



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102016247 A

(43) 申请公布日 2011.04.13

(21) 申请号 200980113976.7

代理人 李冬梅 郑霞

(22) 申请日 2009.04.29

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

F01N 3/023(2006.01)

12/111,845 2008.04.29 US

F01N 3/02(2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

B01D 46/42(2006.01)

2010.10.20

F01N 9/00(2006.01)

(86) PCT申请的申请数据

F02D 45/00(2006.01)

PCT/US2009/042121 2009.04.29

F02D 41/04(2006.01)

(87) PCT申请的公布数据

W02009/134895 EN 2009.11.05

(71) 申请人 卡明斯公司

地址 美国印第安那州

(72) 发明人 郭林松 蒂莫西·R·弗雷泽

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

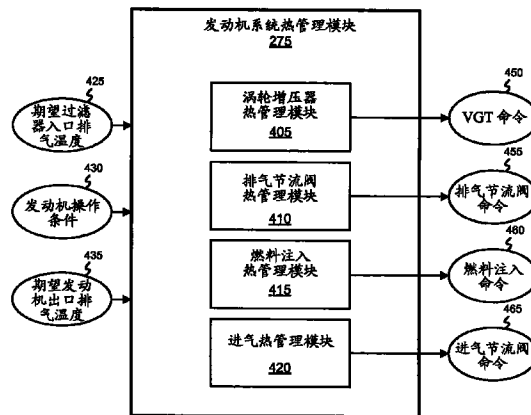
权利要求书 4 页 说明书 20 页 附图 11 页

## (54) 发明名称

在柴油机微粒过滤器再生事件期间的发动机性能管理

## (57) 摘要

公开了用于管理再生事件特征的装置、系统和方法的实施方式。例如,在一个实施方式中,用于针对微粒物质过滤器(150)上的再生事件控制内燃发动机(110)的排气的温度的装置(130)包括:确定再生事件的期望的微粒物质过滤器入口排气温度(425)的再生模块(260)、确定可变几何涡轮增压(VGT)设备位置策略的涡轮增压器热管理模块(405)、确定燃料注入策略的燃料注入热管理模块(415)以及确定进气节流阀位置策略的进气节流阀热管理模块(420)。VGT设备位置策略、后注入燃料注入策略和进气节流阀位置策略协作地实现期望的微粒物质过滤器入口排气温度并将发动机的燃料稀释水平维持在最大燃料稀释水平之下。



CN 102016247 A

1. 一种用于针对微粒物质过滤器上的再生事件控制内燃发动机的排气的温度的装置，包括：

再生模块，其配置成确定用于再生事件的期望的微粒物质过滤器入口排气温度；

涡轮增压器热管理模块，其配置成确定可变几何涡轮（VGT）设备位置策略；

燃料注入热管理模块，其配置成确定燃料注入策略；以及

进气节流阀热管理模块，其配置成确定进气节流阀位置策略；

其中所述 VGT 设备位置策略、所述后注入燃料注入策略和所述进气节流阀位置策略配置成协作地实现所述期望的微粒物质过滤器入口排气温度并将所述发动机的燃料稀释水平维持在最大燃料稀释水平之下。

2. 如权利要求 1 所述的装置，还包括配置成确定排气节流阀位置策略的排气节流阀热管理模块，其中所述 VGT 设备位置策略、所述燃料注入策略、所述进气节流阀位置策略和所述排气节流阀位置策略配置成协作地实现所述期望的微粒物质过滤器入口排气温度。

3. 如权利要求 1 所述的装置，其中：

所述内燃发动机在低速操作范围、高速操作范围以及所述低速操作范围和所述高速操作范围之间的过渡操作范围内可操作；以及

所述 VGT 设备位置策略包括在所述低速操作范围内操作时关闭所述 VGT 设备、在所述高速操作范围内操作时打开所述 VGT 设备，以及当所述发动机在所述低速操作范围和所述高速操作范围之间过渡时在所述过渡操作范围内在关闭位置和打开位置之间移动所述 VGT 设备。

4. 如权利要求 3 所述的装置，其中：

所述发动机在中间速度操作范围内可操作，所述中间速度操作范围与所述低速操作范围的至少一部分、整个所述过渡操作范围和所述高速操作范围的至少一部分重叠；以及

当在所述低速操作范围和所述中间速度操作范围内操作时所述燃料注入策略包括至少一个热后注入。

5. 如权利要求 4 所述的装置，其中所述燃料注入策略包括至少一个非热后注入。

6. 如权利要求 2 所述的装置，其中：

所述内燃发动机在低速操作范围、高速操作范围以及所述低速操作范围和所述高速操作范围之间的过渡操作范围内可操作；以及

所述排气节流阀位置策略包括在所述低速操作范围内操作时关闭所述排气节流阀，而在所述高速操作范围内操作时打开所述排气节流阀。

7. 一种针对耦合到内燃发动机的微粒物质过滤器上的再生事件控制所述微粒物质过滤器的入口排气的温度的方法，所述方法包括：

确定期望的微粒物质过滤器入口排气温度；

确定并实现用于实现所述期望的微粒物质过滤器入口排气温度的 VGT 设备位置策略；

如果所述 VGT 设备位置策略没有实现近似地等于或大于所述期望的微粒物质过滤器入口排气温度的实际的微粒物质过滤器入口排气温度，则确定并实现用于实现所述期望

的微粒物质过滤器入口排气温度的多次后注入策略；以及

如果所述多次后注入策略没有实现近似地等于或大于所述期望的微粒物质过滤器入口排气温度的实际的微粒物质过滤器入口排气温度，则确定并实现用于实现所述期望的微粒物质过滤器入口排气温度的进气节流阀位置策略。

8. 如权利要求 7 所述的方法，还包括：如果所述 VGT 设备位置策略没有实现近似地等于或大于所述期望的微粒物质过滤器入口排气温度的实际的微粒物质过滤器入口排气温度，则确定并实现用于实现所述期望的微粒物质过滤器入口排气温度的排气节流阀位置策略，其中如果所述排气节流阀位置策略没有实现近似地等于或大于所述期望的微粒物质过滤器入口排气温度的实际的微粒物质过滤器入口排气温度，则确定并实现用于实现所述期望的微粒物质过滤器入口排气温度的所述多次后注入策略。

9. 如权利要求 7 所述的方法，还包括确定是否满足所述 VGT 设备的平稳过渡限制，且如果满足了所述 VGT 设备的所述平稳过渡限制，则该方法还包括确定并实现用于实现所述期望的微粒物质过滤器入口排气温度并避免所述 VGT 设备的非平稳过渡的新的 VGT 设备位置策略。

10. 如权利要求 7 所述的方法，还包括确定在实现所述进气节流阀位置之后排气流速是否满足或超过排气流速下限，其中如果所述排气流速不满足或超过所述排气流速下限，则确定并实现用于实现所述期望的微粒物质过滤器入口排气温度并满足或超过所述排气流速下限的新的进气节流阀位置策略。

11. 如权利要求 7 所述的方法，其中确定所述多次后注入策略包括：

确定来自热后注入的期望的排气温度增量；

确定一次热后注入是否足以实现所述期望的排气温度增量；以及

如果一次热后注入不是足够的，则确定两次热后注入是否足以实现所述期望的排气温度增量。

12. 如权利要求 7 所述的方法，其中在实现所述多次后注入策略之后，所述方法还包括确定所述发动机的实际燃料稀释水平是否超过所述发动机的预定最大燃料稀释水平，其中如果所述发动机的所述实际燃料稀释水平超过所述发动机的所述预定最大燃料稀释水平，则所述方法包括确定并实现用于实现所述期望的微粒物质过滤器入口排气温度并将所述发动机的所述实际燃料稀释水平维持或减小到最大燃料稀释水平处或之下的新的多次后注入策略。

13. 如权利要求 7 所述的方法，其中确定所述多次后注入策略包括：

确定来自非热后注入的期望的过滤器入口排气温度增量；

确定一次非热后注入是否足以实现所述期望的过滤器入口排气温度增量；

如果一次非热后注入是足够的，则将所述多次后注入策略的非热后注入的数量设定为一次非热后注入；

如果一次非热后注入不是足够的，则确定两次非热后注入是否足以实现所述期望的过滤器入口排气温度增量；

如果两次非热后注入是足够的，则将所述多次后注入策略的非热后注入的数量设定为两次非热后注入；以及

如果两次非热后注入不是足够的，则将所述多次后注入策略的非热后注入的数量设

定为三次非热后注入。

14. 一种针对耦合到内燃发动机的微粒物质过滤器上的再生事件控制所述微粒物质过滤器的入口排气的温度的方法，所述方法包括：

确定期望的微粒物质过滤器入口排气温度；

确定能够配置成在再生事件期间增加过滤器入口排气温度的 VGT 设备位置策略；

确定能够配置成在再生事件期间增加所述过滤器入口排气温度的排气节流阀位置策略；

确定能够配置成在再生事件期间增加所述过滤器入口排气温度的多次后注入策略；

确定能够配置成在再生事件期间增加所述过滤器入口排气温度的进气节流阀位置策略；以及

协作地实现所述 VGT 设备位置策略、所述排气节流阀位置策略、所述多次后注入策略和所述进气节流阀位置策略，以将所述过滤器入口排气温度增加到所述期望的微粒物质过滤器入口排气温度。

15. 一种内燃发动机系统，包括：

内燃发动机，其产生发动机出口排气；

微粒物质过滤器，其与所述内燃发动机处于排气接收相通；以及

控制器，其包括：

发动机条件模块，其配置成确定所述发动机的操作条件；

再生模块，其配置成确定用于在所述微粒物质过滤器上进行再生事件的、期望的微粒物质过滤器入口排气温度；以及

发动机系统热管理模块，其配置成确定用于将进入所述微粒物质过滤器的排气的温度增加第一期望量的 VGT 设备致动策略、用于将进入所述微粒物质过滤器的排气的温度增加第二期望量的排气节流阀致动策略、用于将进入所述微粒物质过滤器的排气的温度增加第三期望量的再生燃料注入策略，以及用于将进入所述微粒物质过滤器的排气的温度增加第四期望量的进气节流阀致动策略；

其中所述第一期望温度增加量、第二期望温度增加量、第三期望温度增加量和第四期望温度增加量能够组合来将进入所述微粒物质过滤器的排气的温度增加到在所述期望的微粒物质过滤器入口排气温度处或之上的温度。

16. 如权利要求 15 所述的内燃发动机系统，其中：

所述发动机系统热管理模块配置成确定燃料稀释阈值水平；

当所述发动机的燃料稀释水平超过所述燃料稀释阈值水平时，所述内燃发动机能够在低燃料稀释模式中操作；

通过将所述第三期望温度增加量设置到零，所述内燃发动机能够在所述低燃料稀释模式中操作。

17. 如权利要求 15 所述的内燃发动机系统，其中所述第一期望温度增加量大于所述第三期望温度增加量。

18. 如权利要求 15 所述的内燃发动机系统，其中所述第三期望温度增加量大于所述第一期望温度增加量。

19. 如权利要求 15 所述的内燃发动机系统，其中：

所述发动机系统热管理模块配置成确定燃料稀释阈值水平；以及  
所述再生燃料注入策略配置成将所述发动机的燃料稀释水平维持在不大于所述燃料稀释阈值水平的水平处。

20. 如权利要求 15 所述的内燃发动机系统，其中：

所述控制器包括预定映射，该预定映射具有针对给定的 VGT 设备位置、排气节流阀位置、再生后注入和进气节流阀位置的经验地获得的发动机出口排气温度、微粒物质过滤器入口排气温度以及燃料稀释水平；以及

通过所述发动机系统热管理模块确定所述 VGT 策略、排气节流阀致动策略、再生燃料注入策略和进气致动策略包括访问来自所述预定映射的数据。

## 在柴油机微粒过滤器再生事件期间的发动机性能管理

[0001] 领域

[0002] 本公开涉及在内燃发动机的柴油机微粒过滤器 (DPF) 上控制再生事件, 尤其是涉及在 DPF 再生事件期间对发动机性能的管理。

[0003] 背景

[0004] 内燃发动机的排放法规在最近几年变得更严格。环境关注推动了遍及世界的很多地方的对内燃发动机的更严格的排放要求的实现。政府机构例如美国的环境保护机构 (EPA) 谨慎地监控发动机的排放质量并设置所有发动机必须遵守的可接受的排放标准。通常, 排放要求根据发动机类型变化。对压缩点火 (柴油机) 发动机的排放测试一般监控柴油机微粒物质 (PM)、氧化氮 ( $\text{NO}_x$ ) 和未燃烧的碳氢化合物 (UHC) 的释放。在排气后处理系统中实现的催化转化器用于消除排气中存在的很多污染物质。然而, 为了除去柴油机微粒物质, 通常, 必须在催化转化器的下游或结合催化转化器来安装柴油机微粒过滤器 (DPF)。

[0005] 普通的 DPF 包括具有平行通道的多孔陶瓷基体, 排气通过这些通道。微粒物质随后积聚在过滤器的表面上, 产生累积物, 这些累积物必须最终被移除以防止排气流受阻。一般形式的微粒物质是灰和煤烟。一般是烧过的发动机油的残余物的灰实质上是不可燃的, 并在过滤器内缓慢地逐步增加。主要由碳组成的煤烟从燃料的不完全燃烧产生, 并通常包括大百分比的微粒物质积聚物。各种条件——包括但不限于发动机操作条件、英里数、驾驶类型、地形等——影响微粒物质积聚在柴油机微粒过滤器内的速率。

[0006] 微粒物质的积聚一般引起排气系统内的背压。发动机上的过多的背压可降低发动机性能。微粒物质通常在适度的温度有  $\text{NO}_2$  的情况下或在高温有氧气的情况下氧化。如果在氧化开始时太多的微粒物质积聚, 则氧化速率可能变得高到足以引起未受控制的温度偏移。因而产生的热可能破坏过滤器并损坏周围结构。恢复可能是昂贵的过程。

[0007] 为了防止可能危险的情况, 积聚的微粒物质通常在过量的水平积聚之前在被控制的再生过程中被氧化并移除。为了氧化积聚的微粒物质, 排气温度通常必须超过一般在过滤器入口处达到的温度。因此, 可使用发起柴油机微粒过滤器的再生的另外的方法。在一种方法中, 反应物例如柴油机燃料被引入排气后处理系统中以发起对微粒积聚物的氧化并增加过滤器的温度。在相当大数量的煤烟在微粒过滤器上被消耗时发生过滤器再生事件。

[0008] 当预定数量的微粒积聚在过滤器上时, 当发动机操作的预定时间被超过时, 或当车被驾驶预定数量的英里时, 被控制的再生可由发动机的控制系统发起。来自氧 ( $\text{O}_2$ ) 的氧化在大约  $400^\circ\text{C}$  之上的温度时出现在过滤器上, 而有时在这里称为 N-氧化的来自氧化氮 ( $\text{NO}_2$ ) 的氧化通常在大约  $250^\circ\text{C}$  和  $400^\circ\text{C}$  之间的温度时出现。被控制的再生一般包括在预定的一段时间内将过滤器温度一直抬高到  $\text{O}_2$  氧化温度水平, 使得积聚在过滤器上的煤烟的氧化发生。

[0009] 如果氧化过程将过滤器的温度向上抬高到大于所预期或期望的, 有时到超过了过滤器基底材料可能吸收热的点, 则被控制的再生可能变成不受控制的, 导致对过滤器

的熔化或其它损害。过滤器的较少损坏的未受控制的或瞬时的再生也可发生在N-氧化温度处，即，当过滤器温度落在大约250℃和400℃之间时。这样的未受控制的再生通常并不导致失控温度，但可导致煤烟在过滤器上的仅仅部分的再生。部分再生也可出现在被控制的再生由于温度、排气流速等的下降而不能继续时。部分再生和其它因素可导致遍及过滤器的煤烟分布的不均匀性，导致煤烟负荷估计不精确性和其它问题。

[0010] 微粒过滤器的温度取决于进入微粒过滤器的排气的温度。因此，排气的温度必须被谨慎地管理，以确保期望微粒入口排气温度在期望持续时间内被精确和有效地达到并维持，以实现产生期望结果的被控制的再生事件。

[0011] 常规系统使用用于管理微粒过滤器入口排气温度的各种策略。例如，一些系统使用空气处理策略、内部燃料配量策略和外部燃料配量策略的组合。空气处理策略包括管理进气节流阀以调节空气燃料比。较低的空气燃料比例如富含空气/燃料的混合物一般产生较高的发动机出口排气温度。内部燃料配量策略包括将额外的燃料注入压缩汽缸中。这样的汽缸内注入包括在主燃料注入之前出现的预注入或燃料注入以及在主燃料注入之后出现的后注入或燃料注入。通常，后注入包括热后注入(heat post-injection)和非热后注入(non-heat post-injection)。热后注入是在燃烧事件中连同主燃料注入一起参与的注入，并在主燃料注入之后相对不久出现。与热后注入比较，非热后注入是在膨胀冲程中稍后出现的注入，并且不参与汽缸内的燃烧事件。

[0012] 在内燃发动机中，未燃烧的燃料可被燃烧事件迫使滑过(例如吹过)活塞头和压缩汽缸的壁之间的密封物。滑过密封物的未燃烧的燃料进入压缩汽缸下的曲轴箱室，并与例如存储在室中的润滑油混合，例如使润滑油稀释。发动机的燃料稀释水平于是为曲轴箱中的润滑油中的未燃烧的燃料的度量(常常被表示为在燃料/油混合物中的未燃烧的燃料的百分比)。大多数发动机产生正常数量的燃料稀释物(例如，小于大约3%-5%)，其常常从发动机蒸发，而不负面地影响发动机。然而，当燃料稀释水平达到正常水平之上时，燃料并不烧尽，并可能使油变得过稀。具有过高的燃料稀释水平的燃料稀释的油可降低油的润滑特性，这可能引起油压的降低和发动机磨损的增加。因此，防止发动机的燃料稀释水平达到正常数量之上是正确的发动机维护和性能的重要部分。

[0013] 虽然常规再生燃料注入策略可能足以控制发动机所产生的排气的温度，它们常常不能维持可接受的燃料稀释水平。例如，使用参与汽缸内燃料的燃烧的一次热后注入的常规系统导致过高的燃料稀释水平。进一步地，常规再生燃料注入策略导致多于一般数量的燃料被注入压缩汽缸中。如上所述，这些燃料中的一些不参与燃烧事件，即，燃料不燃烧，且不蒸发。由于比可被燃烧掉的多的燃料被注入压缩汽缸中以及燃料的较少蒸发，汽缸常常包含多量的未燃烧和未蒸发的燃料，这一般导致增加的燃料稀释水平。

[0014] 具有微粒过滤器的常规发动机系统的另一已知的缺点是再生时间对发动机的性能有负面影响，特别是对在瞬时操作期间的性能有负面影响。一般的无添加剂发动机控制策略主要设计成实现期望的发动机出口排气温度，而不太多地注意由这样的策略引起的性能的降低。例如，包括多次预注入和后注入的一些常规发动机控制策略由于燃烧室中的额外燃料而导致低燃烧效率。减小的燃烧效率可引起发动机的性能例如速度、扭矩和燃料节约的降低。

[0015] 根据前述内容，存在对发动机控制策略的需要，该发动机控制策略对期望的再

生事件实现目标发动机出口排气温度，同时在各种发动机操作条件下进行的再生事件期间将燃料稀释水平维持在发动机的可接受的水平处或之下，并减小对发动机的性能的负面影响。

#### [0016] 概述

[0017] 响应于现有技术状态，特别是响应于本领域中还没有被当前可用的发动机控制策略针对再生事件充分解决的问题和需要，本申请的主题被发展。因此，本申请的主题被发展以提供用于在再生事件期间控制发动机排气温度、燃料稀释水平和发动机性能的装置、系统和方法，其克服了现有技术发动机控制策略对于再生事件的至少一些缺点。

[0018] 例如，根据一个代表性实施方式，用于针对微粒物质过滤器上的再生事件控制内燃发动机的排气的温度的装置包括再生模块、涡轮增压器热管理模块、燃料注入热管理模块和进气热管理模块。再生模块为再生事件确定期望的微粒物质过滤器入口排气温度。涡轮增压器热管理模块确定可变几何涡轮 (VGT) 设备位置策略。燃料注入热管理模块确定燃料注入策略。进气节流阀热管理模块确定进气节流阀位置策略。VGT 设备位置策略、后注入燃料注入策略和进气节流阀位置策略协作地实现期望的微粒物质过滤器入口排气温度并将发动机的燃料稀释水平维持在最大燃料稀释水平之下。

[0019] 在一些实现中，本装置还包括确定排气节流阀位置策略的排气再循环 (EGR) 热管理模块。在这样的实现中，VGT 设备位置策略、燃料注入策略、进气节流阀位置策略和排气节流阀位置策略协作地实现期望的微粒物质过滤器入口排气温度。在特定的情况下，内燃发动机在低速操作范围、高速操作范围以及低速和高速操作范围之间的过渡操作范围内可操作。在这样的情况下，排气节流阀位置策略包括在低速操作范围内操作时关闭排气节流阀，而在高速操作范围内操作时打开排气节流阀。

[0020] 根据某些实施方式，燃料注入热管理模块包括配置成确定发动机的最大燃料稀释水平的燃料稀释模块，其中燃料注入策略配置成实现低于或等于最大燃料稀释水平的实际燃料稀释水平。

[0021] 在一些实现中，内燃发动机在低速操作范围、高速操作范围以及低速和高速操作范围之间的过渡操作范围内可操作。VGT 设备位置策略包括在低速操作范围内操作时关闭 VGT 设备，在高速操作范围内操作时打开 VGT 设备，以及当发动机在低速操作范围和高速操作范围之间过渡时在过渡操作范围内在关闭和打开位置之间移动 VGT 设备。发动机也在与低速操作范围的至少一部分、整个过渡操作范围和高速操作范围的至少一部分重叠的中间速度操作范围内可操作。燃料注入策略可包括至少一个热后注入。在一些情况下，当在低速和中间速度操作范围内操作时燃料注入策略还包括至少一个非热后注入。

[0022] 根据另一实施方式，公开了一种针对微粒物质过滤器上的再生事件控制微粒物质过滤器的入口排气的温度的方法。微粒物质过滤器耦合与内燃发动机处于排气接收相通中。该方法包括确定期望的微粒物质过滤器入口排气温度。此外，该方法包括确定并实现用于实现期望的微粒物质过滤器入口排气温度的 VGT 设备位置策略。如果 VGT 设备位置策略没有实现近似地等于或大于期望的微粒物质过滤器入口排气温度的实际的微粒物质过滤器入口排气温度，则该方法包括确定并实现用于实现期望的微粒物质过滤器入口排气温度的多次后注入策略。然而，如果多次后注入策略没有实现近似地等于或



大于期望的微粒物质过滤器入口排气温度的实际的微粒物质过滤器入口排气温度，则该方法包括确定并实现用于实现期望的微粒物质过滤器入口排气温度的进气节流阀位置策略。

[0023] 根据一些实现，如果 VGT 设备位置策略没有实现近似地等于或大于期望的微粒物质过滤器入口排气温度的实际的微粒物质过滤器入口排气温度，该方法还包括确定并实现用于实现期望的微粒物质过滤器入口排气温度的排气节流阀位置策略。如果排气节流阀位置策略没有实现近似地等于或大于期望的微粒物质过滤器入口排气温度的实际的微粒物质过滤器入口排气温度，则确定并实现用于实现期望的微粒物质过滤器入口排气温度的多次后注入策略。

[0024] 在某些实现中，该方法包括确定是否满足 VGT 设备的平稳过渡限制。如果满足 VGT 设备的平稳过渡限制，则该方法还包括确定并实现用于实现期望的微粒物质过滤器入口排气温度并避免 VGT 设备的非平稳过渡的新的 VGT 设备位置策略。

[0025] 在又一些实现中，该方法包括在实现进气节流阀位置之后确定排气流速是否满足或超过排气流速下限。如果排气流速不满足或超过排气流速下限，则该方法还包括确定并实现用于实现期望的微粒物质过滤器入口排气温度并满足或超过排气流速下限的新的进气节流阀位置策略。

[0026] 根据一些实现，确定多次后注入策略的行动包括确定来自热后注入的期望的过滤器入口排气温度增量，以及确定一次热后注入是否足以实现期望的过滤器入口排气温度增量。如果一次热后注入不是足够的，则该方法包括确定两次热后注入是否足以实现期望的过滤器入口排气温度增量。

[0027] 在实现该方法的多次后注入策略之后，该方法还包括确定发动机的实际燃料稀释水平是否超过发动机的预定最大燃料稀释水平。如果发动机的实际燃料稀释水平超过发动机的预定最大燃料稀释水平，则该方法包括确定并实现用于实现期望的微粒物质过滤器入口排气温度并将发动机的实际燃料稀释水平减小或维持在最大燃料稀释水平处或之下的新的多次后注入策略。

[0028] 在一些实现中，确定多次后注入策略的行动可包括确定来自非热后注入的期望的过滤器入口排气温度增量，以及确定一次非热后注入是否足以实现期望的过滤器入口排气温度增量。如果一次非热后注入是足够的，则该方法包括将多次后注入策略的非热后注入的数量设定为一次非热后注入。如果一次非热后注入不是足够的，则该方法包括确定两次非热后注入是否足以实现期望过滤器入口排气温度增量。如果两次非热后注入是足够的，则该方法包括将多次后注入策略的非热后注入的数量设定为两次非热后注入。但是，如果两次非热后注入不是足够的，则该方法包括将多次后注入策略的非热后注入的数量设定为三次非热后注入。

[0029] 根据另一实施方式，用于针对微粒物质过滤器上的再生事件控制耦合到内燃发动机的微粒物质过滤器的入口排气的温度的方法包括确定期望的微粒物质过滤器入口排气温度。该方法还包括确定配置成在再生事件期间增加过滤器入口排气温度的 VGT 设备位置策略，确定配置成在再生事件期间增加过滤器入口排气温度的排气节流阀位置策略，确定配置成在再生事件期间增加过滤器入口排气温度的多次后注入策略，以及确定配置成在再生事件期间增加过滤器入口排气温度的进气节流阀位置策略。该方法还包括

协作地实现 VGT 设备位置策略、排气节流阀位置策略、多次后注入策略和进气节流阀位置策略，以将过滤器入口排气温度增加到期望的微粒物质过滤器入口排气温度。

[0030] 根据另一实施方式，内燃发动机系统包括产生发动机出口排气的内燃发动机、与内燃发动机处于排气接收相通的微粒物质过滤器、以及控制器。控制器包括配置成确定发动机的操作条件的发动机条件模块和配置成确定期望的微粒物质过滤器入口排气温度的用于在微粒物质过滤器上进行再生事件的再生模块。控制器还包括发动机系统热管理模块，其配置成确定用于将进入微粒物质过滤器的排气的温度增加第一期望量的 VGT 设备致动策略、用于将进入微粒物质过滤器的排气的温度增加第二期望量的排气节流阀致动策略、用于将进入微粒物质过滤器的排气的温度增加第三期望量的再生燃料注入策略，以及用于将进入微粒物质过滤器的排气的温度增加第四期望量的进气节流阀致动策略。第一、第二、第三和第四期望温度增加量是可组合来将进入微粒物质过滤器的排气的温度增加到在期望的微粒物质过滤器入口排气温度处或之上的温度。

[0031] 第一、第二、第三和第四期望温度增加量每个可以是范围从零一直到任何期望量的不同温度增加量中的任一个。如果不需要特定的部件（例如 VGT 设备、排气节流阀、后注入和进气节流阀）参与排气温度增加过程，则期望温度增加量可被设置为零。

[0032] 在一些实现中，发动机系统热管理模块配置成确定燃料稀释阈值水平，且当发动机的燃料稀释水平超过燃料稀释阈值水平时，内燃发动机可在低燃料稀释模式中操作。内燃发动机可通过将第三期望温度增加量设置到零来在低燃料稀释模式中操作。

[0033] 在内燃发动机系统的某些实例中，第一期望温度增加量大于第三期望温度增加量。例如，在某些发动机操作条件下，来自非热后注入的燃料量被限制成仅控制发动机出口碳氢化合物水平和燃料稀释水平。在其它实例中，第三期望温度增加量大于第一期望温度增加量。例如，在某些其它发动机操作条件下，VGT 位置被控制，使得排气流速满足下限要求，而涡轮入口排气压力满足上限。

[0034] 根据内燃发动机系统的一些实现，发动机系统热管理模块配置成确定燃料稀释阈值水平，以及再生燃料注入策略配置成将发动机的燃料稀释水平维持在不大于燃料稀释阈值水平的水平处。

[0035] 进一步地，在内燃发动机系统的一些实现中，控制器包括预定映射，该预定映射具有针对给定的 VGT 设备位置、排气节流阀位置、再生后注入和进气节流阀位置的有经验地获得的发动机出口排气温度、微粒物质过滤器入口排气温度以及燃料稀释水平。在这样的实现中，通过发动机系统热管理模块确定 VGT 策略、排气节流阀致动策略、再生燃料注入策略和进气致动策略可包括访问来自预定映射的数据。

[0036] 在整个这个说明书中对特征、优点或类似语言的提及并不暗示可使用本公开的主题实现的所有特征和优点都应在或在任何单个实施方式中。更确切地，提到特征和优点的语言被理解为意指结合实施方式描述的特定特征、优点或特点包括在本公开的至少一个实施方式中。因此，在整个这个说明书中，特征和优点以及类似的语言的讨论可以但不一定指同一实施方式。

[0037] 此外，本公开的主题的所述特征、优点和特点可用任何适当的方式合并在一个或多个实施方式中。相关领域的技术人员将认识到，主题可在没有特定实施方式的特定特征或优点中的一个或多个的情况下被实践。在其它实例中，可在某些实施方式中出现

可能不是在所有实施方式中都存在的额外的特征和优点。这些特征和优点从下面的描述和所附权利要求中将变得更充分明显，或可通过如下文中阐述的主题的实践来学会。

[0038] 附图的简要说明

[0039] 为了可以更容易理解主题的优点，将通过参考在附图中示出的特定实施方式来诠释上面简要描述的主题的更具体的描述。理解了这些附图仅仅描绘主题的一般实施方式且因此不应被认为是其范围的限制之后，将通过使用附图、以额外的特征和细节描述并解释主题，其中：

[0040] 图 1 是根据一个实施方式的具有微粒过滤器的发动机系统的示意图；

[0041] 图 2 是根据一个实施方式的发动机系统的控制器系统的示意图；

[0042] 图 3 是根据另一实施方式的发动机系统的控制器的示意图；

[0043] 图 4 是图 2 的控制器的发动机系统热管理模块的示意图；

[0044] 图 5 是示出示例性内燃发动机的不同发动机操作范围的图表；

[0045] 图 6 是图 4 的发动机系统热管理模块的燃料注入管理模块的示意图；

[0046] 图 7 是示出根据再生燃料注入策略的一个代表性实施方式的在发动机曲柄角线上的燃料注入的图表；

[0047] 图 8 是对常规再生燃料注入策略和两个根据本公开的两个实施方式的再生燃料注入策略比较发动机排气温度输出和燃料稀释水平的图；

[0048] 图 9 是根据一个实施方式的用于在再生事件期间控制内燃发动机的发动机排气温度的方法；

[0049] 图 10 是根据一个实施方式的用于确定热后注入燃料注入策略的方法；

[0050] 图 11 是根据一个实施方式的用于确定非热后注入燃料注入策略的方法。

[0051] 详细描述

[0052] 在本说明书中描述的很多功能单元被标为模块，以便更具体地强调其实现独立性。例如，模块可被实现为包括定制的 VLSI 电路或门阵列、现货供应的半导体器件如逻辑芯片、晶体管或其它分立部件的硬件电路。模块也可在可编程硬件设备例如现场可编程门阵列、可编程阵列逻辑、可编程逻辑设备等中实现。

[0053] 模块也可在由各种处理器执行的软件中实现。可执行代码的所识别的模块可例如包括计算机指令的一个或多个物理或逻辑块，其可例如被组织为对象、程序或功能。然而，所识别的模块的执行不需要物理地定位在一起，而是可包括存储在不同位置上的完全不同的指令，当被逻辑地连接在一起时，这些指令构成该模块并实现该模块的规定目的。

[0054] 实际上，可执行代码的模块可为单个指令或很多指令，且甚至可分布在几个不同的代码段上、不同的程序中、以及几个存储设备中。类似地，操作数据可在这里在模块内被识别和示出，并可体现在任何适当的形式中和组织在任何适当类型的结构内。操作数据可作为单个数据集来收集，或可分布在不同的位置上，包括在不同的存储设备上，并可至少部分地仅作为电子信号存在于系统或网络上。

[0055] 在整个这个说明书中对“一个实施方式”、“实施方式”或类似的语言的提及意味着结合实施方式描述的特定特征、结构或特点包括在本发明的至少一个实施方式中。因此，短语“在一个实施方式中”、“在实施方式中”或类似的语言在整个这个说

说明书中的出现可以但不一定都指同一实施方式。

[0056] 此外，这里所述的主题的所述特征、结构或特点可用任何适当的方式组合在一个或多个实施方式中。在下面的描述中，提供了很多特定的细节，例如控制、结构、算法、程序、软件模块、用户选择、网络交易、数据库查询、数据库结构、硬件模块、硬件电路、硬件芯片等的例子，以提供对主题的实施方式的彻底理解。然而，相关领域的技术人员将认识到，可在没有个或多个特定细节的情况下或使用其它方法、部件、材料等来实践主题。在其它情况下，没有详细地示出或描述公知的结构、材料或操作，以避免使所公开的主题的方面不明显。

[0057] 图 1 示出根据本发明的内燃发动机系统例如柴油发动机系统 100 的一个示例性实施方式。如所示，发动机系统 100 包括柴油发动机 110、控制器 130、燃料输送系统 131、涡轮增压器系统 155、排气再循环 (EGR) 系统 157 和排气后处理系统 159。

[0058] 发动机 110 包括空气入口 112、进气歧管 114 和排气歧管 116。空气入口 112 提供对大气的通风口，使空气能够进入发动机 110。空气入口 112 连接到进气歧管 114 的入口。进气歧管 114 包括出口，操作性地耦合到发动机 110 的燃烧室 111。来自大气的空气与燃料组合，以给发动机 110 提供动力，或以另外方式操作发动机 110。燃料由燃料输送系统 131 输送到燃烧室 111 中。燃料输送系统 131 包括用于存储燃料的燃料罐 180 和用于将燃料输送到公共轨道 133 的燃料泵（未示出）。从公共轨道中，燃料通过几个燃料注入器 135 中的一个被注入到燃烧室 111 中。燃料进入燃烧室 111 的定时和剂量由控制器 130 通过电子通信线（在图 1 中示为虚线）来控制。燃料的燃烧产生的排气被操作性地通风到排气歧管 116。

[0059] 进入进气歧管 114 因而进入燃烧室 111 的空气中的量由操作性地耦合到加速器踏板（未示出）的进气节流阀 115 调节。进气节流阀 115 的位置和进入进气歧管 114 的空气中的量至少部分地相应于加速器踏板的位置。进气节流阀 115 也与控制器 130 电通信并可由控制器控制。控制器 130 可操作来独立于加速器踏板的位置而调节进入进气歧管 114 的空气中的量。

[0060] 从排气歧管 116 中，排气流到三个系统，即，涡轮增压器系统 155、EGR 系统 157 和排气后处理系统 159 中的至少一个中。例如，至少部分地基于发动机的操作条件，排气的一部分可被引导到涡轮增压器系统 155 中，排气的一部分可被引导到 EGR 系统 157 中，以及排气的一部分可被引导到排气后处理系统 159 中。进入相应的系统 155、157、159 的排气的相关部分由控制器 130 控制。通常，控制器 130 确定应进入相应的系统的排气的相关部分，并控制阀例如阀 132、134，以允许相应于所确定的部分的排气的一部分进入相应的系统。

[0061] 涡轮增压器系统 155 包括涡轮增压器涡轮 118、涡轮增压器压缩机 120 和涡轮增压器旁通阀 132。涡轮增压器旁通阀 132 选择性地可操作来调节进入涡轮增压器涡轮 118 中的排气的流动。进入涡轮 118 的排气使涡轮驱动压缩机 120。当被涡轮 118 驱动时，压缩机 120 在将发动机进气引导到进气歧管 114 之前压缩它。

[0062] 在某些实现中，涡轮增压器涡轮 118 是例如在本领域中通常已知的具有 VGT 设备 119 的可变几何涡轮 (VGT)。VGT 设备 119 可为一系列可移动叶片，用于控制撞击涡轮的轮叶的排气的流动。例如，在低发动机速度时，排气速度不足以有效地使涡轮旋

转。因此，在低发动机速度时，叶片可移动到相对关闭的位置，使得叶片之间的空间相对小。当排气通过小空间时，它加速并被重定向以在特定的角处接触涡轮轮叶，用于轮叶的最佳或充分增强的旋转。相反，在高发动机速度时，排气速度足以有效地使涡轮旋转。因此，在高发动机速度时，叶片可移动到相对打开的位置，使得叶片之间的空间相对大。当排气通过大空间时，其速度保持相对恒定并经历最小重定向，使得涡轮的轮叶经历较少增强的旋转。叶片的位置通过与控制器 130 电通信的致动器调节，使得控制器 130 可控制叶片的位置。

[0063] EGR 系统 157 包括 EGR 冷却器 122、EGR 阀 134 和 EGR 冷却器旁通阀 154。EGR 阀 134 由控制器 130 选择性地控制，以调节从排气歧管进入 EGR 系统 157 的排气的流动，因而间接地调节进入后处理系统 159 的排气的流动。当 EGR 阀 134 至少部分地打开时，发动机排气的至少一部分进入 EGR 系统 157 并被再循环到发动机 110 的燃烧室 111 中，以与来自空气进口 112 的空气一起被燃烧。在进入燃烧室 111 之前，EGR 排气可通过 EGR 冷却器 122 以冷却排气，以便促进增加的发动机空气入口密度。EGR 冷却器旁通阀 154 由控制器 130 操作性地控制，以调节通过 EGR 冷却器 122 的 EGR 排气的量和经由 EGR 旁通线 152 绕过 EGR 冷却器 122 的 EGR 排气的量。

[0064] 除了 VGT 设备 119 和 EGR 阀 134 以外，进入排气后处理系统 159 的排气的流速可由位于在催化部件 140 和涡轮增压器系统 155 之间的排气流内的排气节流阀 137 调节。与 VGT 设备 119 一样，排气节流阀 137 可在关闭位置和打开位置之间致动。关闭位置与排气可通过的最小空间相应，而打开位置与排气可通过的最大空间相应。当排气流过的空间减小时，排气的流速减小。因此，当排气节流阀 137 从打开位置移到关闭位置时，进入后处理系统 159 的排气的流速降低。类似地，当排气节流阀 137 从关闭位置移到打开位置时，进入后处理系统 159 的排气的流速增加。

[0065] VGT 设备 119 和排气节流阀 137 的阀位置影响发动机上的负荷，因而影响排气的温度。例如，当 VGT 设备 119 在关闭位置上时，背压在排气歧管中产生。为了克服排气中的背压，发动机必须增加其抽运工作，例如负荷。增加的抽运工作导致发动机出口排气温度的增加。类似于 VGT 设备 119，排气节流阀 137 的阀位置关闭得越多，在排气歧管中产生的背压就越多，且发动机所执行的抽运工作就越多。因此，在某些情况下，发动机出口排气的温度可通过关闭 VGT 设备 119 和排气节流阀 137 中的至少一个来增加。例如，在一些实现中，VGT 设备 119 和排气节流阀 137 可独立于彼此而被控制，以增加发动机出口排气温度。可选地，VGT 设备 119 和排气节流阀 137 可独立地或协作地被控制，以提供对发动机出口排气温度的更精确的控制。

[0066] 排气后处理系统 159 包括催化部件 140、在催化部件 140 下游的微粒过滤器 150、以及再生机构。排气可通过一个或多个催化部件例如催化部分 140，以在气体进入微粒过滤器之前减少排气中污染物质的量。在某些实现中，催化部件 140 是常规柴油氧化催化剂。污染物质例如一氧化碳、微粒物质和碳氢化合物在催化部件 140 内在氧化过程中减少。一般，对于将出现的污染物质的氧化，催化部件 140 的催化剂必须在预定范围内的温度处，例如在一些情况下在大约 250°C 和大约 300°C 之间。催化部件 140 的温度通过控制发动机出口排气温度来调节。用于减少排气中的污染物质的放热氧化过程也使排气的温度增加，使得在催化部件 140 上的氧化事件期间，催化部件出口排气温度大于

催化部件出口排气入口温度。在一些实现中,排气在进入催化部件 140 之前,燃料被添加到排气。所添加的燃料通过参与放热氧化反应而升高了催化部件 140 中存在的排气的温度。添加到排气的燃料的量与归因于催化部件 140 的排气温度的增加,即,催化部件排气温度增量成比例。

[0067] 微粒过滤器 150 在对大气通风之前过滤来自排气流的微粒物质。微粒物质可聚集在微粒过滤器催化剂的表面上。由发动机 110 产生的微粒物质包括灰和煤烟。煤烟聚集得比灰快得多,使得在很多情况下,特别是在过滤器在相对短的时期内在操作中时,总微粒聚集的速率的估计可通过估计煤烟聚集的速率、将灰聚集速率处理为可忽略的来令人满意地产生。因此,微粒过滤器 150 需要周期性的再生来从过滤器移除微粒物质。再生机构 160 使过滤器 150 再生,控制器 130 建立再生矢量 (regeneration vector) 并指导再生机构 160 在相应于再生矢量的再生剖面 (regeneration profile) 中使过滤器 150 再生,如下面进一步详述的。

[0068] 各种传感器例如温度传感器 124、压力传感器 126、燃料传感器 128、排气流传感器 165 等可策略性地布置在整个发动机系统 100 中,并可与控制器 130 通信以监控操作条件。在一个实施方式中,燃料传感器 128 感测发动机所消耗的燃料的量,而排气流传感器 165 感测排气在微粒过滤器 150 流动的速率。

[0069] 可从任何传感器中或从控制器 130 对发动机的关于排气再循环的分量、注入定时等的命令中确定发动机操作条件。在一个实施方式中,收集关于例如燃料率、发动机速度、发动机负荷、燃料注入定时被提前或延迟的定时 (SOI 或注入的开始)、经过的时间、排气再循环的分量、驾驶条件、是否和何时再生出现以及这样的再生移除微粒物质的速率、排气速率、排气中  $O_2$  和  $NO_2$  的量、过滤器温度、排气压力、过滤器微粒负荷量和均匀性等的信息。

[0070] 发动机 110 将以根据发动机的类型变化的速率产生煤烟和灰;例如,它是 11 升还是 15 升柴油发动机。此外,微粒产生的速率将根据发动机操作条件例如燃料率、EGR 分量和 SOI 定时而变化。其它因素也可能对微粒产生率有影响,一些因素主要取决于被考虑的发动机平台,其它因素更接近于与平台无关。

[0071] 虽然图 1 所示的发动机系统 100 使用内部燃料注入方法来对再生事件控制排气温度,在其它实施方式中,可结合这里所述的无添加剂的燃料注入策略使用外部燃料注入方法。外部燃料注入方法可与美国专利号 7,263,825 中描述的方法相同或类似,该专利在这里通过引用被并入。

[0072] 图 2 示出根据一个代表性实施方式的控制系统 200。控制系统 200 包括控制器 130、进气节流阀 115、VGT 设备 119、排气节流阀 137、传感器 280 (例如,传感器 124、126、128、165)、再生设备 290 (例如,再生机构 160) 和燃料注入器 135。控制器 130 包括输入模块 240、条件模块 250、再生模块 260、输出模块 270 和发动机系统热管理模块 275。

[0073] 如在本领域中已知的,控制器 130 和部件可包括处理器、存储器和可由一个或多个半导体基底上的半导体门制造的接口模块。每个半导体基底可封装在安装在电路卡上的一个或多个半导体器件中。模块之间的连接可通过半导体金属层、基底到基底配线或连接半导体器件的电路卡迹线或导线。

[0074] 传感器 280 配置成确定发动机系统 100 内的多个条件, 包括温度、压力、排气流速等。再生设备 290 配置成在控制器 150 的指引下使过滤器 150 再生。输入模块 240 配置成输入传感器 280 所感测的条件, 并向再生模块 260 提供相应的输入, 再生模块 260 根据输入产生再生矢量。条件模块 250 配置成根据传感器 280 所感测的条件和 / 或包括由控制器 130 发布给系统部件的命令的其它输入来收集关于发动机系统 100 的当前操作条件 430 的信息。

[0075] 输出模块 270 配置成引导再生设备 290 根据再生模块 260 所产生的再生指令和条件模块 250 所确定的当前条件来使过滤器 150 再生。输出模块 270 还配置成引导燃料注入器 135 根据发动机系统热管理模块 275 所确定的燃料注入策略将燃料注入发动机 110 的压缩室中。进一步地, 输出模块 270 配置成引导进气节流阀 115 根据发动机系统热管理模块 275 所确定的期望进气流速来调节进入进气歧管 114 中的进气的流速。输出模块 270 还配置成控制 VGT 设备 119 进入发动机系统热管理模块 275 所确定的期望配置中。进一步地, 输出模块 270 配置成引导排气节流阀 137 根据发动机系统热管理模块 275 所确定的期望后处理系统排气流速来调节进入排气后处理系统 159 的排气的流速。

[0076] 图 3 是示出图 2 的控制系统 200 的另一实施方式的示意性结构图。控制器 130 被示为包括处理器模块 305、存储器模块 310 和接口模块 315。处理器模块 305、存储器模块 310 和接口模块 315 可由在一个或多个半导体基底上的半导体门制成。每个半导体基底可封装在安装在电路卡上的一个或多个半导体器件中。处理器模块 305、存储器模块 310 和接口模块 315 之间的连接可通过半导体金属层、基底到基底配线或连接半导体器件的电路卡迹线或导线。

[0077] 存储器模块 310 储存构成一个或多个软件过程的软件指令和数据。处理器模块 305 执行本领域技术人员已知的软件过程。在一个实施方式中, 处理器模块 305 执行图 2 的条件模块 250、再生模块 260 和发动机系统热管理模块 275 所实施的一个或多个软件过程。

[0078] 处理器模块 305 可通过接口模块 315 与图 2 的外部设备和传感器例如传感器 280、再生设备 290、燃料注入器 135、进气节流阀 115、VGT 设备 119 和排气节流阀 137 进行通信。例如, 传感器 280 可包括压力传感器 126(图 1), 传感器 280 将表示压力值的模拟信号传递到接口模块 315。接口模块 315 可周期性地将模拟信号转换成数字值, 并将数字值传递到处理器模块 305。

[0079] 接口模块 315 还可通过专用数字接口、传递多个数字值的串行数字总线等接收一个或多个数字信号。例如, 传感器 280 可包括图 1 的气流传感器 156, 并将数字式气流量值传递到接口模块 315。接口模块 315 可周期性地将数字气流量值传递到处理器模块 305。在一个实施方式中, 接口模块 315 执行图 2 的输入模块 240 和输出模块 270 所实施的一个或多个通信过程。

[0080] 处理器模块 305 可将数字值例如压力值和气流量值存储在存储器模块 310 中。此外, 处理器模块 305 可在一次或多次计算——包括条件模块 250 和再生模块 260 所执行的计算——中使用这些数字值。处理器模块 305 也可通过接口模块 315 控制一个或多个设备, 例如燃料注入器 135、进气节流阀 115、VGT 设备 119、排气节流阀 137 和再生设备 290。

[0081] 再生模块 260 配置成生成再生命令，例如再生指令，其表示在微粒过滤器 150 上发起再生事件的请求和再生事件的期望特征。换句话说，再生模块 260 控制再生设备何时执行再生事件、多长时间执行再生事件、在再生事件期间的再生速率，并确定实现再生事件的期望特征所必需的进入微粒过滤器的排气的期望温度（例如，期望过滤器入口排气温度 425）。

[0082] 根据期望的过滤器入口排气温度 425（即，期望催化部件或 DOC 出口排气温度），再生模块 260 配置成确定离开排气歧管 116 的排气的期望温度（例如，期望发动机出口排气温度 435）。在发动机系统 100 包括催化部件 140 的实施方式中，过滤器入口排气温度等于发动机出口排气温度加上由催化部件 140 产生的排气温度增量。期望的过滤器入口排气温度 425 则等于期望的发动机出口排气温度 435 加上期望的催化部件排气温度增量。因此，期望的过滤器排气温度 425 可通过控制发动机出口排气温度和催化部件排气温度增量中的至少一个来实现。进一步地，发动机的期望的发动机出口排气温度 435 的确定包括归因于涡轮 118 的温度的预期下降。因此，再生模块 260 在确定其期望的发动机出口排气温度 435 中补偿归因于涡轮 118 的操作的排气温度的变化。

[0083] 通常，再生命令和相关的再生事件特征取决于过滤器 150 上的微粒物质的聚集和 / 或分布。此外，再生命令和事件特征取决于各种其它参数中的任一个，例如发动机的操作条件、未来再生机会的可用性、发动机的操作趋势等。在某些实施方式中，再生模块 260 通过利用微粒过滤器再生原理和策略来产生再生命令，这些再生原理和策略在美国专利申请号 11/301,808(2005 年 12 月 13 日提交)、11/301,998(2005 年 12 月 13 日提交)、11/301,701(2005 年 12 月 13 日提交)、11/227,857(2005 年 9 月 15 日提交)、11/227,403(2005 年 9 月 15 日提交)、11/301,693(2005 年 12 月 13 日提交)、11/227,828(2005 年 9 月 15 日提交)、11/226,972(2005 年 9 月 15 日提交)、11/227,060(2005 年 9 月 15 日提交) 和 12/039,614(2008 年 2 月 28 日提交) 以及美国专利号 7,231,291、7,263,825、和 7,188,512 中被描述。上面列出的专利和专利申请中的每个在这里通过引用被并入。

[0084] 再生模块 260 将再生命令或再生命令的至少某些部分传递到发动机系统热管理模块 275。在一个实施方式中，如图 4 所示，再生模块 260 将再生命令的期望的过滤器入口排气温度 425 和期望的发动机出口排气温度 435 传递到发动机系统热管理模块 275。

[0085] 发动机系统热管理模块 275 包括涡轮增压器热管理模块 405、排气节流阀热管理模块 410、燃料注入热管理模块 415 和进气热管理模块 420。通常，发动机系统热管理模块 275 确定对发动机 110 的每个循环的热管理策略。每个热管理策略代表发动机系统的一个或多个部件的操作参数，其被估计来实现期望的过滤器入口排气温度，将稀释水平维持在最大稀释水平阈值之下，并在再生事件期间获得每个发动机循环的期望的发动机出口性能。进一步地，至少部分地根据从再生模块 260 接收的期望的过滤器入口排气温度 425 和期望的发动机出口排气温度 435，发动机系统热管理模块 275 确定用于实现共同提供期望的过滤器入口排气温度 425 的期望的发动机出口排气温度和期望的催化部件排气温度增量（如果必要）的热管理策略。

[0086] 热管理策略由发动机系统热管理模块 275 所产生的、并被传递到相应部件的一个或多个部件命令表示。在所示实施方式中，命令包括 VGT 命令 450、排气节流阀命令



455、燃料注入命令 460 和进气节流阀命令 465 中的至少一个。通常，命令 450、455、460、465 配置成实现期望的发动机出口排气温度和任何期望的催化部件排气温度增量。

[0087] VGT 命令 450 最初从涡轮增压器热管理模块 405 产生。VGT 命令 450 表示关于 VGT 设备 119 相对于发动机的速度和扭矩的位置的 VGT 设备位置策略。在第一发动机操作范围 570 内，例如在相对较低的操作速度处，VGT 命令 450 可请求 VGT 设备 119 的关闭位置（见图 5）。由于 VGT 设备 119 关闭，发动机出口排气温度由于从发动机汽缸排出排气所消耗的增加了的能量而增加，这增加了发动机所执行的抽运工作。在第二发动机操作范围 580 内，例如在相对较高的操作速度和较低的扭矩处，VGT 命令 450 可请求 VGT 设备 119 的打开位置（见图 5）。由于 VGT 设备 119 在第二发动机操作范围 580 内的操作期间打开，空气燃料比减小，因为较少的进气流到燃烧室中。由于在燃烧室中的较少的空气，因而产生的排气的温度增加了。因此，VGT 设备 119 可被控制成关闭和打开以增加离开发动机的排气的温度，以便满足再生事件的期望的过滤器排气温度 425。

[0088] 类似于涡轮增压器热管理模块 405，排气节流阀热管理模块 410 配置成生成排气节流阀命令 455。排气节流阀命令 455 表示关于排气节流阀 137 相对于发动机的速度和扭矩的位置的排气节流阀策略。排气节流阀 137 的位置以几乎与 VGT 设备 119 相同的方式影响发动机所产生的排气的温度。例如，当排气节流阀 137 在第一发动机操作范围 570 内的操作期间关闭时，发动机出口排气温度增加。

[0089] 在某些实现中，涡轮增压器和排气节流阀热管理模块 405、410 处于电通信中并在一起工作，以生成协作地产生相应于期望的发动机出口排气温度 435 的发动机出口排气温度的 VGT 命令 450 和排气节流阀命令 455。例如，VGT 设备 119 可被打开或关闭，且排气节流阀 137 可定位在打开和关闭位置之间的不同位置中的任一个上，以提供不同的发动机出口排气温度增加中的任一个。

[0090] VGT 设备 119 也可定位在打开和关闭位置之间的不同位置中的任一个上。然而，当在发动机的瞬时操作条件期间在打开和关闭位置之间改变时，慢瞬时响应、扭矩透明度和 VGT 致动器可靠性问题可能出现。因此，在瞬时操作期间，当 VGT 设备在关闭和打开位置之间变化时，VGT 设备 119 对于窄操作速度过渡范围可能是不可靠和有问题的排气温度控制设备。换句话说，关于发动机出口排气温度的变化，在第一和第二发动机操作范围 570、580 与在第一和第二发动机操作范围中间的第三过渡操作范围 590 之间的过渡可能是粗略的。

[0091] 对于在第四中间发动机操作范围 595（例如，逐渐引导到的第三过渡操作范围 590、在第三过渡操作范围 590 期间和跟在第三过渡操作范围 590 后面的操作范围）内的操作速度和扭矩组合，可提供燃料注入热管理模块 415 所形成的再生燃料注入策略，以在瞬时发动机操作条件期间使发动机出口排气温度变化平稳。换句话说，燃料注入策略可结合 VGT 设备位置策略和 / 或排气节流阀位置策略被使用，以在瞬时和平静的稳态发动机操作期间提供发动机出口排气温度的更好控制。如图 5 所示，再生燃料注入策略可在发动机在第四中间发动机操作范围 595 内操作时实现。

[0092] 至少部分地根据从再生模块 260 接收的期望过滤器入口排气温度 425 和期望发动机出口排气温度 435 以及从条件模块 250 接收的发动机的操作条件 430，燃料注入热管理模块 415 对燃料注入器生成燃料注入命令 460。燃料注入器 135 根据燃料注入命令通过

将燃料注入压缩室中而响应于燃料注入命令。燃料注入命令包括用于执行相应于期望的排气温度增加和对发动机的每个循环的燃料稀释水平限制的多次注入事件。在某些情况下，多次注入事件由多次燃料注入的相对定时和在多次燃料注入的每次中注入的燃料的数量或剂量来表示。通常，多次注入事件配置成通过将较小量的燃料注入到汽缸中来促进燃料喷雾汽化。较多的燃料喷雾汽化导致撞击在汽缸壁上的较少的燃料喷射，与常规热管理策略比较，该燃料喷射转换成燃料被吹走的减少的可能性和燃料稀释的减小的水平。此外，与单次注入事件比较，多次注入事件将燃烧过程延长到后面的曲柄角位置。与单次注入事件比较，将燃烧过程延长到在缺火限制内的后面的曲柄角位置使用更少量的燃料提供了增加的发动机排气温度。

[0093] 参考图 6，燃料注入热管理模块 415 包括燃料稀释模块 610 和燃料注入策略模块 620。燃料稀释模块 610 配置成确定对发动机 110 可接受的例如最大燃料稀释水平。对给定发动机的可接受的燃料稀释水平在实验上获得，并被合并到比较燃料稀释值与发动机操作条件和 / 或循环的燃料稀释图中。至少部分地根据上面因素中的一个或多个，燃料稀释模块 610 确定发动机 110 的可接受的燃料稀释水平。

[0094] 燃料注入策略模块 620 配置成确定再生燃料注入策略并产生用于传递到燃料注入器 135 的燃料注入命令 460。再生燃料注入策略至少部分地取决于由燃料稀释模块 610 确定的可接受的燃料稀释水平。更具体地，燃料注入策略模块 620 确定再生燃料注入策略，其在一些实施方式中将结合 VGT 设备策略和 EGR 值策略实现期望发动机出口排气温度和总的发动机性能，而不超过可接受的燃料稀释水平。再生燃料注入策略在很大程度上取决于发动机 110 的操作条件。例如，当在较低速度条件下操作时，发动机 110 的再生燃料注入策略可为第一再生燃料注入策略，而当在较高速度条件下操作时，发动机 110 的再生燃料注入策略可为不同于第一再生燃料注入策略的第二再生燃料注入策略。

[0095] 再生燃料注入策略由燃料注入策略模块 620 在每循环基础上确定。换句话说，燃料注入策略模块 620 在再生模块 260 所发起的再生事件期间并当发动机在第四中间操作范围 595 中操作时确定发动机的每个燃烧循环的再生燃料注入策略。再生事件一般包括用于使微粒过滤器 150 的温度斜升的时期、在预定的过滤器温度时在微粒过滤器上的实际再生、以及微粒过滤器的温度的任何斜降。在某些实现中，可按照在这里通过引用被并入的 2008 年 4 月 29 日提交的标题为“THERMALMANAGEMENT OF DIESEL PARTICULATE FILTER REGENERATION ENVENTS”的美国专利申请中所述的确定燃料注入策略。

[0096] 参考图 7 并根据一个实施方式，每个再生燃料注入策略 700 包括主燃料注入 710 和至少第一热后注入 720 的燃料剂量和定时信息。在一些实现中，每个再生策略 700 还可包括第二热后注入 730。主燃料注入 710 是在汽缸中燃烧事件的主要注入。主燃料注入 710 出现，而不管再生事件是否出现。第一和第二热后注入 720、730 中的每个也参与汽缸内的燃烧事件。更具体地，第一和第二热后注入 720、730 与主燃料注入 710 足够紧密地出现，使得它们参与由主燃料注入 710 发动的燃烧事件。因此，如这里使用的，热注入是所注入的燃料参与燃烧事件的注入。

[0097] 在一些实现中，再生燃料注入策略 700 包括一个或多个非热后注入。所示再生燃料注入策略包括两个非热后注入 740、750。因为非热后注入 740、750 远在主燃料注入

710 之后出现，它们不参与汽缸内的燃烧事件。通常，非热后注入 740、750 包括在策略 700 中，以使排气富含碳氢化合物并增加离开催化部件 140 的排气的温度（即，增加催化部件排气温度）。因此，如这里使用的，非热注入是所注入的燃料不参与燃烧事件的注入。

[0098] 再生燃料注入策略 700 还包括恰好在主燃料注入 710 之前出现的前导燃料注入 760。前导燃料注入 760 在主燃料注入 710 所发动的主燃烧事件之前发动较小的燃烧事件。较小的燃烧事件在与主燃烧事件相关的快速温度增加之前促进压缩汽缸内的温度的逐渐增加。通常，较小的燃烧事件减少与主燃烧事件相关的突然温度增加的可能负作用，例如减少发动机敲缸和爆燃。

[0099] 如图 7 所示，燃料注入 710、720、730、740、750、760 的定时和剂量可变化。一般，当燃料被注入压缩汽缸中时燃料注入的定时由曲柄角表示。因此，当燃料被安排为注入到压缩汽缸中时，所安排的燃料注入的定时由曲柄角表示。进一步地，因为燃料注入事件需要一段时间来注入所需剂量的燃料，为了方便起见，燃料注入的定时与燃料注入事件的开始相关。在图 7 中，燃料注入的定时与从曲柄的上死点 (TDC) 位置 770（即，当活塞到达汽缸内的其最上面的点时）到曲柄的下死点 (BDC) 位置 780（即，当活塞到达汽缸内的其最下面的点时）并回到 TDC 位置的单个燃烧循环时间线比较。TDC 位置 770 与零度的曲柄角相关，而 BDC 位置 780 与 180 度的曲柄角相关。如所示，主燃料注入出现在 TDC 处，第一热后注入 720 出现在相对于 TDC 位置 770 的第一曲柄角  $CA_1$  处，以及第二热后注入 730 出现在相对于第一曲柄角  $CA_1$  的第二曲柄角  $CA_2$  和相对于 TDC 位置的第三曲柄角  $CA_3$  处。第一非热后注入 740 出现在相对于 TDC 位置 770 的第四曲柄角  $CA_4$  处，以及第二非热后注入 750 出现在相对于第四曲柄角  $CA_4$  的第五曲柄角  $CA_5$  和相对于 TDC 位置的第六曲柄角  $CA_6$  处。

[0100] 在某些实现中，第一曲柄角  $CA_1$  是在大约 8 度和大约 30 度之间的角，第二曲柄角  $CA_2$  大于大约 5 度，第三曲柄角  $CA_3$  在大约 30 度和大约 63 度之间，第四曲柄角  $CA_4$  在大约 150 度和大约 170 度之间，第五曲柄角  $CA_5$  大于大约 2 度，以及第六曲柄角  $CA_6$  在大约 160 度和大约 180 度之间。

[0101] 燃料注入 710、720、730、740、750、760 的剂量由燃料流速和燃料注入持续时间组成。换句话说，燃料剂量可通过改变燃料流速和燃料注入持续时间的一个或多个来变化。通常，通过增加流速并降低燃料注入持续时间来获得更好的性能。然而，增加期望燃料流速一般需要燃料注入系统的性能要求的增加。因此，燃料流速和燃料注入持续时间取决于燃料注入系统。

[0102] 与一次热后注入相反，具有两次热后注入 720、730 的再生燃料注入策略 700 提供了几个优点。例如，两次热后注入允许在实现较高的排气温度的同时维持可接受的燃料稀释水平的更多的灵活性。参考表示在代表性的发动机的测试期间收集的经验数据的图 8 的图表 800，由单次热后注入策略 810 和两次热后注入策略 820 实现的排气温度是可比较的。例如，使用两次热后注入策略 820 实现的温度与使用单次热后注入策略实现的温度几乎相同。

[0103] 然而，当使用两次热后注入策略 820 时遇到的燃料稀释明显低于当使用单次热后注入策略 810 时遇到的燃料稀释（例如，2.02% 相对于 6.8%，或仅仅是使用单次热后

注入策略遇到的燃料稀释的 30%)，以便实现相同的发动机出口排气温度。根据前述内容，两次热后注入策略在类似的排气温度的条件下提供了比单次热后注入策略低得多的燃料稀释水平。因此，利用如这里所述的两次热后注入策略便于发动机排气温度的大或小的变化，而不明显影响燃料稀释水平。

[0104] 通过添加一次或多次非热后注入，例如图 7 的注入 740、750，使用两次热后注入策略实现的排气温度例如发动机出口排气温度和过滤器入口排气温度可增加，而不明显增加燃料稀释水平。例如，如图 8 所示，即使使用单次和三次后注入策略 810、830 实现的过滤器入口排气温度大约是相同的，两次热后注入和一次非热后注入（例如，三次后注入策略 830）也导致高于目标发动机出口排气温度 840 的发动机出口排气温度和比使用单次热后注入策略低 64% 的燃料稀释水平。

[0105] 图表 800 示出示例性目标发动机出口排气温度 840 和目标微粒过滤器入口排气温度 850。如所示，代表性单次和三次后注入策略 810、830 都实现目标过滤器入口排气温度 850，但三次后注入策略 830 同时产生明显较低的燃料稀释水平。而且，虽然单次、两次和三次后注入策略 810、820、830 都实现目标发动机出口排气温度 840，三次后注入策略 830 在具有低得多的燃料稀释水平的条件下实现了目标发动机出口排气温度和目标过滤器入口排气温度，从实现其它期望的发动机运行参数（例如较高的燃料节约和催化部件 140 中更有效的碳氢化合物转换）来看，这可促进在确定燃料注入策略中的灵活性。

[0106] 具有两次后注入的再生燃料注入策略例如图 7 所示的再生燃料注入策略 700 对于一些发动机操作条件能够实现与单次热后注入策略相同或相似的发动机排气温度但具有比单次热后注入更低的燃料稀释水平。而且，使用两次热后注入的再生燃料注入策略对于其它操作条件能够实现比单次热后注入更高的发动机出口排气温度。在这样的操作条件下，单次热后注入常常不能实现目标发动机出口排气温度，而两次热后注入能够实现目标发动机出口排气温度。进一步地，使用两次热后注入连同一次或多次非热后注入的再生燃料注入能够实现比两次热后注入、没有非热后注入的策略更高的过滤器入口排气温度，但具有与两次热后注入、没有非热后注入的策略相似的稀释水平。

[0107] 除了 VGT 设备、排气节流阀和燃料注入策略以外，进气节流阀策略可用于控制发动机出口排气温度、燃料稀释水平和发动机性能。进气节流阀策略由进气热管理模块 420 产生，并包括关于进气节流阀相对于发动机正操作的操作范围的期望位置的信息。进气节流阀策略由进气节流阀命令 465 表示，进气节流阀命令 465 命令进气节流阀 115 致动到所请求的位置以允许期望量的空气流入进气歧管 114。

[0108] 与 VGT 设备 119 和排气节流阀 134 一样，进气节流阀 115 的位置因而进入进气歧管 114 的空气的量影响发动机所产生的排气的温度。例如，在低发动机速度时通过节流阀的空气越少，通常发动机出口排气温度就越高。进气节流阀 115 主要根据加速器踏板的位置来控制。然而，进气节流阀 115 的位置进一步由控制器 130 控制，以调节发动机出口排气的温度。通常，进气节流阀策略选择性地涉及在第一发动机操作范围 570 内通过节流阀 115 的致动来减小进气流。

[0109] 在某些实现中，当在再生事件期间在第一和第二发动机操作范围 570、580 内操作时，涡轮增压器管理模块 405、排气节流阀热管理模块 410 和进气热管理模块 420 处于电通信中并在一起工作，以生成协作地产生相应于期望的过滤器排气温度 425 的发动机

出口排气温度的 VGT 命令 450、排气节流阀命令 455 和进气节流阀命令 465。例如，VGT 设备 119 可被打开和关闭，排气节流阀可位于打开和关闭位置之间的不同位置中的任一个上，且进气节流阀 115 可位于不同位置的任一个上以提供不同发动机出口排气温度增加的任一个。VGT、排气节流阀和进气策略中的每个可配置成将发动机出口温度增加相应的量。相应的排气温度增加量可与正常发动机出口排气温度合并以实现期望过滤器入口排气温度。

[0110] 当发动机在再生事件期间在第四中间发动机操作范围 595 内操作时，燃料注入热管理模块 415 与涡轮增压器管理模块、排气节流阀管理模块和进气热管理模块 405、410、420 处于电通信中并根据第一温度控制策略一起工作，以生成 VGT 命令 450、排气节流阀命令 455、进气节流阀命令 465 以及燃料注入命令 460，这些命令协作地产生相应于期望的过滤器入口排气温度的发动机出口排气温度。命令 450、455、465、460 取决于期望的过滤器入口排气温度和 VGT 设备 119 的平稳过渡限制。VGT 设备 119 的平稳过渡限制是归因于对发动机速度的 VGT 变化率和 / 或扭矩变化的限制，这种限制的原因在于 VGT 设备 119 的调节可能产生不可预测的行为。如上所述，燃料注入命令 460 所表示的再生燃料注入策略便于在瞬时发动机操作条件期间第一和第二发动机操作范围 570、580 之间的平稳过渡。在某些实施方式中，例如在第四中间发动机操作范围 595 中的操作期间，VGT、排气节流阀和进气策略中的每个可配置成在 VGT 位置变化率的限制内将发动机出口温度增加相应的量，且燃料注入策略进一步可配置成将催化部件气体温度增加期望的量。相应的排气温度增加量和催化部件温度增加量与正常发动机出口排气温度可合并，以实现期望的过滤器入口排气温度。

[0111] 参考图 9，在一个实施方式中，用于在再生事件期间实现第一排气温度控制策略的方法 900 包括确定期望的过滤器排气温度 (905)。期望的过滤器入口排气温度可如上所述由再生模块 260 控制。方法 900 通过确定实际过滤器入口排气温度是否大于或等于期望过滤器入口排气温度 425 (910) 来继续进行。实际过滤器入口排气温度可从位于微粒过滤器 150 的入口附近的排气传感器解释。如在 910 确定的，如果实际过滤器入口排气温度大于或等于期望过滤器入口排气温度 425，则方法 900 结束。然而，如果实际过滤器入口排气温度小于期望过滤器入口排气温度 425，则方法 900 通过确定并实现 915 VGT 设备 119 和 / 或排气节流阀 134 位置策略来继续进行。这些策略分别由 VGT 命令 450 和排气节流阀命令 455 表示，如上面对于分别相应于 VGT 设备和排气节流阀的期望位置的每个命令讨论的。

[0112] 在某些情况下，基于可存储在存储器模块 310 中的发动机设计映射数据 (engine development mapping data) 来预先确定对各种发动机操作条件的 VGT 设备 119 和排气节流阀 137 位置。可选地，VGT 设备 119 可被调节成在 VGT 平稳过渡限制内实现期望的发动机出口排气温度。如果期望发动机出口排气温度并不唯一地通过调节 VGT 设备位置实现，则排气节流阀位置可被调节。在所示实施方式中，发动机系统 100 包括 VGT 设备和排气节流阀。然而，在其它实施方式中，发动机系统可包括 VGT 设备或排气节流阀。

[0113] 在 VGT 设备 119 的位置被调节之后，在 920 确定新的 VGT 设备位置是否导致 VGT 设备的平稳过渡限制被满足。如果 VGT 设备 119 的平稳过渡限制被满足，则方法 900 调节 VGT 设备的位置，使得平稳过渡限制不被满足并继续进行，以在 930 确定实际

过滤器排气温度是否大于或相同于期望的过滤器排气温度 425。如果在 920VGT 设备 119 的平稳过渡限制未被满足,则方法 900 在 930 确定实际过滤器入口排气温度是否大于或相同于期望过滤器入口排气温度 425。如果在 930 确定了实际过滤器入口排气温度确实大于或相同于期望过滤器入口排气温度 425,则方法 900 结束。

[0114] 然而,如在 930 确定的,如果实际过滤器入口排气温度并不大于或相同于期望过滤器入口排气温度 425,则方法 900 继续确定并实现例如上面描述的后注入策略 (935)。在后注入策略被实现之后,方法 900 接着确定实际过滤器入口排气温度是否大于或相同于期望过滤器入口排气温度 425,如在 940 确定的。如在 940 确定的,如果实际过滤器入口排气温度大于或相同于期望过滤器入口排气温度 425,则方法 900 结束。然而,如在 940 确定的,如果实际过滤器入口排气温度并不大于或相同于期望过滤器入口排气温度,则方法 900 继续确定并实现进气节流阀位置策略 945(如果是可用的)。进气节流阀位置策略 945 由相应于进气节流阀 115 的期望位置的进气节流阀命令 465 表示。

[0115] 在 945 实现进气节流阀位置策略之后,方法 900 确定发动机出口排气流速是否大于或等于排气流速下限。排气的流速必须高于预定的排气流速下限,以在微粒过滤器 150 内实现期望温度分布,并避免由于在过滤器的温度超过过滤器基底材料的预定最大温度容量时引起的未控制的再生而损坏或熔化过滤器。如果排气流速小于排气流速下限,则方法返回到事件 945 以确定并实现新的进气节流阀位置策略,其包括实现或超过流速下限所必需的被控制的进气的增加。一旦排气流速满足或超过排气流速下限,方法 900 就继续进行以在 955 确定实际过滤器入口排气温度是否大于或等于期望过滤器入口排气温度 425。

[0116] 如果在 955 确定了实际过滤器入口排气温度低于期望过滤器入口排气温度 425,则方法 900 返回到事件 915,以确定并实现新的 VGT 设备和 / 或排气节流阀位置策略,且方法 900 继续,如上所述。

[0117] 在其它实现中,如果在 955 确定了实际过滤器入口排气温度低于期望过滤器入口排气温度 425,则方法可用各种方式之一继续,这取决于哪个排气温度调节器是优选的。优选的排气温度调节器的确定可基于各种因素中的任一个,例如燃料节约、功率输出、驾驶条件和发动机操作条件。

[0118] 例如,如果使用 VGT 设备 119 或排气节流阀 134 来增加排气温度是优选的,则方法 900 可从在 955 的否定输出继续到在事件 915 开始的 VGT 设备和 / 或排气节流阀位置连续回路。VGT 设备和 / 或排气节流阀位置连续回路可包括事件 915、920、925 和 930。如果在 930,实际过滤器入口排气温度并不大于或等于期望过滤器入口排气温度 425,则不是继续到事件 935,方法 900 返回到事件 915。连续回路继续,直到在 930 确定的实际过滤器入口排气温度大于或等于期望过滤器入口排气温度 425 为止。

[0119] 可选地,虽然未在图 9 中示出,如果使用多次后注入来增加排气温度是优选的,则方法 900 可从在 955 的否定输出继续到在事件 935 开始的多次后注入连续回路。多次后注入连续回路可包括事件 935 和 940。如果在 940,实际过滤器入口排气温度并不大于或等于期望过滤器入口排气温度 425,则不是继续到事件 945,方法 900 而是返回到事件 930。该连续回路继续,直到在 940 确定的实际过滤器入口排气温度大于或等于期望过滤器入口排气温度 425 为止。

[0120] 进一步地, 虽然未在图 9 中示出, 如果使用进气节流阀 115 的位置来增加排气温度是优选的, 则方法 900 可从在 955 的否定输出继续到在事件 945 开始的进气连续回路。进气连续回路可包括事件 945、950 和 955。如果在 955, 实际过滤器入口排气温度并不大于或等于期望过滤器入口排气温度 425, 则不是继续到事件 915, 方法 900 而是返回到事件 945。该连续回路继续, 直到在 955 确定的实际过滤器入口排气温度大于或等于期望过滤器入口排气温度 425 为止。

[0121] 在发动机的燃料稀释水平是所考虑的因素的一些实施方式中, 涡轮增压器、排气节流阀、进气和燃料注入热管理模块 405、410、420、415 根据第一排气温度策略和燃料稀释策略协作地操作。根据第一排气温度策略和燃料稀释策略, VGT 命令 450、排气节流阀命令 455、进气节流阀命令 465 和燃料注入命令 460 取决于期望的过滤器入口排气温度 425、VGT 设备 119 的平稳过渡限制、以及发动机的燃料稀释限制。所产生的命令 450、455、465、460 配置成协作地产生相应于期望的过滤器入口排气温度 425 的发动机出口排气温度和在燃料稀释限制之下的燃料稀释水平。

[0122] 根据一个实现, 如果燃料稀释监控器检测到燃料稀释水平在预定的高燃料稀释限制之上, 方法 900、1000、1100 (下面描述的方法 1000、1100) 可被更改以在低燃料稀释模式中操作发动机。例如, 如果燃料稀释监控器检测到燃料稀释水平在高燃料稀释限制之上, 方法 900 可被更改以移除或跳过事件 935, 使得在事件 930 之后, 方法 900 直接进行到事件 945。以这种方式, 与后注入相关的燃料稀释水平的可能增加可被消除以将实际燃料稀释维持在高燃料稀释限制。

[0123] 参考图 10, 完成确定并实现方法 900 的后注入事件 935 的方法 1000 的一个实施方式包括确定期望的排气温度增量 (1005)。方法 1000 通过确定一次热后注入是否将足以实现期望排气温度增量 (1010) 来继续。如果一次热后注入是足够的, 方法 1000 通过确定后注入的燃料的数量或剂量以及定时 (1025) 来继续。如果一次热后注入是不足的, 方法 1000 通过确定两次热后注入是否将足以实现期望排气温度增量 (1015) 来继续。如果两次热后注入是足够的, 方法 1000 通过确定及第二后注入的燃料的数量或剂量以定时 (1020) 并确定第一后注入的燃料的数量或剂量以及定时 (1025) 并来继续。然而, 如果两次热后注入不是足够的, 方法 1000 在 1017 返回到方法 900 的事件 905。方法 900 试图在事件 905 和 915 增加发动机出口排气的温度。因此, 当方法 900 到达事件 935 且方法 1000 再次被实现时, 期望排气温度增量可能较小, 使得两次、也许一次热后注入现在可足以实现期望排气温度增量。

[0124] 如果一次或两次热后注入是足够的, 如在 910、915 确定的, 且在第一和 / 或第二热后注入的注入特征在 1020、1025 被确定后, 则方法 1000 通过确定实际燃料稀释水平是否大于发动机的最大燃料稀释水平 (1030) 来继续。如果实际燃料稀释水平大于最大燃料稀释水平, 方法继续进行到事件 1040。如果前面在事件 1010 确定了一次热后注入是足够的, 则方法 1000 返回到事件 1025, 以只更改第一热后注入的注入特征。如果前面在事件 1010 和 1015 确定了两次热后注入是足够的, 则方法 1000 返回到事件 1020 以更改第二热后注入的注入特征, 并接着返回到事件 1025 以更改第一热后注入的注入特征。如果实际燃料稀释水平小于或等于最大燃料稀释水平, 则方法 1000 通过确定实际过滤器入口排气温度是否大于或等于期望过滤器入口排气温度 425 (1035) 来继续。如果实际过滤器入

口排气温度大于或等于期望过滤器入口排气温度 425，则方法 1000 结束。然而，如果实际过滤器入口排气温度小于期望过滤器入口排气温度 425，则方法 1000 返回到事件 1020 或事件 1025，取决于一次或两次热后注入是否被确定为足够的。

[0125] 在某些实现中，方法 1000 不包括事件 1035，使得一旦实际燃料稀释水平小于或等于最大燃料稀释水平，如在 1030 确定的，方法 1000 结束且方法 800 继续进行到事件 840。

[0126] 催化部件 140 常常可要求发动机出口排气温度的较大增加，以在催化部件 140 上实现适当的氧化以及确保进入微粒过滤器的排气的温度足以进行再生事件。因此，在某些实现中，在 835 确定并实现的多次后注入策略包括例如在方法 1000 中描述的热后注入策略以及例如在图 11 的方法 1100 中示出的非热后注入策略。非热后注入策略例如方法 1100 可在热后注入策略例如方法 1000 完成之后被执行。

[0127] 参考图 11，方法 1100 包括在 1110 确定发动机排气的期望的温度增量，其可包括发动机出口排气的增加和催化部件出口气体的增加。如上所述，这样的温度增加对实现将导致相应于期望过滤器入口排气温度 425 的期望的催化部件入口排气温度的发动机出口排气温度是必需的。根据所确定的期望温度增量，方法 1100 包括确定实现期望温度增量所必需的总燃料数量 (1120)。方法 1100 接着通过确定一次非热后注入是否足以实现温度增量 (1130) 来继续。如果一次非热后注入不是足够的，方法 1100 包括确定两次非热后注入是否足以实现温度增量 (1140)。如果一次非热后注入是足够的，则方法 1100 确定一次非热后注入的燃料数量和定时 (1160)。如果两次非热后注入是足够的，方法 1100 确定两次非热后注入中的第二非热后注入的燃料数量和定时 (1150)，并接着确定两次非热后注入中的第一非热后注入的燃料数量和定时 (1160)。如果一次或两次非热后注入都不是足够的，方法 1100 继续进行以确定第三非热后注入的燃料数量和定时 (1170)，并接着继续以分别在 1150、1160 确定第二和第二非热后注入的数量和定时。第一、第二和第三非热后注入的定时和剂量可根据燃料注入控制算法基于发动机映射数据来确定，该数据在发动机设计期间被得到并可由燃料注入策略模块 620 访问，或存储在燃料注入策略模块 620 上。非热后注入的剂量也可基于能量平衡和发动机出口与微粒物质过滤器入口之间的温差来确定。

[0128] 在事件 1160 之后，方法 1100 包括确定实际燃料稀释水平是否大于发动机的最大燃料稀释水平 (1175)。如果实际燃料稀释水平大于最大燃料稀释水平，则方法继续进行以确定一次非热后注入是否足够 (1185)。如果事件 1185 被肯定地回答，则方法 1100 返回到事件 1160，而如果事件 1185 被否定地回答，则方法继续进行以确定两次非热后注入是否足够 (1190)。如果事件 1190 被肯定地回答，则方法 1100 返回到事件 1150，而如果事件 1190 被否定地回答，则方法返回到事件 1170。

[0129] 如果实际燃料稀释水平低于或等于最大燃料稀释水平，则方法继续进行以确定实际过滤器入口排气温度是否大于或等于期望过滤器入口排气温度 425 (1180) 以及实际催化部件入口排气温度是否大于或等于期望催化部件入口排气温度。如果事件 1180 被肯定地回答，则方法 1100 结束。然而，如果事件 1180 被否定地回答，则方法 1100 返回到事件 1185。

[0130] 如果事件 1185 被肯定地回答，则方法 1100 返回到事件 1160，而如果事件 1185



被否定地回答，则方法继续进行以确定两次非热后注入是否足够 (1190)。如果事件 1190 被肯定地回答，则方法 1100 返回到事件 1150，而如果事件 1190 被否定地回答，则方法返回到事件 1170。

[0131] 来自方法 1000、1100 的实际燃料稀释水平可从耦合到发动机 110 的在线燃料稀释传感器或监控器解释。进一步地，如上所述，实际发动机出口、过滤器输入和催化部件入口排气温度可从温度传感器解释。如果燃料稀释和温度传感器中的一个或多个不可用，实际燃料稀释和实际发动机出口和过滤器入口排气温度的预测值可根据发动机系统 100 的操作条件从预定的查找表或图得到。进一步地，在方法 1100 的一些实现中，如果在线燃料稀释传感器是不可用的，每次非热后注入的数量可根据预定最大可允许的非热后注入燃料量来确定。预定最大可允许的非热后注入燃料量可为非热后注入的定时的函数，例如后注入是否落在预定的定时窗内。

[0132] 上述示意性流程图和方法示意图通常被阐述为逻辑流程图。因此，所描绘的顺序和所标出的步骤表示代表性的实施方式。可设想在功能、逻辑或效果上与示意图中所示的方法的一个或多个步骤或其部分等效的其它步骤和方法。此外，所使用的格式和符号被提供来解释示意图的逻辑步骤且不被理解为限制示意图所示的方法的范围。虽然在示意图中可使用各种箭头类型和线类型，它们并不被理解为限制相应方法的范围。实际上，一些箭头或其它连接符可用于仅指示方法的逻辑流程。例如，箭头可指示在所示方法的被列举的步骤之间的非指定持续时间的等待或监控时期。此外，特定的方法出现的顺序可以或不严格遵守所示相应步骤的顺序。

[0133] 本发明可体现在其它特定的形式中，而不偏离其精神或本质特征。所述实施方式将在所有方面被认为是例证性的而不是限制性的。本发明的范围因此由所附权利要求而不是由前述说明书指示。出现在权利要求的等效的意义和范围内的所有变化都包含在其范围内。

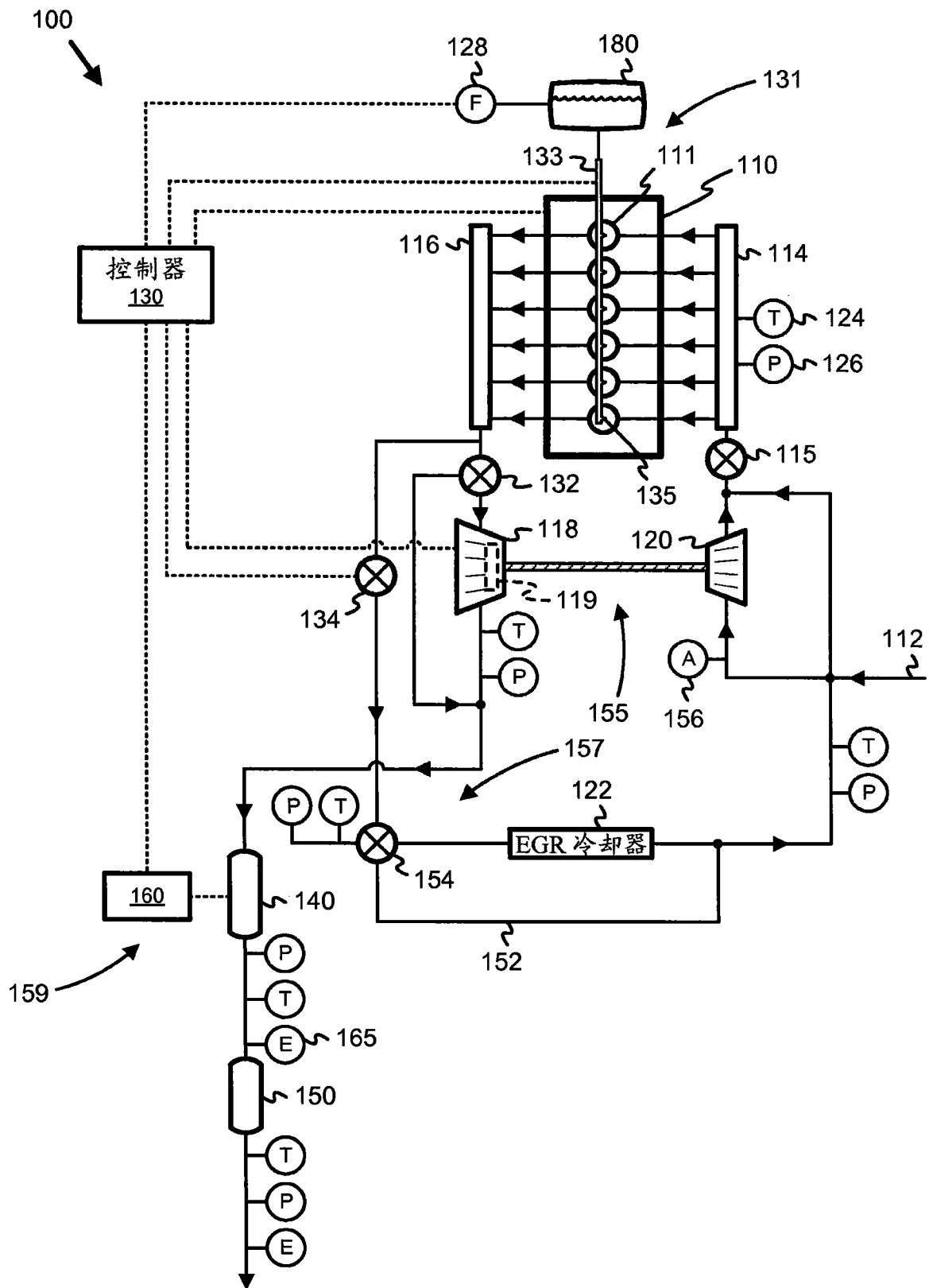


图 1

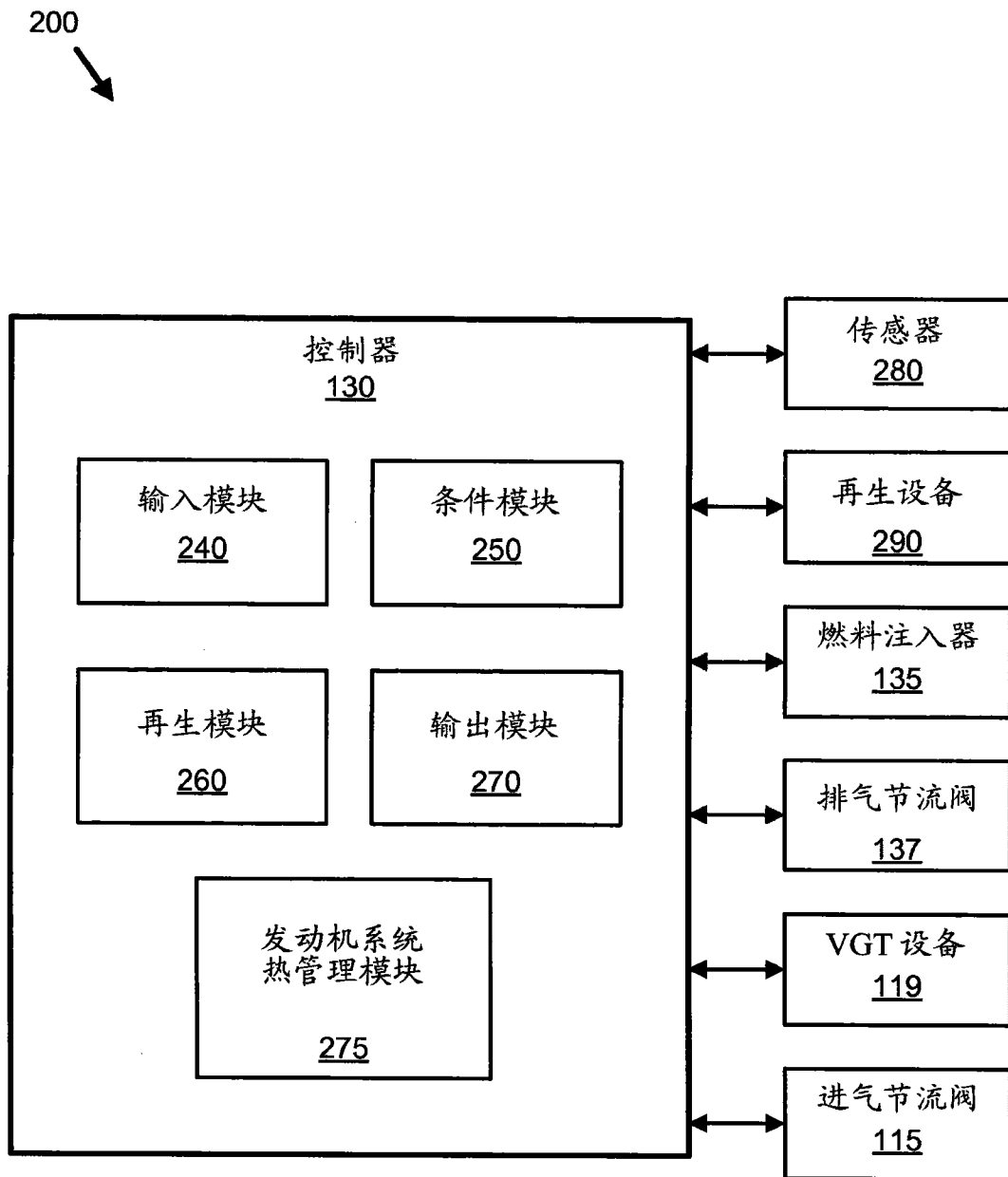


图 2

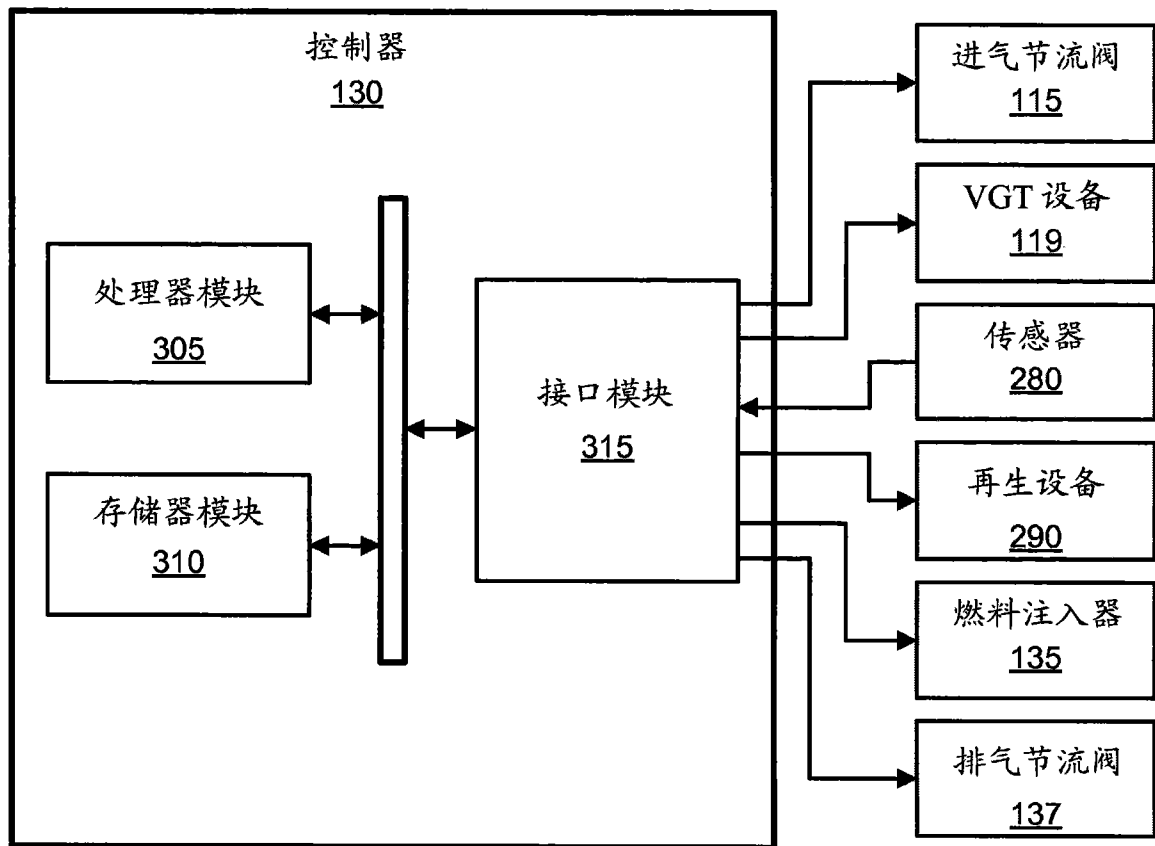


图 3

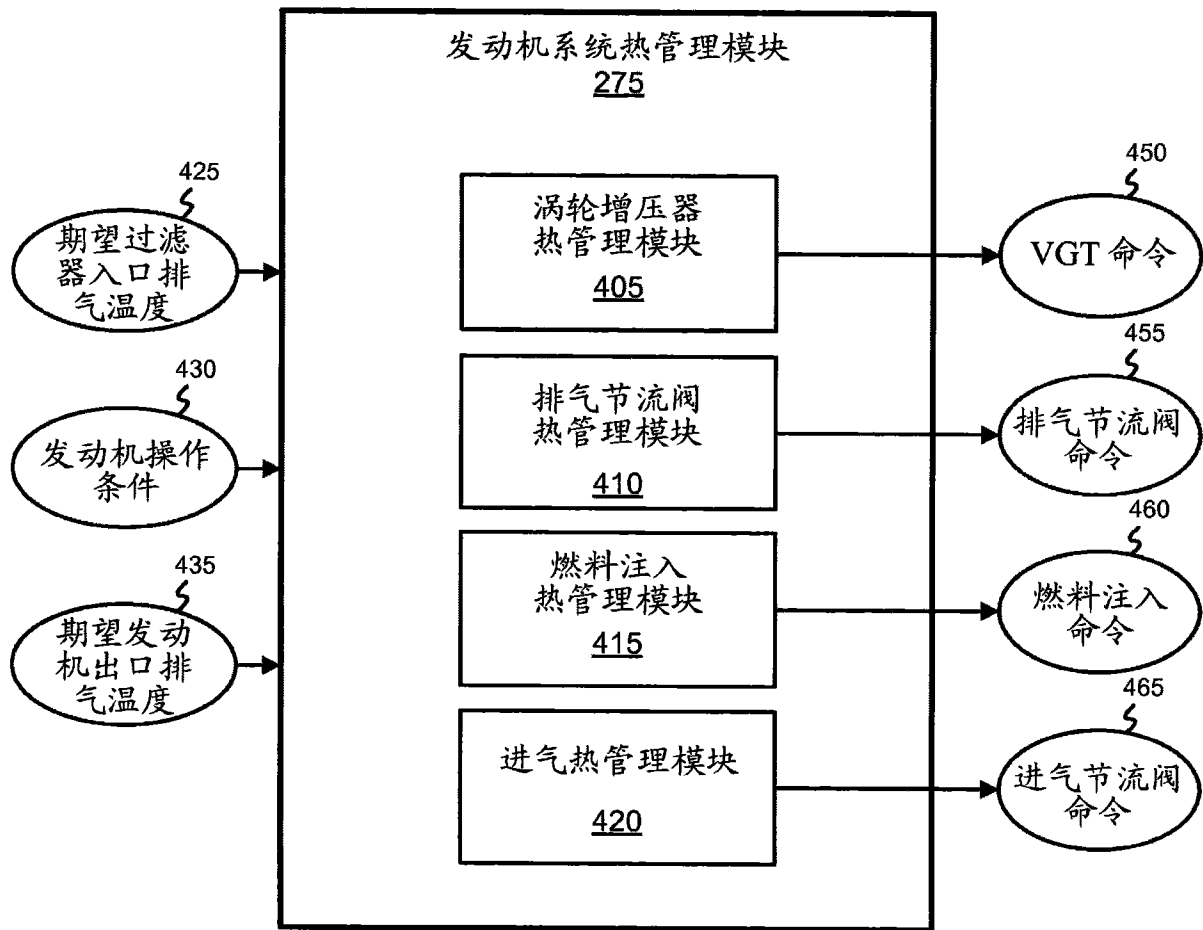


图 4

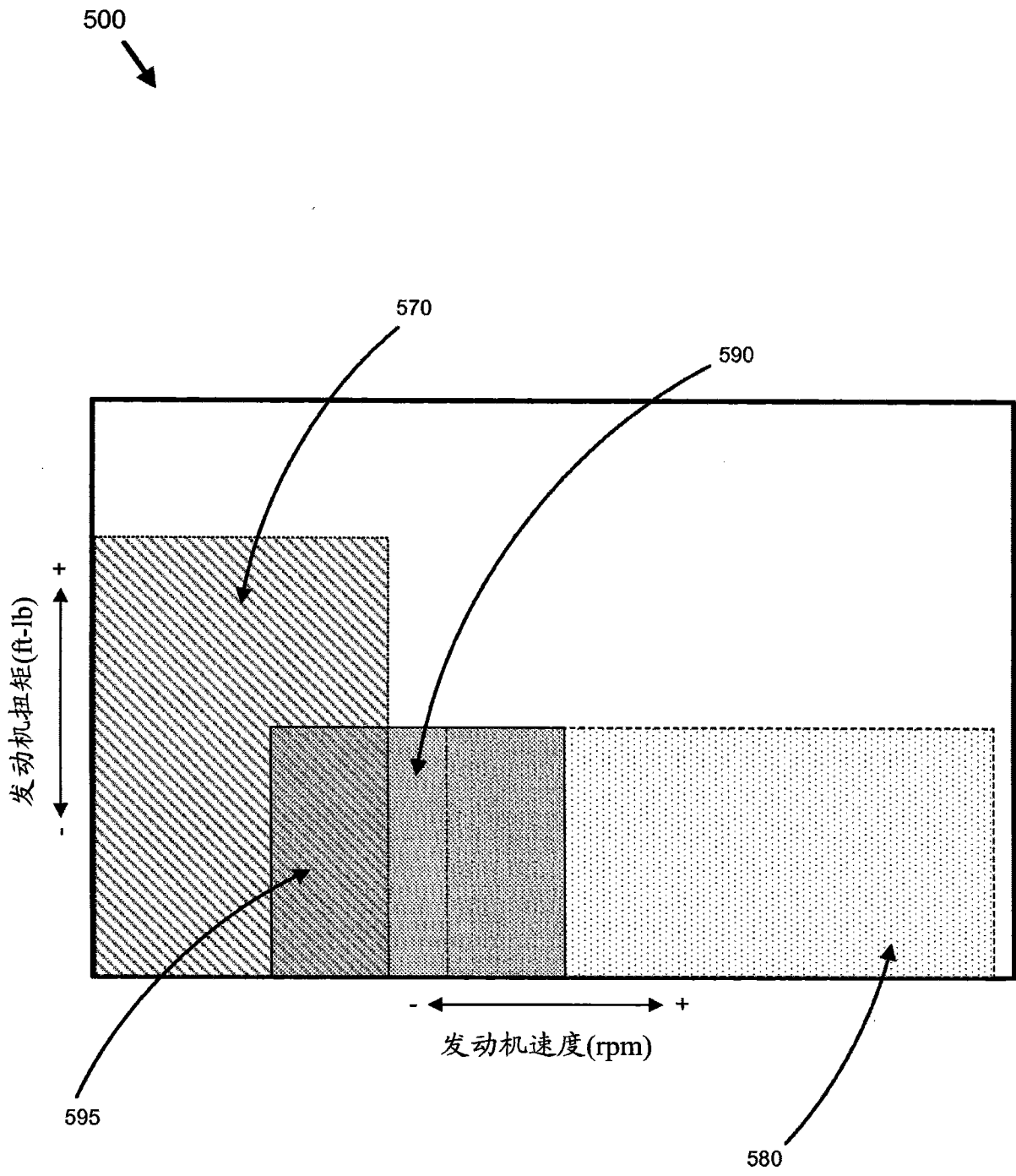


图 5

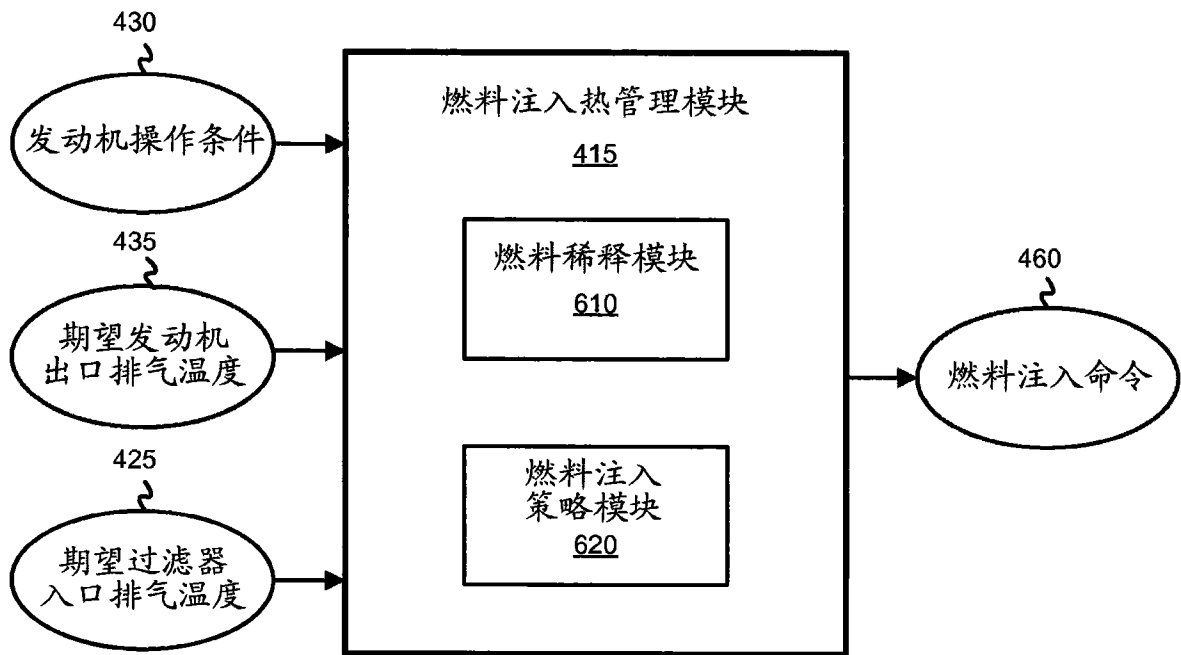


图6

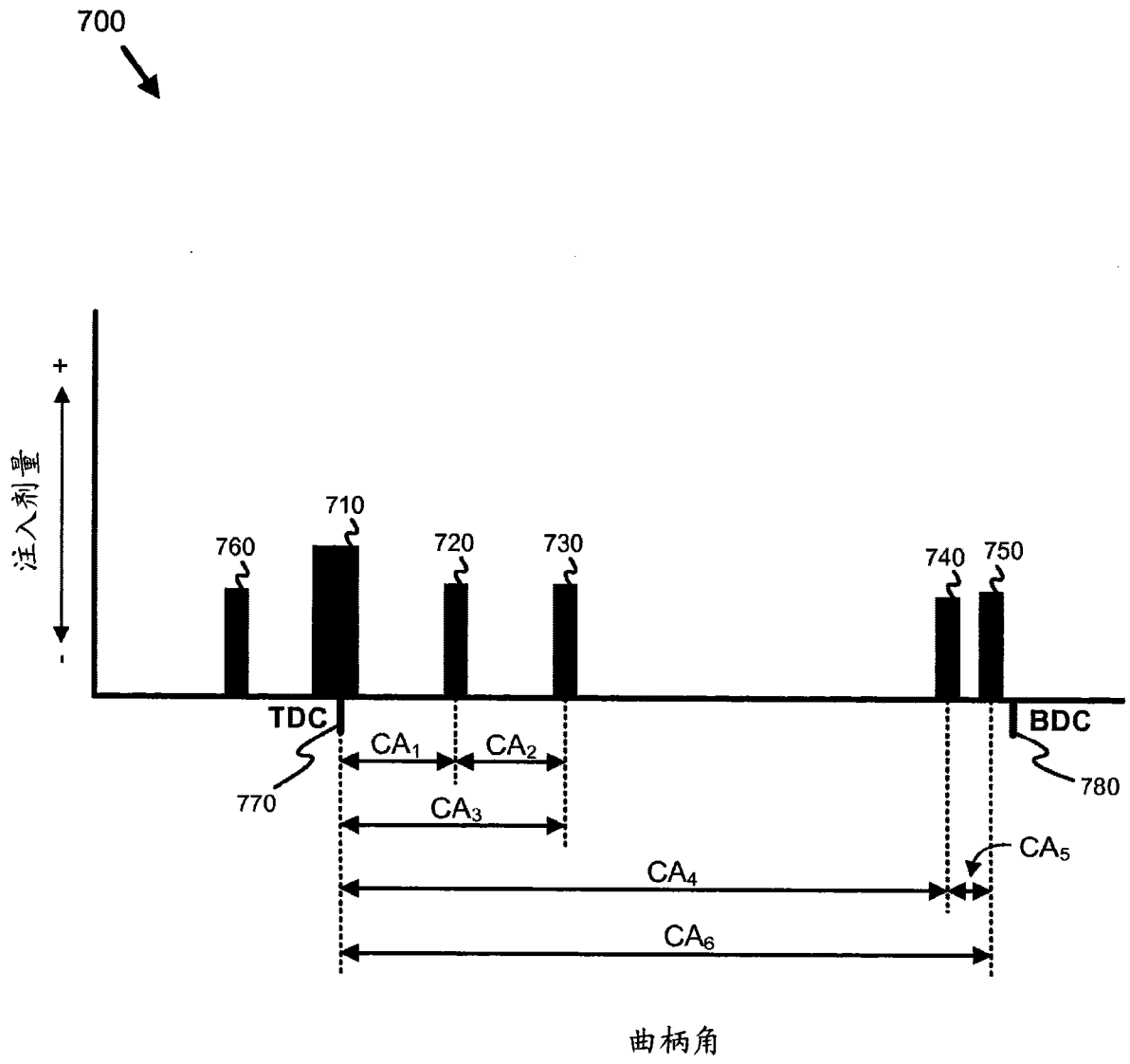


图 7



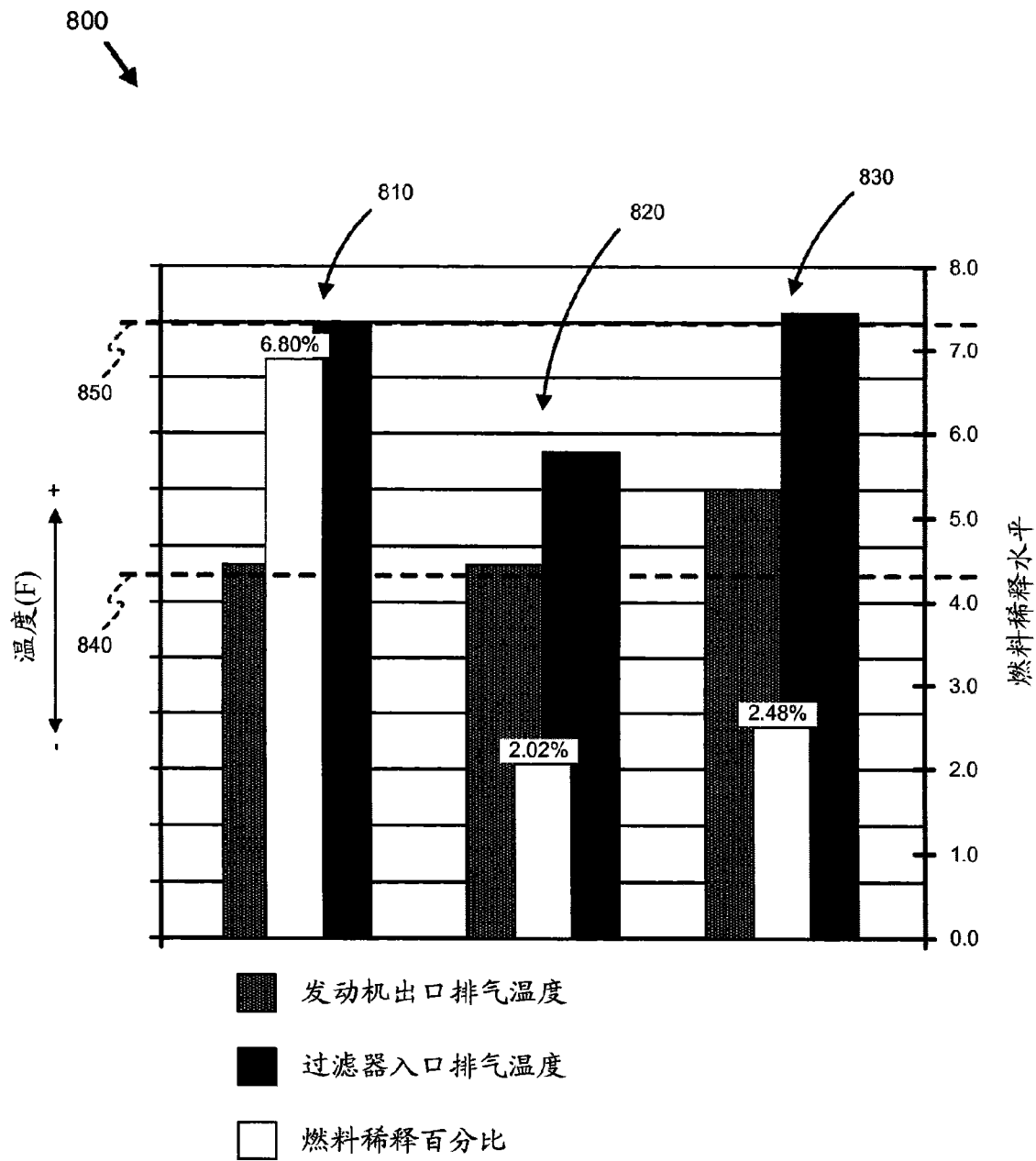


图 8

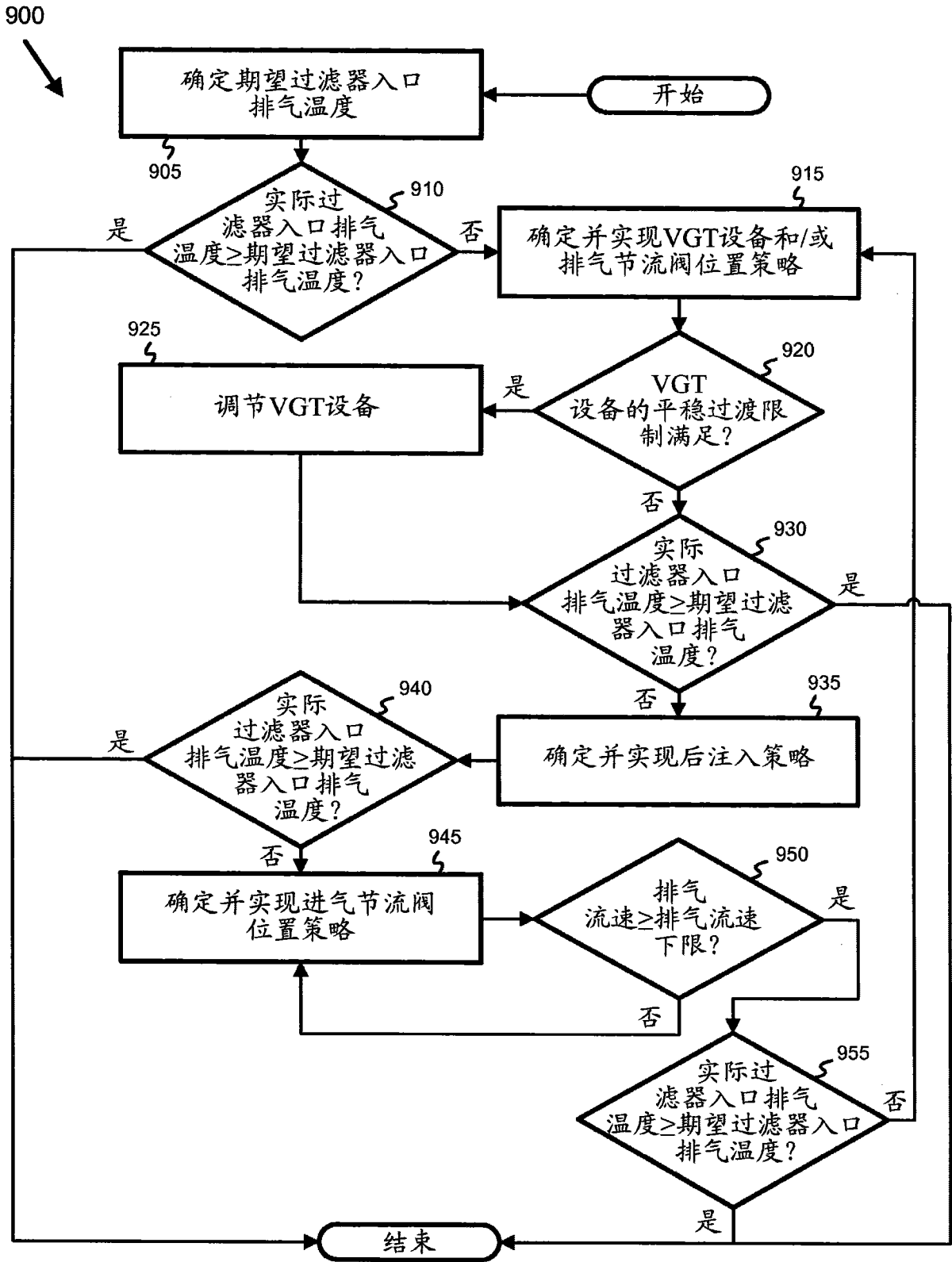


图9

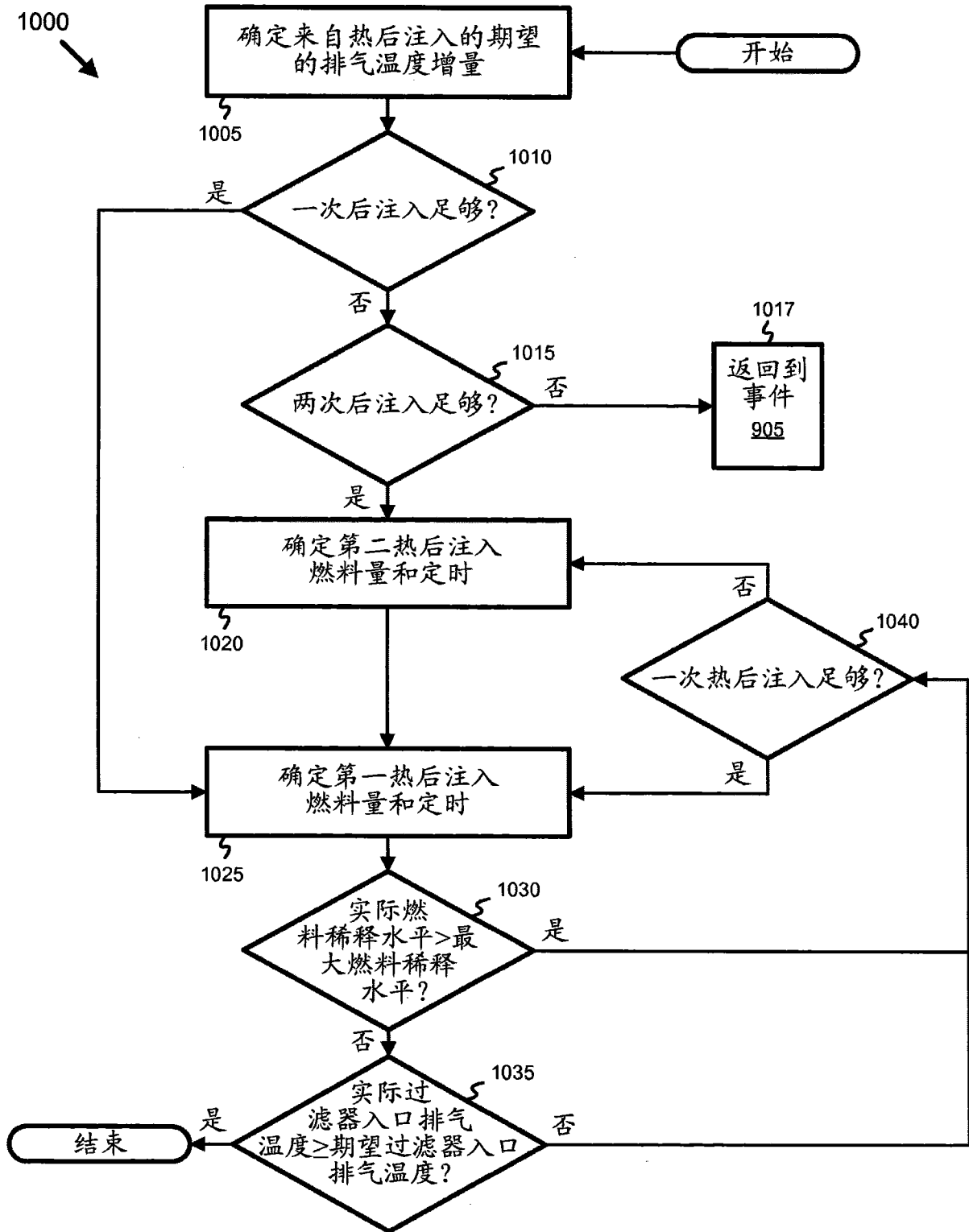


图 10

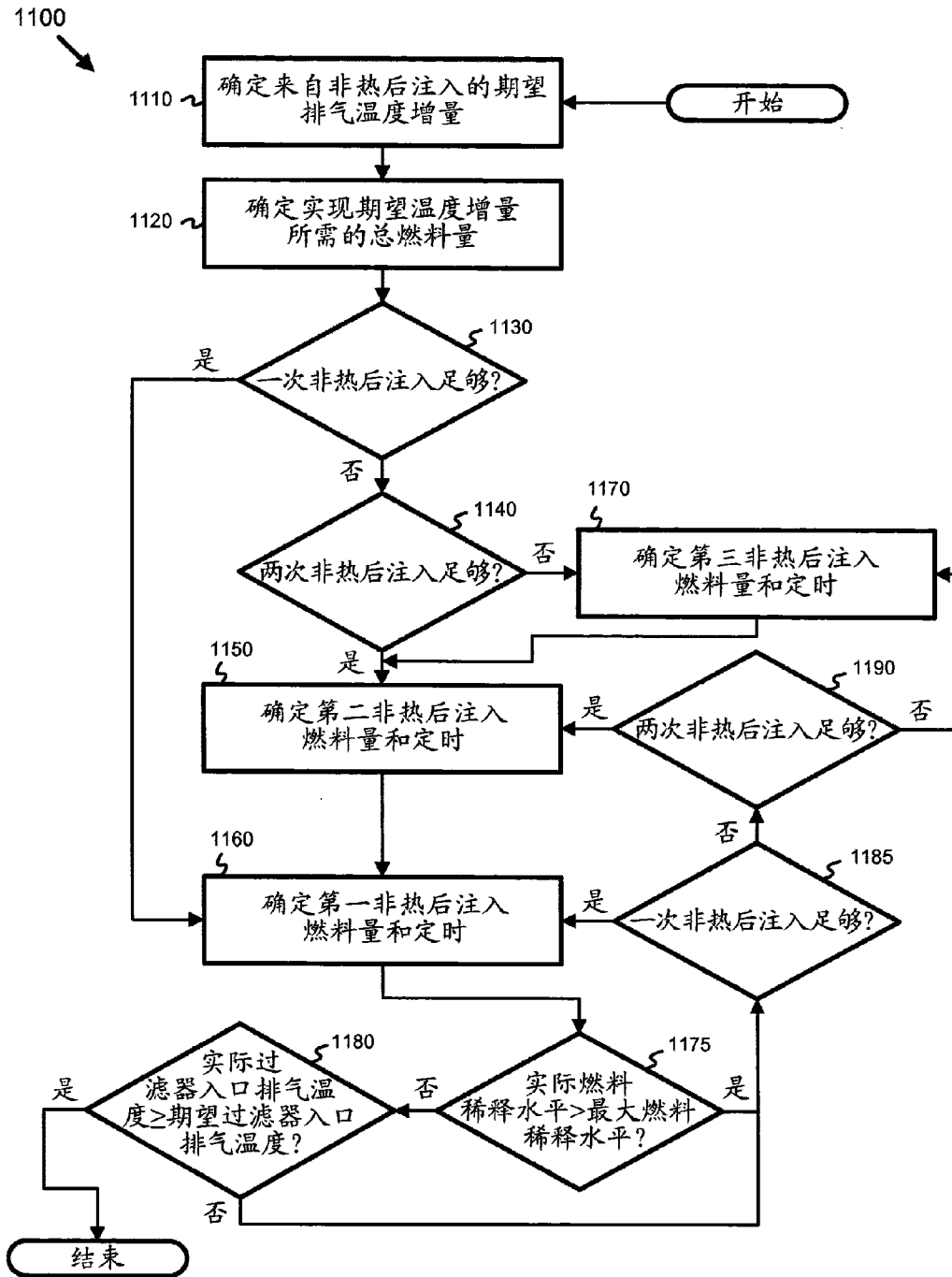


图 11