



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111456859 A

(43)申请公布日 2020.07.28

(21)申请号 202010040009.0

F01N 3/20(2006.01)

(22)申请日 2020.01.15

(30)优先权数据

16/251,724 2019.01.18 US

(71)申请人 卡特彼勒公司

地址 美国伊利诺伊州

(72)发明人 W·罗布尔

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 苏娟 尹景娟

(51)Int.Cl.

F02D 41/06(2006.01)

F02D 41/02(2006.01)

F02D 41/00(2006.01)

F01N 13/00(2010.01)

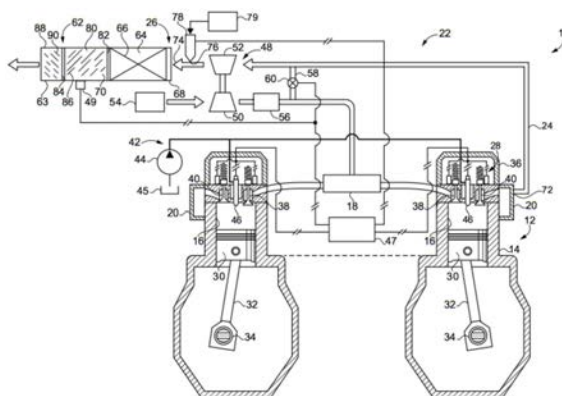
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

用于选择性原位和非原位限制NO_x产生的发动机系统和操作策略

(57)摘要

一种压燃内燃式发动机系统包括发动机和排气系统,所述排气系统具有上游排气管道、下游排气管道,以及用于将排气与发动机气缸内的燃料和空气混合的排气放置机构。上游排气管道具有原始排气入口、原始排气出口,以及在原始排气入口与原始排气出口之间的柴油机排气处理液(DEF)入口。下游排气管道包括裸颗粒过滤器和选择性催化还原(SCR)装置。还公开了相关的方法,其包括在启动模式下操作发动机,以及一旦SCR装置升温就在运行模式下操作发动机。



1. 一种操作发动机系统的方法,包括:

在所述发动机系统中的发动机中的多个燃烧气缸中燃烧被压缩至自燃阈值的燃料和空气;

在燃料和空气的燃烧期间原位限制NO_x产生;

使用联接至所述发动机的颗粒过滤器过滤来自所述发动机的包含发动机排出NO_x量的原始排气中的颗粒;

将包含发动机排出NO_x量的过滤后的排气从所述颗粒过滤器输送到选择性催化还原(SCR)装置;以及

通过燃料和空气的燃烧产生足以将所述SCR装置从起始温度升温到激活温度的过滤后的排气的热能。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中:

原位限制NO_x产生包括将排气与所述多个燃烧气缸中的燃料和空气混合;

将排气与燃料和空气的混合还包括将来自所述发动机的再循环排气输送到所述多个燃烧气缸中;并且

所述方法还包括通过燃料和空气的燃烧在启动模式下操作所述发动机系统。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的方法,其中:

产生热能还包括通过燃料和空气的燃烧产生足以在200秒或更短的时间内将所述SCR装置升温到大于200摄氏度的激活温度的热能;

所述方法还包括:

基于将所述SCR装置升温到激活温度而将所述发动机系统转换为运行模式;以及

在运行模式下在所述颗粒过滤器上游的位置处将还原剂喷射到来自所述发动机的原始排气中。

4. 根据权利要求3所述的方法,还包括:

在运行模式下被动地再生所述颗粒过滤器;以及

至少部分地通过将来自所述发动机的热排气再循环到所述多个燃烧气缸而增加发动机排出排气温度以启动被动再生。

5. 一种操作内燃式发动机系统的方法,包括:

在所述内燃式发动机系统中的发动机的启动模式下燃烧被压缩至自燃阈值的燃料和空气;

将在启动模式下由所述发动机产生的排气通过非催化排气管道输送到裸颗粒过滤器和位于所述裸颗粒过滤器下游的选择性催化还原(SCR)装置;

至少部分地通过在燃料和空气的燃烧期间原位限制NO_x产生来限制在启动模式下所述内燃式发动机系统的NO_x输出;

在所述发动机的运行模式下燃烧被压缩至自燃阈值的燃料和空气;

将在运行模式下由所述发动机产生的排气通过所述非催化排气管道输送到所述裸颗粒过滤器和所述SCR装置;

至少部分地通过用所述SCR装置减少排气中的NO_x来限制在运行模式下所述内燃式发动机系统的NO_x输出;以及

基于在启动模式下由所述发动机产生的排气的热能将所述SCR装置升温到激活温度而

将所述内燃式发动机系统从启动模式转换到运行模式。

6. 根据权利要求5所述的方法,还包括:

至少部分地通过在运行模式下再循环来自所述发动机的热排气来增加发动机排出排气温度;

通过增加的发动机排出排气温度被动地再生所述裸颗粒过滤器;并且

其中在启动模式下限制NO_x输出包括在相对较大的程度上限制所述发动机的NO_x产生,而在运行模式下限制NO_x输出包括在相对较小的程度上限制所述发动机的NO_x产生。

7. 根据权利要求5或权利要求6所述的方法,还包括:

在所述裸颗粒过滤器上游的位置处在运行模式下将还原剂喷射到由所述发动机产生的排气中;

通过在启动模式下燃烧燃料和空气产生足以在200秒或更短的时间内将所述SCR装置升温到高于200摄氏度的激活温度的排气的热能。

8. 一种压燃内燃式发动机系统,包括:

发动机,所述发动机包括具有形成于其中的多个燃烧气缸的气缸体、进气歧管,以及排气歧管;

排气系统,所述排气系统包括上游排气管道、下游排气管道和排气放置机构,所述排气放置机构造成将来自所述发动机的排气与所述多个燃烧气缸内的燃料和空气混合;

所述上游排气管道具有布置成接收来自所述排气歧管的原始排气的原始排气入口、原始排气出口以及流体地位于所述原始排气入口与所述原始排气出口之间的柴油机排气处理液(DEF)入口;并且

所述下游排气管道包括裸颗粒过滤器,所述裸颗粒过滤器具有紧密联接至所述原始排气出口的过滤器入口、过滤器出口以及选择性催化还原(SCR)装置,所述选择性催化还原装置具有紧密联接至所述过滤器出口的SCR入口和SCR出口。

9. 根据权利要求8所述的发动机系统,其中:

所述排气系统还包括与所述DEF入口联接的DEF喷射器,以及位于所述SCR装置下游的氧化催化剂;并且

所述排气系统内的催化剂的分布被限制到所述SCR装置和所述氧化催化剂。

10. 根据权利要求8或权利要求9所述的发动机系统,其中:

所述裸颗粒过滤器和所述SCR装置容纳在共同壳体中;并且

所述排气放置机构包括排气再循环(EGR)阀。

用于选择性原位和非原位限制NO_x产生的发动机系统和操作策略

技术领域

[0001] 本公开大体上涉及一种用于减轻某些排气排放物的发动机操作策略,并且更具体地涉及一种在不使用柴油机氧化催化剂(DOC)的情况下用于减少排放的多模式操作策略。

背景技术

[0002] 多年来一直关注减少内燃式发动机的排气中的某些排放物。发动机气缸内燃料和空气的燃烧会产生各种排放物,包括水、二氧化碳、包括碳烟和灰的颗粒物、未燃烧的碳氢化合物,以及氮氧化物或“NO_x”。多年来已经制定了各种法规以限制某些排放物,特别是颗粒物和NO_x的输出。发动机和相关系统的制造商已设计出许多不同的策略来限制颗粒物和NO_x排放到环境。

[0003] 关于颗粒物,为内燃式发动机系统配备过滤设备以捕获将以其它方式排放到周围环境的颗粒物已成为常规。取决于类型的过滤策略可以具有各种优点或缺点,但是基本上在所有情况下都必须进行再生以燃烧捕获的材料,以便过滤器被清洁并可以继续执行其预期的功能而不会引起操作问题,例如过大的背压。过滤器再生通常根据两种基本策略之一进行,这两种基本策略通常被称为“被动”再生或“主动”再生。在主动再生的情况下,通常使用辅助热源(例如电加热器)或在排气系统本身内燃烧额外的燃料以将排气系统内的温度增加到捕获的有机物(例如碳烟)将燃烧以形成较少的不良化合物的温度。主动再生通常需要额外的设备和不希望的燃料能量消耗。另一方面,被动再生通常依赖于催化剂材料的使用以促进捕获的颗粒物的燃烧。催化剂通常由贵金属制成,并且因此需要大量的额外费用。

[0004] 在后处理系统中使用其他部件,例如限制NO_x的选择性催化还原(SCR)装置,并且这些部件可能使整个系统相当复杂且昂贵。SCR装置已被证明是有效的,然而存在某些操作窗口,例如在冷启动期间,其中SCR装置未被充分加热以开始工作,并且至少在没有其他挑战的情况下难以或不可能限制NO_x。由于这些及其它原因,工程师们一直在寻找材料、设备和技术以降低成本和复杂性,同时又不牺牲性能。日益严格的排放法规以及期望的新法规和未来不同法规使这些挑战更加复杂。从授予Tarabulski的美国专利号8,341,949已知一种示范性排气后处理策略。尽管该参考文献中公开的概念可以很好地用于预期目的,但始终存在改进和替代策略的空间。

发明内容

[0005] 在一方面,一种操作发动机系统的方法包括在所述发动机系统中的发动机中的多个燃烧气缸中燃烧被压缩至自燃阈值的燃料和空气,以及在燃料和空气的燃烧期间原位限制NO_x产生。所述方法还包括使用联接至所述发动机的颗粒过滤器过滤来自所述发动机的包含发动机排出NO_x量的原始排气中的颗粒。所述方法还进一步包括将包含发动机排出NO_x量的过滤后的排气从所述颗粒过滤器输送到选择性催化还原(SCR)装置,以及通过燃料和空气的燃烧产生足以将所述SCR装置从起始温度升温到激活温度的过滤后的排气的热能。

[0006] 在另一方面,一种操作内燃式发动机系统的方法包括在所述内燃式发动机系统中的发动机的启动模式下燃烧被压缩至自燃阈值的燃料和空气,以及将在启动模式下由所述发动机产生的排气通过非催化排气管道输送到裸颗粒过滤器和位于所述裸颗粒过滤器下游的选择性催化还原(SCR)装置。所述方法还包括至少部分地通过在燃料和空气的燃烧期间原位限制NO_x产生来限制在所述启动模式下所述内燃式发动机系统的NO_x输出。所述方法还进一步包括在所述发动机的运行模式下燃烧被压缩至自燃阈值的燃料和空气,并且将在运行模式下由所述发动机产生的排气通过所述非催化排气管道输送到所述裸颗粒过滤器和所述SCR装置,并且至少部分地通过用所述SCR装置减少排气中的NO_x来限制在运行模式下所述内燃式发动机系统的NO_x输出。所述方法还进一步包括基于在启动模式下由所述发动机产生的排气的热能将所述SCR装置升温到激活温度而将所述内燃式发动机系统从启动模式转换到运行模式。

[0007] 在又一方面,一种压燃内燃式发动机系统包括发动机,所述发动机包括具有形成于其中的多个燃烧气缸的气缸体、进气歧管,以及排气歧管。所述发动机系统还包括排气系统,所述排气系统具有上游排气管道、下游排气管道和排气放置机构,所述排气放置机构构造将来自所述发动机的排气与所述多个燃烧气缸内的燃料和空气混合。所述上游排气管道具有布置成接收来自所述排气歧管的原始排气的原始排气入口,原始排气出口,以及流体地位于所述原始排气入口与所述原始排气出口之间的柴油机排气处理液(DEF)入口。所述下游排气管道具有裸颗粒过滤器,所述裸颗粒过滤器具有紧密联接至所述原始排气出口的过滤器入口、过滤器出口,以及选择性催化还原(SCR)装置,所述选择性催化还原装置具有紧密联接至所述过滤器出口的SCR入口和SCR出口。

附图说明

[0008] 图1是根据一个实施例的内燃式发动机系统的侧视图;以及

[0009] 图2是示出了根据一个实施例的示例性方法的流程图。

具体实施方式

[0010] 参考图1,示出了根据一个实施例的压燃内燃式发动机系统10。内燃式发动机系统10(以下称为“发动机系统10”)可以以液体燃料(例如柴油馏出物液体燃料)操作,并且包括具有气缸体14的发动机12,所述气缸体具有形成于其中的多个燃烧气缸16。发动机12还包括进气歧管18和排气歧管20。燃烧气缸16可以包括以任何合适的构造布置的任何数量。多个活塞30在每个燃烧气缸16内定位一个,并且在四冲程发动机循环中可在下止点位置和上止点位置之间移动,以将燃烧气缸16中一个相应燃烧气缸内的压力增加到自燃阈值。每个活塞30与连杆32联接,所述连杆以通常的常规方式使曲轴34旋转。发动机12还包括气缸盖36,所述气缸盖具有定位在其中的多个进气阀38和多个排气阀40,并且构造成打开和关闭以控制燃烧气缸16与进气歧管18或排气歧管20之间的气体交换,视情况而定。在一个实施例中,每个燃烧气缸16与两个进气阀38和两个排气阀40相关联,然而,本公开不限于此。

[0011] 发动机系统10还包括燃料系统42,所述燃料系统包括燃料泵44,所述燃料泵构造成将液体燃料从燃料供应装置45输送到多个燃料喷射器46,每个燃料喷射器延伸到燃烧气缸16中的一个中。燃料泵44可以是多个燃料泵中的一个,所述多个燃料泵包括燃料输送泵

和高压燃料泵,其构造成对燃料加压以供应至向燃料喷射器46进给的共轨。实施方式还可以包括位于燃料喷射器46中的一个内或与其相关联的液压致动或机械致动的燃料增压柱塞。燃料喷射器46和发动机系统10的其他部件可以被电子控制,并且可以与电子控制单元或ECU 47可控制地联接。发动机系统10还包括涡轮增压器48,所述涡轮增压器具有构造成从空气入口54接收用于燃烧的进入空气的压缩机50,以及构造成通过来自发动机12的排气旋转的涡轮机52。用于压缩的进入空气的后冷却器56可以位于压缩机50的下游。排气再循环回路或EGR管道58将进气歧管18与排气歧管20流体地连接。电子控制的EGR阀60可以至少部分地位于EGR管道58内。

[0012] 发动机系统10还包括排气系统22,所述排气系统具有上游排气管道24、下游排气管道26和排气放置机构28,所述排气放置机构构造成将来自发动机12的排气与燃烧气缸16内的燃料和空气混合。排气放置机构28可以包括用于所谓的可变气门致动的设备,包括液压致动器、电动致动器,或构造成改变排气阀40和/或进气阀38的其他凸轮控制正时的另一装置,以将先前发动机循环中由发动机10产生的排气与新鲜的进入空气和喷射的燃料混合,可能与随后的发动机循环中添加的排气混合。可以设想排气放置机构28包括或者是用于再循环来自发动机12的排气的装置(例如,EGR阀60)的实施例。EGR阀60可以由ECU 47电子控制。还可以使用其他排气放置策略,使得当下一个发动机循环开始时,一些排气保持驻留在关联的燃烧气缸16内。

[0013] 上游排气管道24还可以具有布置成接收来自排气歧管20的原始排气的原始排气入口72,原始排气出口74,以及流体地位于原始排气入口72与原始排气出口74之间的柴油机排气处理液(DEF)或还原剂入口76。还原剂入口76可以构造成通过与还原剂箱79联接的还原剂喷射器78接收喷射的DEF,例如尿素水或另一种合适的还原剂。

[0014] 下游排气管道26包括后处理系统62或与其联接,并且具有颗粒过滤器64,所述颗粒过滤器具有紧密联接到原始排气出口74的过滤器入口68。颗粒过滤器64还包括过滤器出口70和流体地位于过滤器入口68与过滤器出口70之间的过滤介质66。颗粒过滤器64可以是裸颗粒过滤器,这意味着过滤介质66不含任何催化剂。颗粒过滤器64也可以不含贵金属催化剂,例如铂族或“PGM”金属。上游排气管道24可以包括非催化管道。如本文所使用,术语“紧密联接”是指不存在影响排气组分(即, NO_x 、未燃烧的碳氢化合物或HC、颗粒物,或其他排气成分)的中间部件。术语“非催化”是指不含任何贵金属或贱金属催化剂、沸石或其他催化剂。因此,将理解,在原始排气入口72处接收的发动机排出排气组分与通过原始排气出口74输送并在过滤器入口68处接收的原始排气的排气组分相同。“原始”表示未处理。理解该术语的应用的另一种方式是,如果排放物处理部件或材料位于其入口与出口之间,则不能说排气管道具有原始排气入口和原始排气出口。

[0015] 下游排气管道26还包括选择性催化还原(SCR)装置或SCR 80,其具有紧密联接至过滤器出口70以接收过滤后的排气的SCR入口82和SCR出口84。SCR催化剂86,例如贱金属、贵金属、沸石或其他合适的已知或专有催化剂在SCR 80内,并且根据一般已知的原理构造成还原 NO_x 。氧化催化剂模块88与SCR出口84联接并且可以与其紧密联接,并且接收已由颗粒过滤器64过滤并且已通过SCR 80降低 NO_x 含量的排气。氧化催化剂模块88可以是所谓的氨氧化或AMOX催化剂模块,包括位于SCR 80下游的氧化催化剂90,以消耗氨泄漏和/或未燃烧的碳氢化合物。颗粒过滤器64和SCR 80可以容纳在共同壳体63中。还应注意,排气系统22

内的催化剂的分布可以限于SCR 80和氧化催化剂模块88。应理解,发动机系统10,特别是排气系统22,构造成不具有柴油机氧化催化剂或DOC,如在某些较早的系统中,其重要性将从下面的描述更加明显。

[0016] 工业适用性

[0017] 现在还参考图2,示出了流程图100,其示出了根据本公开的示例性方法。流程图100包括步骤105,其中发动机12在启动模式下起动,并且前进到步骤110,其中被压缩至自燃阈值的燃料和空气在发动机12中燃烧。从步骤110,过程前进到步骤115,其中排气从发动机12输送到后处理系统62,包括将排气输送到过滤器64,然后将过滤后的排气输送到SCR 80。在步骤120,在过滤器64中来自发动机12的排气过滤颗粒,并且在步骤125,将过滤后的排气传递到位于过滤器64的下游的SCR 80。

[0018] 由过滤器64从发动机12接收的原始排气可以包含发动机排出NO_x量,并且从过滤器64输送至SCR 80的过滤后的排气也可以包含发动机排出NO_x量。在可以包括冷启动的启动模式下,可以至少部分地通过原位限制燃料和空气燃烧期间的NO_x产生来限制发动机系统10的NO_x输出。原位限制NO_x产生意味着限制气缸16中的燃烧反应中的NO_x产生,以产生比其他情况期望的少的发动机排出NO_x量。将过滤后的排气传递至SCR 80可以将SCR 80从可能为环境温度的起始温度升温到步骤130所示的激活温度。在启动模式下燃料和空气的燃烧可以产生从过滤器64输送到SCR 80的过滤后的排气的热能,其足以将SCR 80从起始温度升温到激活温度。理解该原理的另一种方式是将SCR 80升温到激活温度,而不以在排气系统22内燃烧额外燃料的形式提供额外的热量,例如通过电加热器或其他某种技术提供额外的热量。产生热能还可以包括通过在启动模式下燃烧燃料和空气来产生足以在200秒或更短的时间内,可能在180秒或更短的时间内将SCR 80从起始温度升温到大于200℃(并且可能大于225℃)的激活温度的热能。如果发动机12已经关闭一段时间,则起始温度可能是环境温度,例如小于30℃,但是本公开不由此受到限制。

[0019] 过程可以从步骤130前进到步骤135以查询SCR是否准备就绪?如果不是,则过程可以返回以继续在启动模式下操作,直到SCR 80被充分升温为止。发动机系统10可以配备有与ECU 47连通的SCR温度传感器49以用于该确定。如果SCR 80在步骤135准备就绪,则过程可以前进到步骤140以将发动机12和发动机系统10转换为运行模式。例如,运行模式可以是低怠速模式,和/或可以包括一系列的子模式,包括直至满负荷。可以至少部分地通过发动机转速和负荷需求来确定运行模式下的操作参数。因此,发动机12和发动机系统10从启动模式转换到运行模式可以理解为基于通过在启动模式下由发动机12产生的排气的热能将SCR 80升温至激活温度。

[0020] 该过程可以从步骤140前进到步骤145以燃烧在燃烧气缸16内压缩至自燃阈值的燃料和空气。该方法可以从步骤145前进到步骤150以将排气输送到后处理系统62。现在激活了SCR 80,可以至少部分地通过使用SCR 80减少排气中的NO_x来在运行模式下限制发动机系统10的NO_x输出。在流程图100中,在步骤155喷射还原剂,并且在步骤160从排气过滤颗粒。在步骤165示出了将排气传递至SCR 80。

[0021] 可以设想,可以使用多种技术来原位限制NO_x产生,包括将排气与燃烧气缸16中的燃料和空气混合,如本文所述。将排气与燃料和空气混合可以包括将来自发动机12的再循环排气输送到燃烧气缸16中。EGR阀60的电子控制可以用于启动、停止或改变排气再循环。

还应当理解,在运行模式下过滤器64可以被动地再生。在一种实施方式中,增加发动机排出排气温度以启动被动再生。发动机排出排气温度的增加可以至少部分地通过将来自发动机12的热排气再循环到燃烧气缸16来执行。再循环排气可以是未冷却的,或者仅是部分冷却的,并且因此以高于压缩的进入空气的温度的温度供应至燃烧气缸。可以使用其他技术,例如通过使用可变几何涡轮增压器、背压阀、延迟燃料喷射、可变气门正时、喷射速率整形或另一种技术来增加发动机排出排气温度。

[0022] 从前面的描述,将理解在启动模式下与在运行模式下不同地管理发动机系统10的NO_x产生和NO_x输出。可以将启动模式理解为通过操纵燃烧条件来原位限制NO_x产生,而在运行模式下通过SCR 80至少主要地非原位限制NO_x产生。还可以理解的是,可以操作发动机12以产生额外的热量以帮助迅速升温SCR 80。启动模式下的NO_x输出可以包括在相对较大的程度上限制发动机12的NO_x产生,而在运行模式下,考虑到使用SCR 80可获得NO_x降低,可以在相对较小的程度上限制发动机12的NO_x产生。相对较小的程度可能完全不限制发动机12的NO_x产生。如本文所述,氧化催化剂90可以用于进一步处理从SCR 80输送的排气。

[0023] 还如上所述,与许多常规的内燃式发动机系统相比,发动机系统10没有配备DOC。已发现DOC提供了热质量,其可以减慢相关的SCR装置被升温到催化激活温度的速率。通过在冷启动时管理NO_x并消除DOC,减小了根据本公开的后处理系统的热质量。由于该原因,趋向于更容易和更快地升温SCR 80,并且当发动机系统10被冷启动时,需要因原位限制NO_x而产生的任何效率惩罚或其他可察觉的缺点仅持续相对短的时间。在运行模式下,发动机12的相对较高的NO_x产生是更可接受的,原因是NO_x可以参与被动再生过滤器64并通过SCR 80进行还原。也如本文中所述,过滤器64可以是裸颗粒过滤器,并且因此还原剂入口76可以位于过滤器64的上游。使用不含贵金属催化剂的裸过滤器,或以另外方式仅包括不氧化氨或其他还原剂的材料,能够使还原剂通过过滤器64,而没有导致还原剂本身失活或被催化剂降解的风险。在不含贵金属催化剂的过滤器的上游喷射还原剂也能够使过滤器64和SCR 80被包装在单个单元中,从而减小了包装尺寸和成本。

[0024] 本说明书仅用于说明目的,并且不应被解释为以任何方式缩小本公开的范围。因此,本领域技术人员将认识到,在不脱离本公开的完整和合理范围和精神的情况下,可对本文公开的实施例进行各种修改。通过查看附图和所附权利要求书,其它方面、特征和优点将变得显而易见。如本文所使用,冠词“一(a)”和“一(an)”旨在包括一个或多个物品,且可与“一个或多个”互换使用。在想要表示仅有一个物品时,使用术语“一个(one)”或类似语言。此外,如本文中所使用,术语“具有(has)”、“具有(have)”、“具有(having)”等旨在为开放式术语。此外,短语“基于”意图表示“至少部分地基于”,除非另有明确说明。

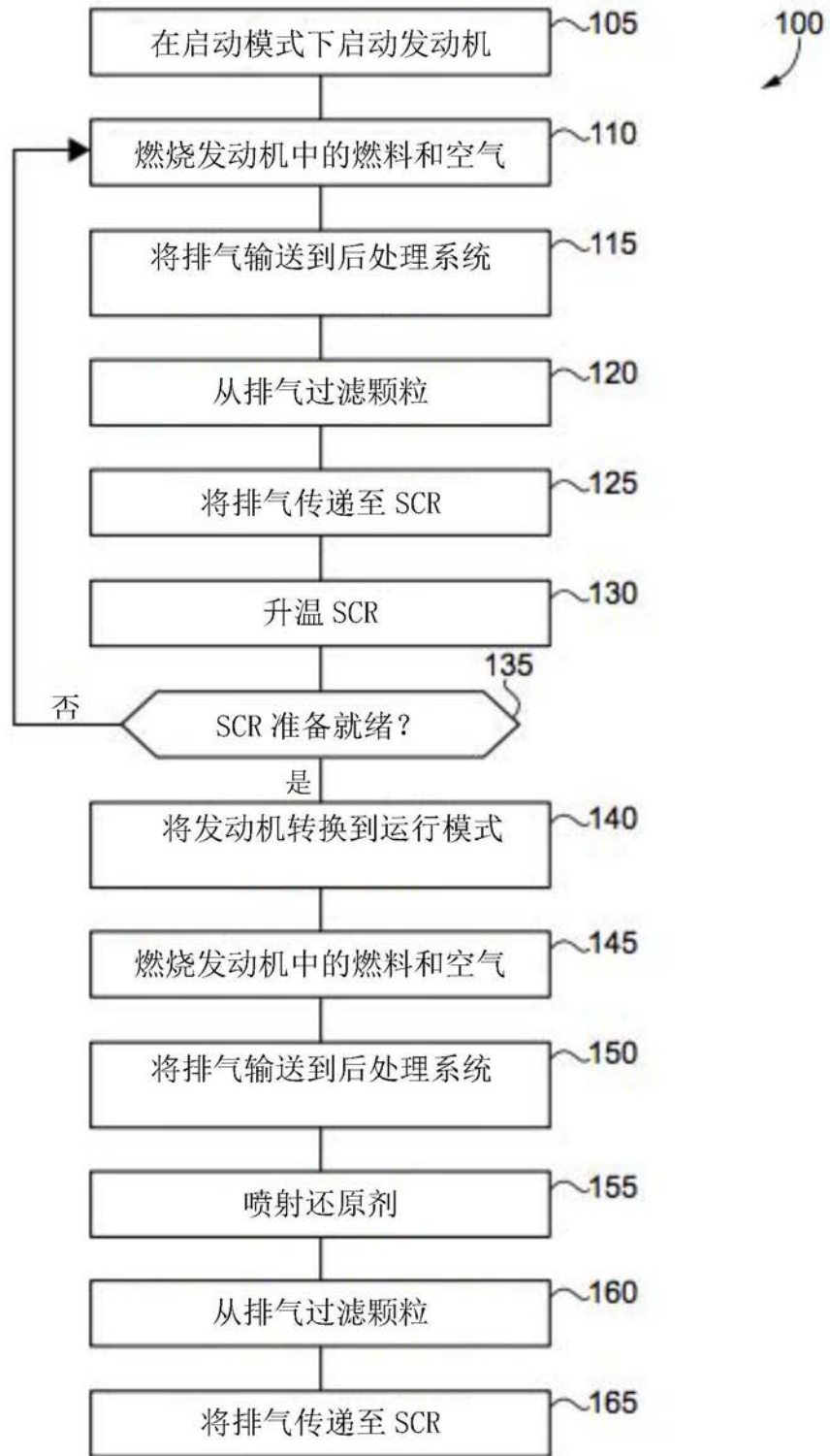


图2