工作状态。

[0100] 如果内燃发动机1处于接通工作状态,则检查PCM温度是否高于PCM 7的相变温度。在示例性实施例中,硝酸钠、硝酸钾或硝酸钙的盐混合物用作PCM 7,并且从固态至液态的相变被认为是相变。因此,如果PCM温度高于相变温度,则PCM 7处于液态。如果PCM温度低于相变温度,则PCM 7处于固态。

[0101] 如果PCM温度低于相变温度,则停用PCM回路,因为泵装置9被关闭。当PCM处于固态时,在启动泵方面没有任何好处,因此泵保持停用。如果PCM温度高于相变温度,则检查PCM温度是否低于极限或阈值温度。极限温度先前定义为理想的储存温度,该极限温度可以比催化转化器3的最高工作温度低50K。

[0102] 如果PCM温度高于理想的储存温度,则停用PCM回路,因为泵装置9被关闭。当PCM盐高于理想的储存温度时,温度进一步升高的可能性不大。因此此时泵可以被关闭以节省能源。如果PCM温度低于理想的储存温度,则激活PCM回路,因为泵装置9被接通。

[0103] 如果内燃发动机1处于关闭工作状态,则检查催化转化器温度是否高于催化转化器3的起燃温度。如果催化转化器温度高于催化转化器3的起燃温度,则停用PCM回路,因为泵装置9被关闭。如果催化转化器温度低于起燃温度,则检查是否预期到内燃发动机1的启动。

[0104] 如果没有预期到内燃发动机1的启动,则停用PCM回路,因为泵装置9被关闭。如果预期到内燃发动机1的启动,则如上所述的方法继续检查PCM温度是否高于PCM 7的相变温度。

[0105] 只要PCM回路的激活或停用在上面的解释中提到,这将理解为还包括将PCM回路处于激活或停用状态,因为泵装置9分别保持接通或关闭。

[0106] 根据图6的流程图,如果达到“泵装置开启”或“泵装置关闭”字段,则方法可以从开始检查内燃发动机的工作状态来重新启动。到那种程度,用于控制排气热管理系统的方法可以实现为闭环控制方法。

[0107] 例如,可以借助于在图7中示意性表示的方法步骤来确定是否预期到内燃发动机1

的启动。

[0108] 起始点是当前时刻 t_0 。在该时刻 t_0 ，确定电力容量 P_{c0} 。在未来某一时刻的电力容量——可以描述为 t_0+t_{LA} ——随后依赖于比如电池的荷电状态和电池温度这样的参数来预测。

[0109] 在这种情况下， t_{LA} 应该理解为意味着进入未来的时间跨度。 t_{LA} 可以被指定为常数、或依赖于比如催化转化器温度、环境温度等这样的变量来定义。

[0110] 预测的电力容量 P_{CLA} 可以作为存储在电池中的能量的函数来计算。在这种情况下，可以计算存储在电池中的能量，因为增加在时刻 t_a 的能量以及在 t_a 和 t_e 之间消耗或产生的能量。在这种情况下，在 t_a 和 t_e 之间消耗或产生的电能可以在从 t_a 至 t_e 的期间内计算为 $P(t)$ 的积分。

[0111] 此外，根据加速器踏板的踏板位置确定电力需求 P ，电力需求 P 与踏板位置成比例。借助于电力需求 P ，每单位时间的电力需求可以确定为 $\Delta P / \Delta t$ 。在 t_0+t_{LA} 的电力需求因此根据 $PLA = P + \frac{\Delta P}{\Delta t} \cdot t_{LA}$ 而获得。

[0112] 通过预测的电力容量 P_{CLA} 与电力需求 PLA 的比较，可以估计是否预期到内燃发动机1的启动。如果 $PLA > P_{CLA}$ ，则预期到内燃发动机1的启动，并且如上面关于图6所描述的，方法可以继续确定PCM温度是否高于相变温度。如果 $PLA < P_{CLA}$ ，则没有预期到内燃发动机1的启动，并且停用PCM回路，因为泵装置9被关闭。方法接着可以如关于图6所描述地继续。

[0113] 图8显示根据图6的方法步骤的电力与时间的依赖关系。附图显示直到当前时刻 t_0 的电力需求 P 的进程以及电力容量 PC 的时间进程。时间跨度 t_{LA} 定义为从时刻 t_0 开始，在该时间跨度 t_{LA} 期满后，将电力需求 PLA 与电力容量 P_{CLA} 相比较。电力需求 PLA 是基于在过去的时间跨度 Δt ($\Delta P / \Delta t$) 内的电力需求 P 来确定的。选择的时间跨度 Δt 不应该太短，以避免由踏板位置的轻微变化造成的不必要的反应。在描述的示例中，电力需求 PLA 在时间跨度 t_{LA} 之后被确定为超过电力容量 P_{CLA} 。

[0114] 作为根据图7的方法步骤的替代，例如可以借助于在图9中示意性地表示的方法步骤来确定是否预期到内燃发动机1的启动。

[0115] 起始点同样是当前时刻 t_0 。在该时刻 t_0 ，确定电力容量 P_{c0} 。当前电力容量 P_{c0} 和未来的电力容量 PC 的进程是依赖于比如电池的荷电状态和电池温度这样的参数来确定的。

[0116] 此外，比如车辆速度和借助于GPS确定的要完成的路线的高度廓线这样的参数，用于确定电力需求 P 。

[0117] 然后确定时刻 t_e ，在该时刻电力需求 P 超过电力容量 P_c 。如果直到达到 t_e 的时间跨度小于时间跨度 Δt ，则预期到内燃发动机1的启动，并且在确定PCM温度是否高于相变温度的情况下，方法可以如上面关于图6所描述地继续。如果直到达到 t_e 的时间跨度大于时间跨度 Δt ，则没有预期到内燃发动机1的启动，并且停用PCM回路，因为泵装置9被关闭。方法接着可以如关于图6所描述地继续。例如，时间跨度 Δt 可以相应于催化转化器3的起燃时间跨度。

[0118] 如果具有排气热管理系统的车辆具有例如GPS系统这样的卫星辅助导航系统，并且驾驶员输入目的地，则排气热管理系统可以确定要完成的路线的路线条件，并且可以例如用假定的恒定速度来确定用于完成该路线的电力需求。这些方法步骤呈现可能比先前关

于图7描述的方法步骤更长的预测周期。

[0119] 图10显示根据图9的方法步骤的电力与时间的依赖关系。附图显示直到当前时刻 t_0 的电力需求 P 的进程以及电力容量 PC 的时间进程,预测的电力需求作为要完成的路线的高度廓线和速度廓线——考虑到速度限制、弯曲半径等——的函数。从时刻 t_a 开始,在时刻 $t_e = t_a + \Delta t$ 处的投射的电力容量和投射的电力需求是连续地计算的。如果计算显示的是,在时刻 t_e ,预测的电力需求 P 超过电力容量 P_c ,则立即激活PCM回路,即接通泵装置9——前提是也满足比如关于图6所描述的那些其他先决条件。例如,时间跨度 Δt 可以相应于催化转化器3的起燃时间跨度。

[0120] 图11显示与氮氧化物和碳氢化合物(曲线A)以及一氧化碳(曲线B)的转化率的温度依赖性相比较的特征温度的概述。催化转化器3的最高工作温度相应于最高排气温度,并且近似为 600°C 。理想的储存温度——作为PCM 7的极限温度——应该近似低50K,即近似为 550°C 。PCM 7的相变温度低于 200°C ,即在一温度范围内,在该温度范围内催化转化器的转化率非常低。

[0121] 图12显示在电动驱动模式期间的催化转化器温度的示意进程。如果停用PCM回路,即关闭泵装置9,则催化转化器3的温度降至低于起燃温度的温度。如果PCM回路是借助于接通泵装置9而激活,例如如果预期到内燃发动机的启动,则催化转化器3的温度再次升高,因为热能从PCM 7传递至催化转化器3。温度升高的延迟是由存在于流体连接中的比较冷的PCM的体积造成的。只有当PCM 7从收集容器6到达催化转化器时,催化转化器3的温度才会升高。在考虑到温度升高中的延迟的情况下,达到催化转化器3的起燃温度所需要的时间跨度是起燃时间跨度。

[0122] 应该注意的是,起燃时间跨度通常不是恒定的,并且例如可以依赖于比如PCM温度、催化转化器温度、环境温度和车辆的速度这样的参数。

[0123] 图13显示排气热管理系统的控制单元19的可能的信号输入和信号输出的示意图示,其中控制单元19可以实现为发动机控制单元的一部分或集成到发动机控制单元中。

[0124] 控制单元19接收关于要完成的路线的例如高度廓线、路线表面、弯道等这样的路线条件的GPS模块的信号。从电池控制单元接收例如关于电池温度和电池的荷电状态的更多信号。此外,控制单元19接收关于踏板位置、车辆速度、PCM温度和催化转化器温度的信号。在处理获得的信号之后,控制单元19将信号传输至泵装置9的控制单元以为了激活或停用PCM回路。

[0125] 一示例混合动力车辆的方法包含:在发动机启动状态期间,使相变材料(PCM)循环通过围绕排气催化转化器的空腔以将排气热存储在PCM处;并且在发动机关闭状态期间,当预期到转变至发动机启动状态时响应于催化转化器温度低于阈值,使PCM循环通过空腔,以将存储的排气热从PCM传递至催化转化器。此外或可选地,在先前示例中,发动机启动状态包括使用来自发动机的扭矩来驱动车辆,其中发动机关闭状态包括经由来自电动马达的扭矩来驱动车辆,并且其中在发动机启动和发动机关闭状态两者期间,循环包括操作泵以将PCM从储热箱经由流体连接循环至空腔,并且其中在发动机启动和发动机关闭状态两者期间,相变材料高于相变温度。此外或可选地,在任何或所有前述示例中,PCM包括盐并且其中在发动机启动和发动机关闭状态两者期间,泵被操作同时PCM处于液态,并且响应于PCM处于固态或PCM高于储存温度、比相变温度高而停用泵。此外或可选地,在任何或所有前述示

例中,方法进一步地包含在发动机关闭状态期间响应于PCM处于固态而延迟循环。此外或可选地,在任何或所有前述示例中,在发动机关闭状态期间的循环基于催化剂温度、车辆速度、环境空气温度和PCM温度中的每一个而持续一段时间。此外或可选地,在任何或所有前述示例中,在发动机启动状态期间,使PCM循环以存储排气热包括将加热的PCM传递至与发动机冷却回路流体连通的储存箱中并且将热量从加热的PCM传递至循环通过发动机冷却回路的发动机冷却剂。

[0126] 在另一表示中,用于混合动力车辆的方法包含:在混合动力车辆的发动机操作模式期间,经由泵的操作使相变材料(PCM)循环通过围绕排气催化转化器的空腔以将排气热存储在相变材料处;并且在混合动力车辆的电动操作模式期间,当预期到转变至发动机模式时响应于催化转换器温度比阈值低而经由泵的操作使相变材料循环通过空腔以将存储的排气热从相变材料传递至催化转换器。

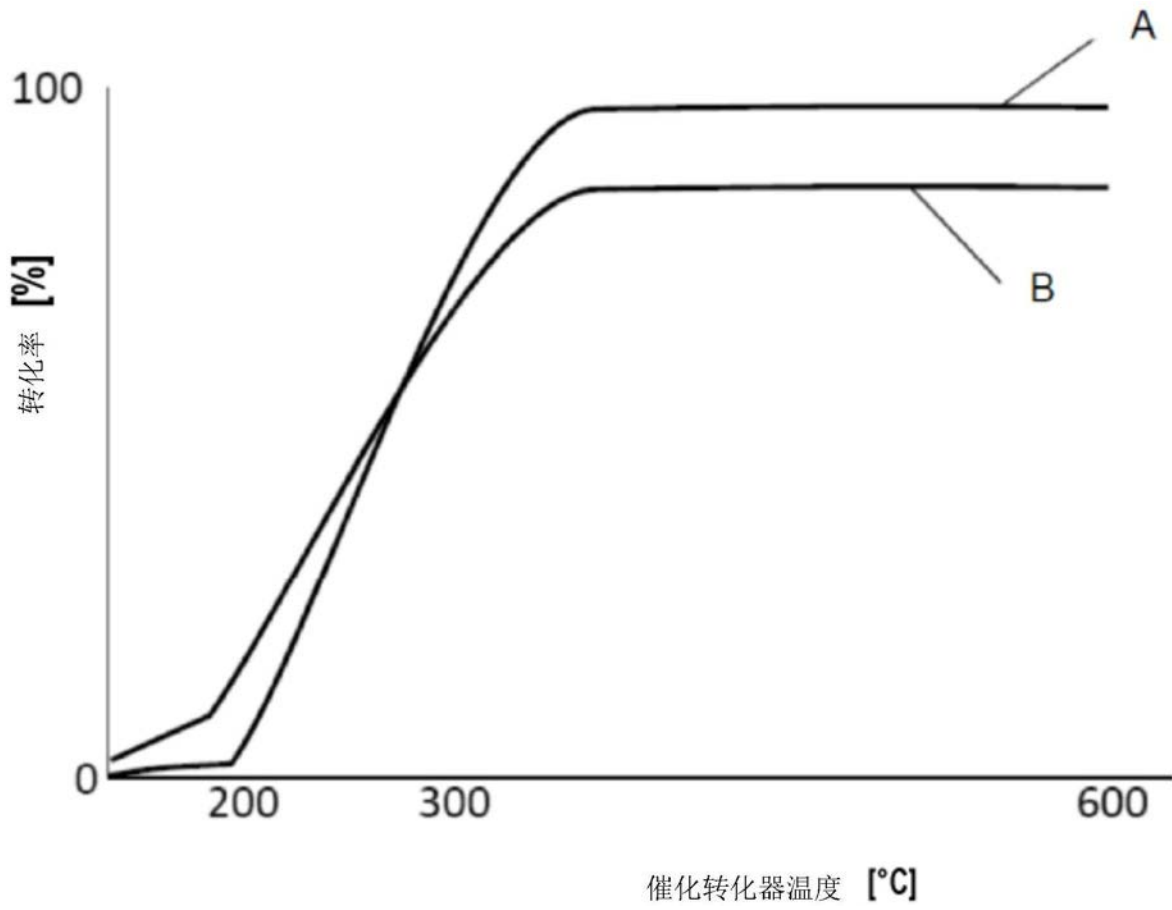


图1

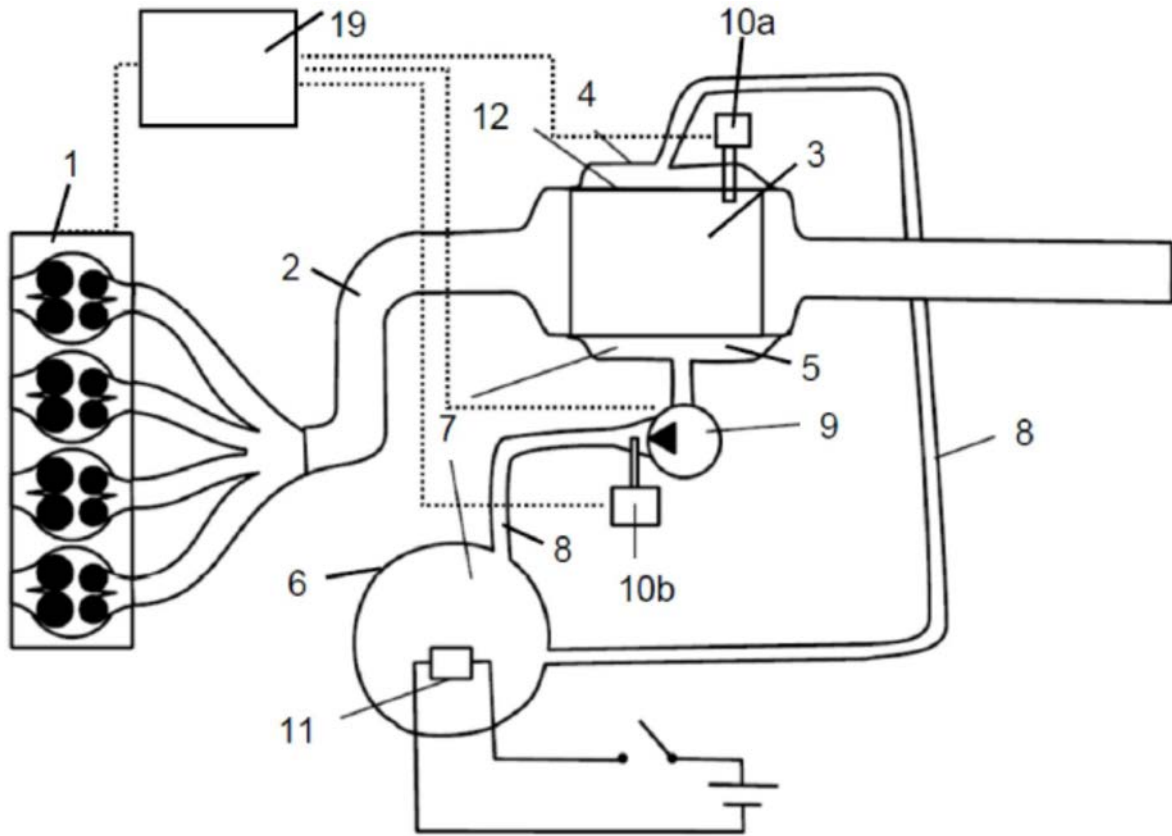


图2

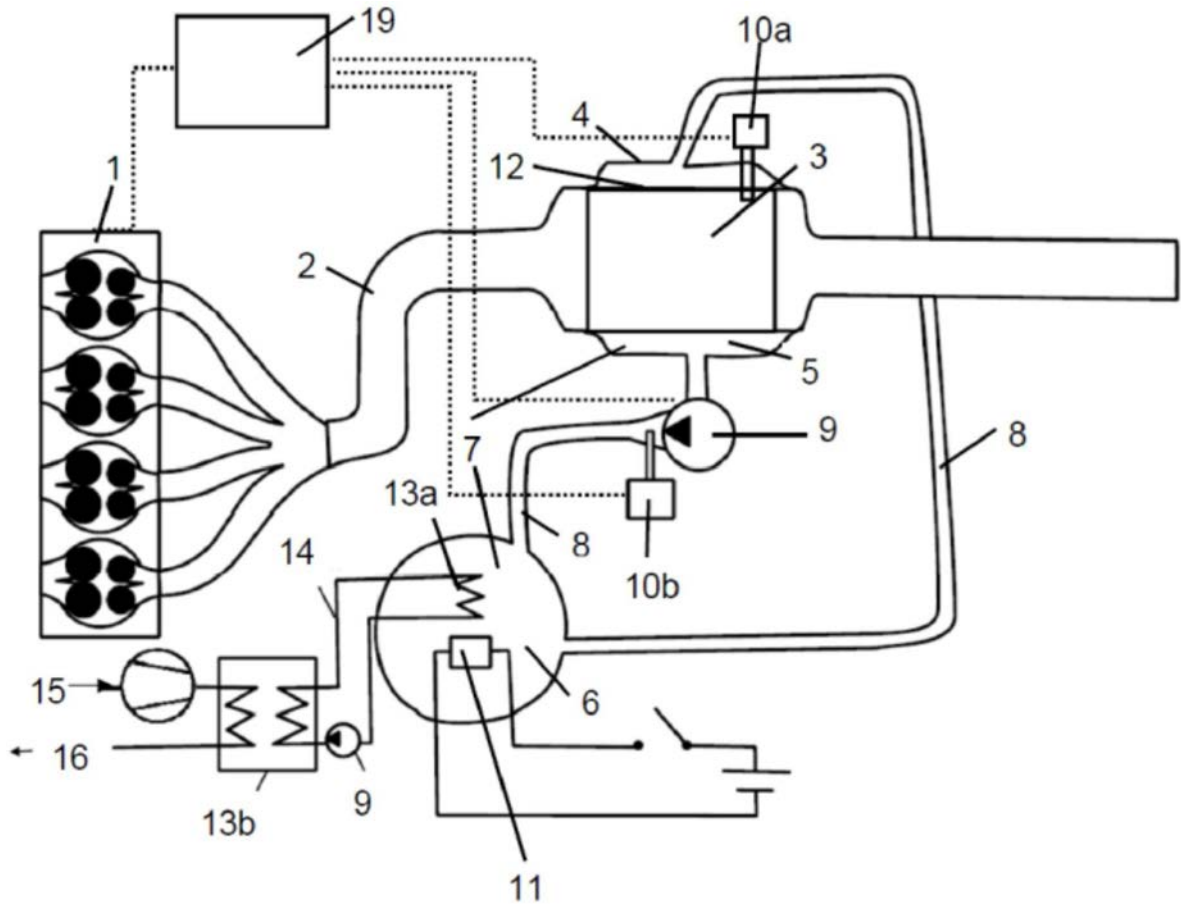


图3

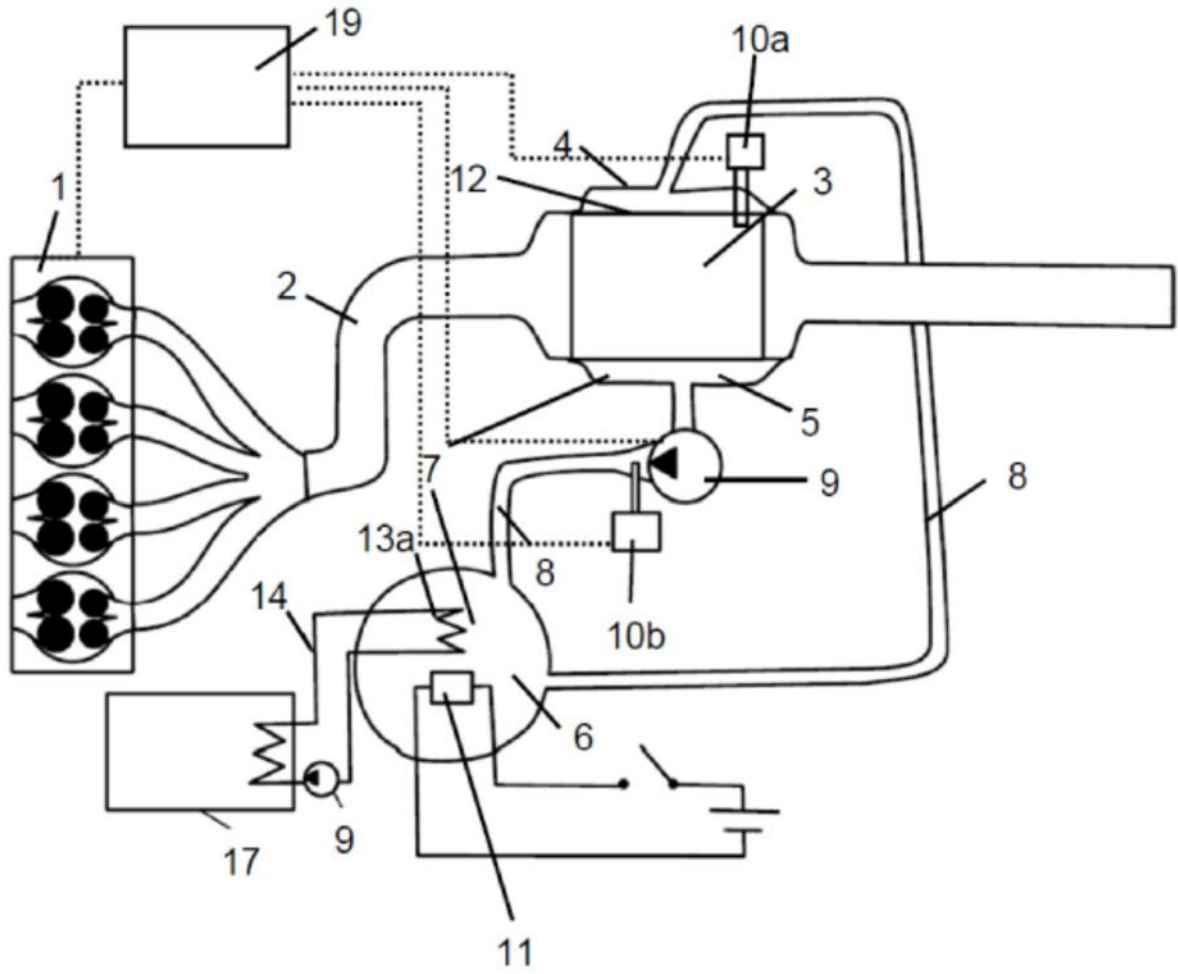


图4

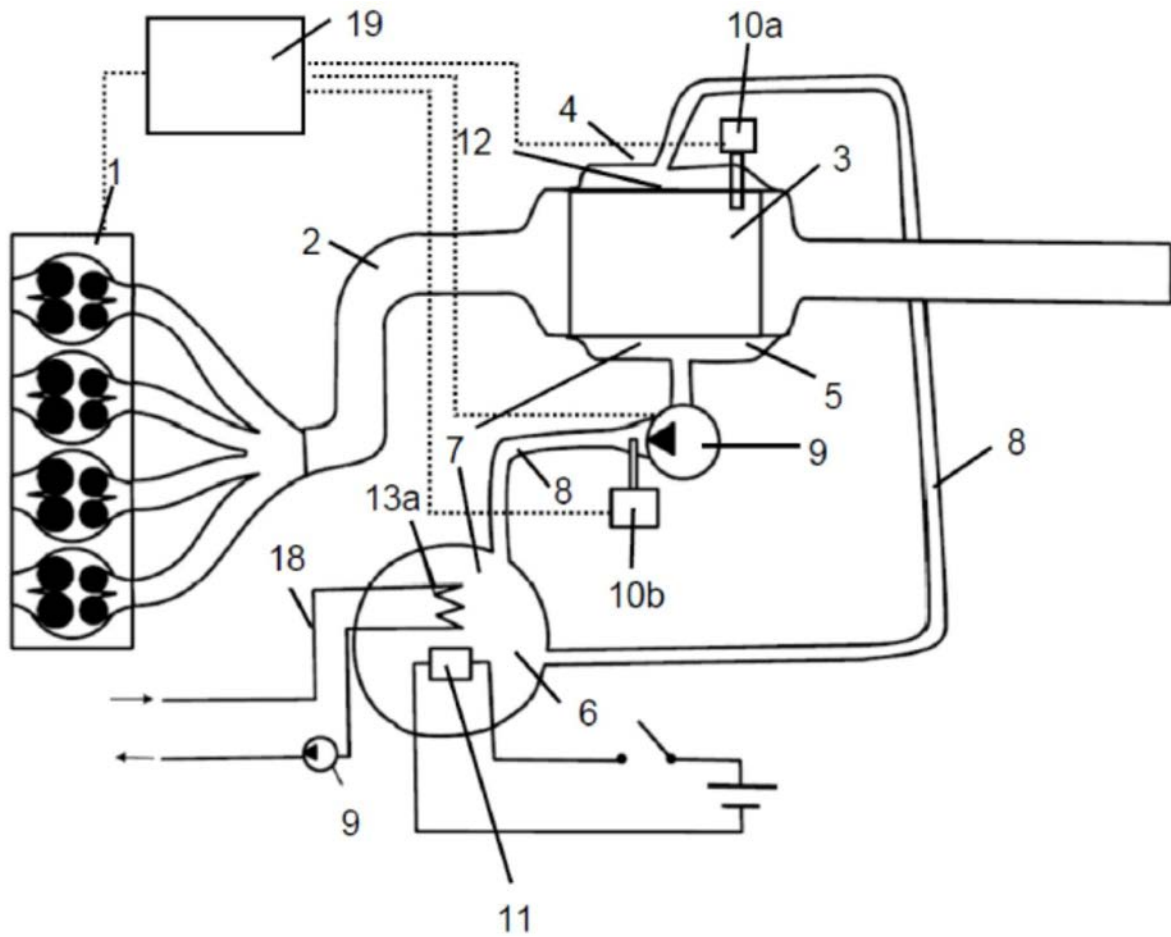


图5

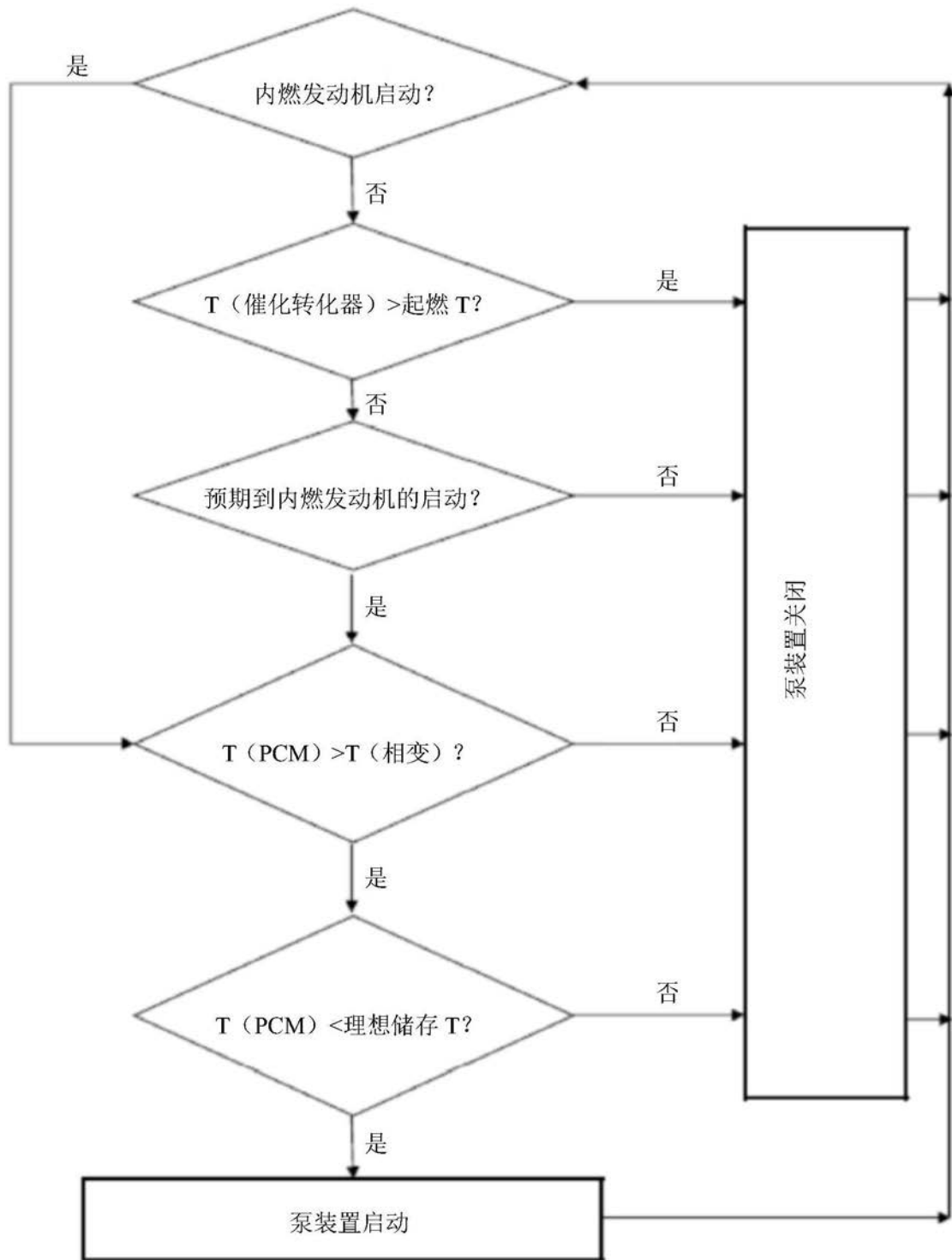


图6

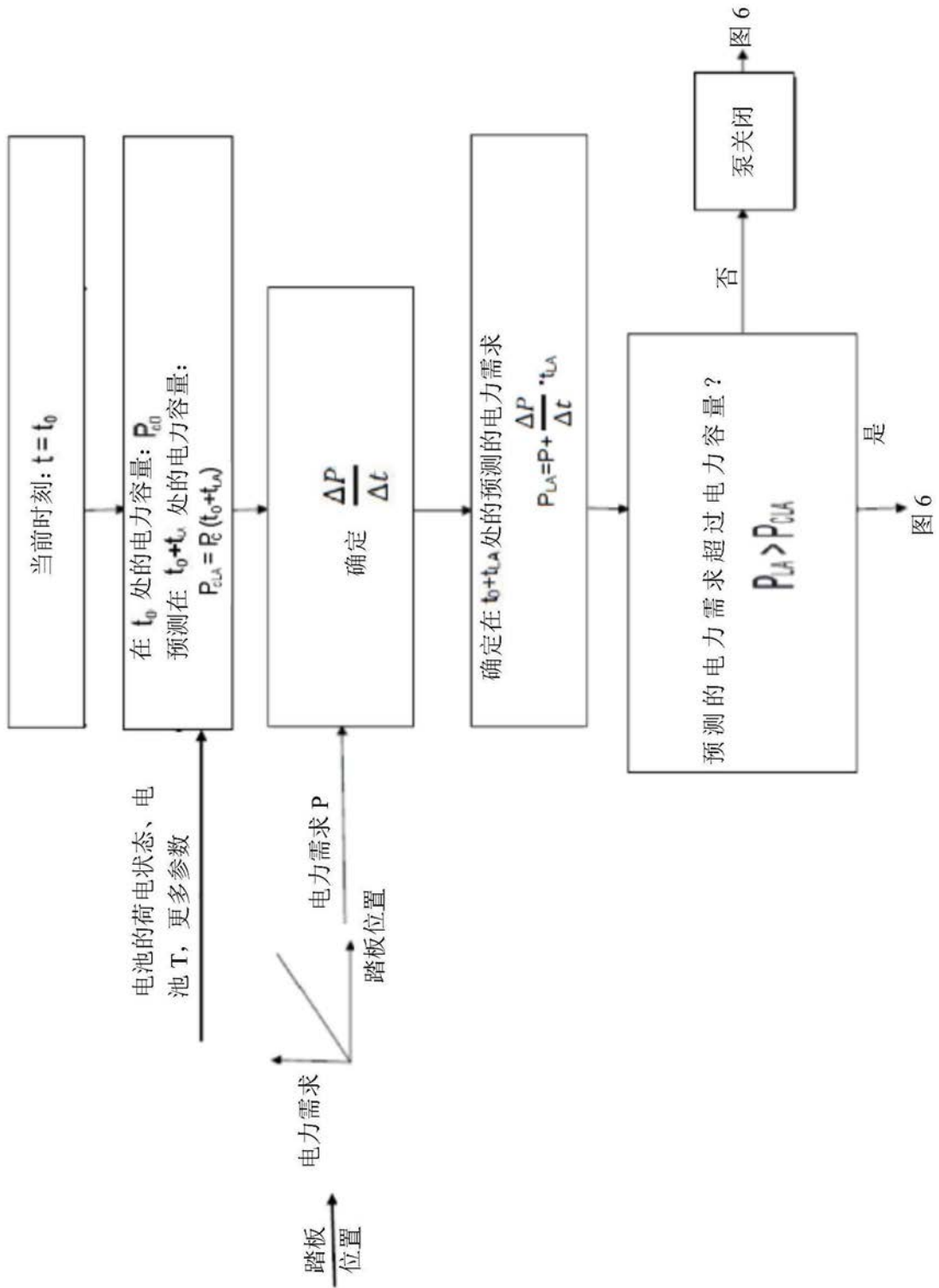


图7

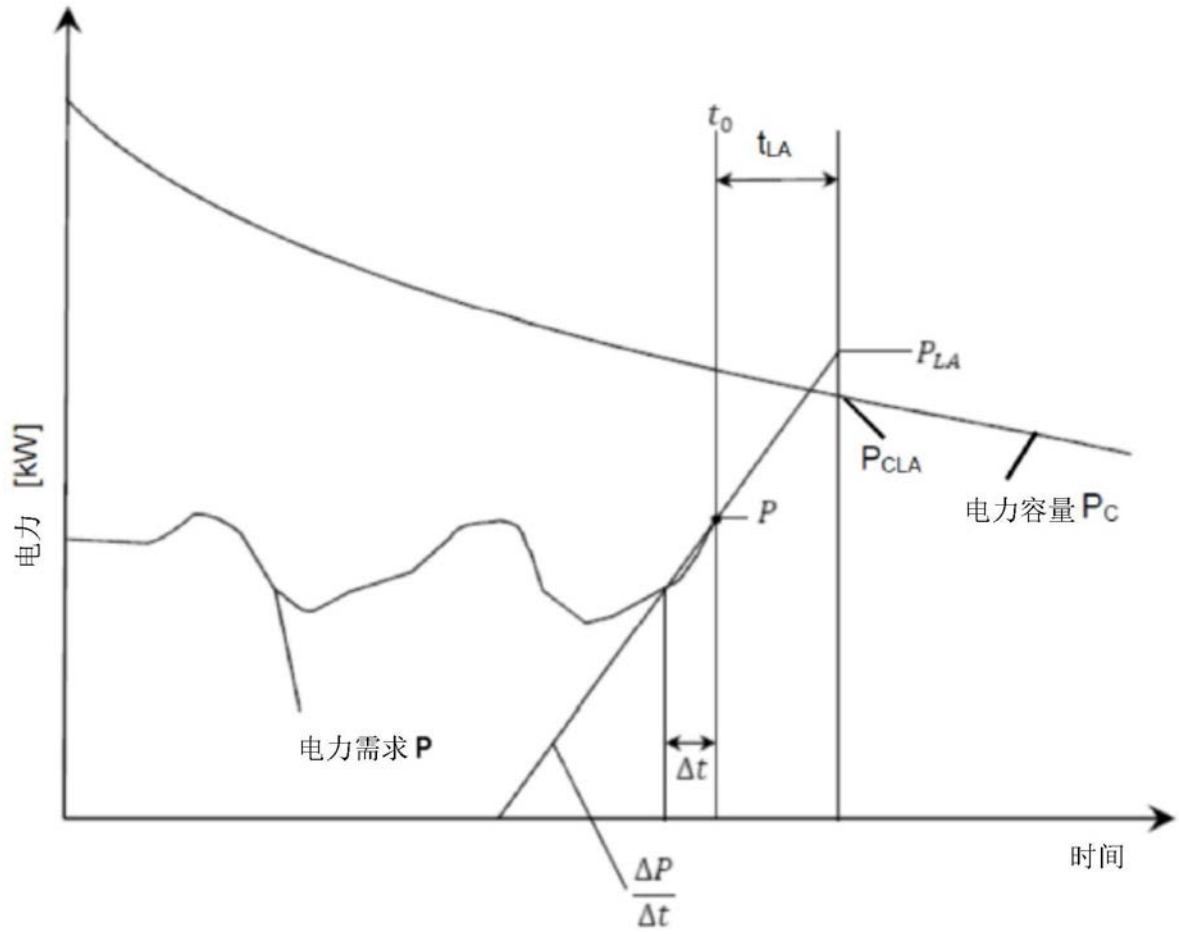


图8

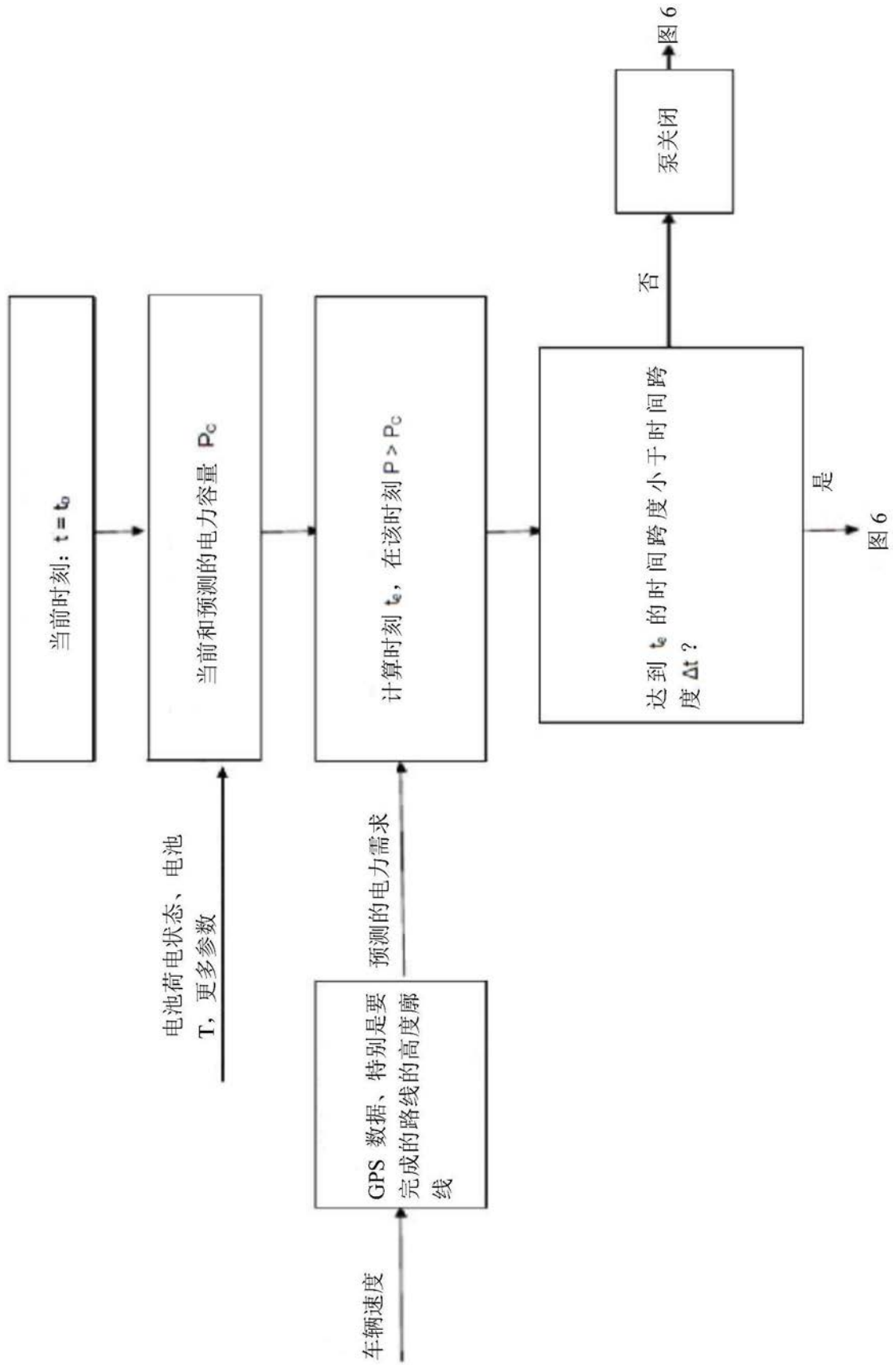


图9

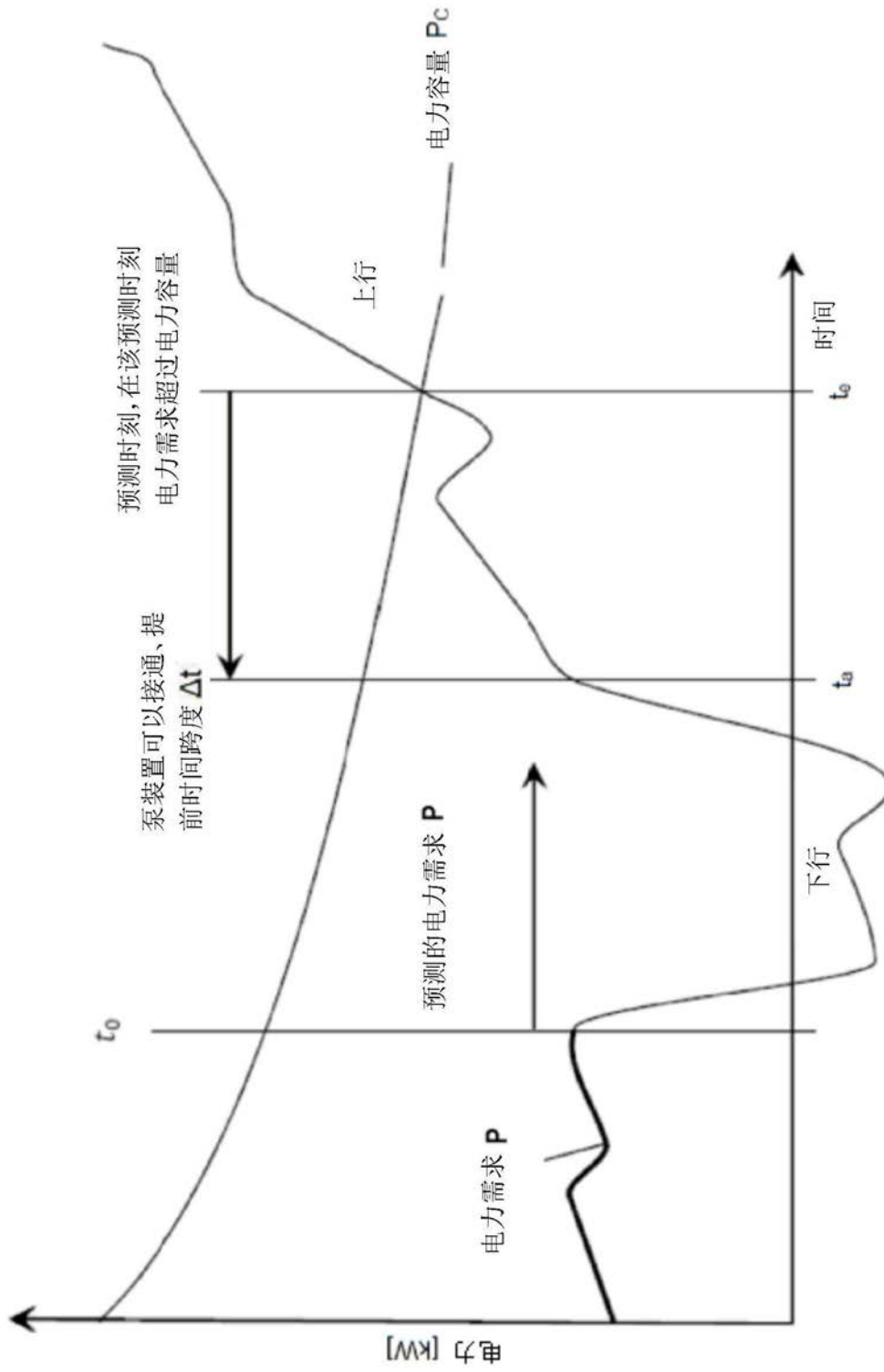


图10

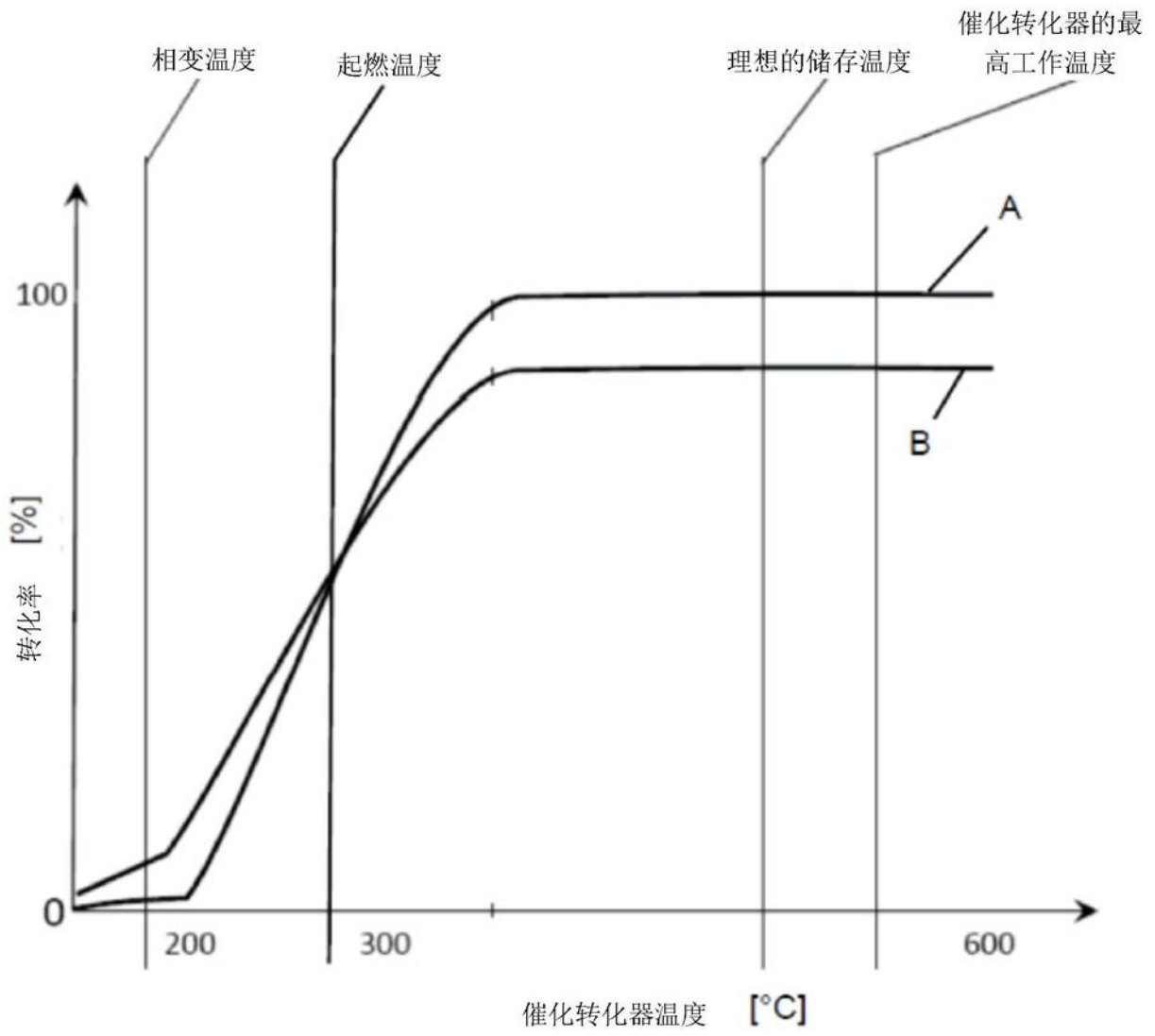


图11

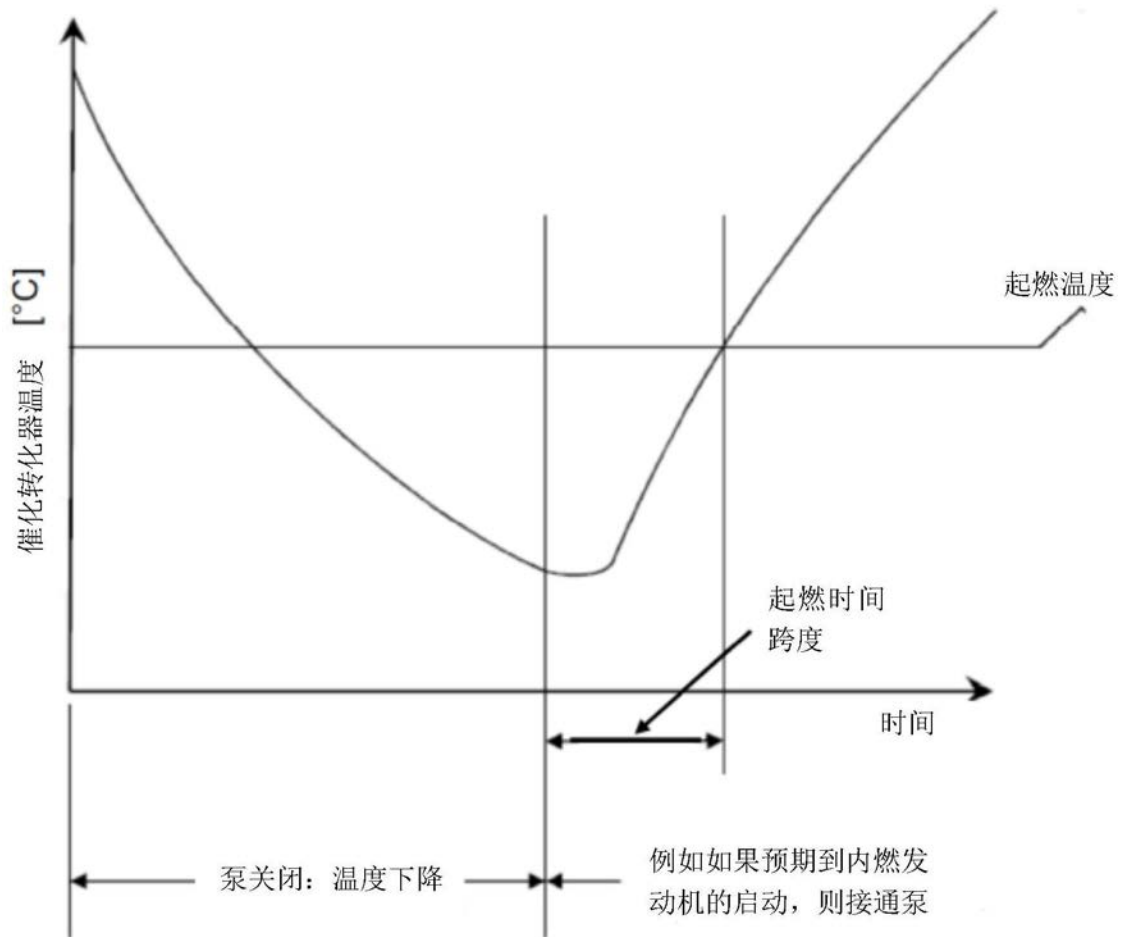


图12

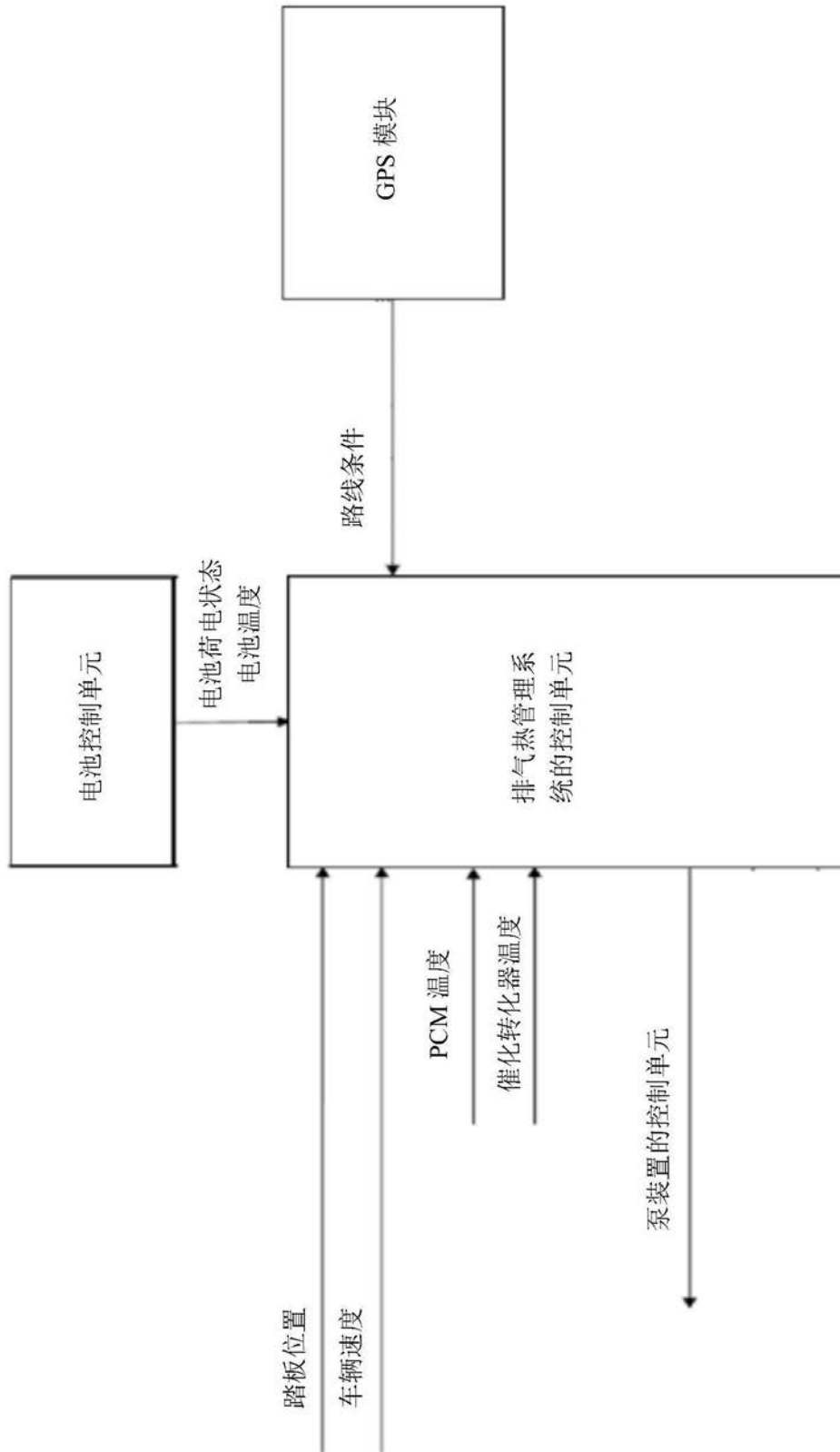


图13