



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108625949 B

(45)授权公告日 2020.08.28

(21)申请号 201810202415.5

(22)申请日 2018.03.12

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108625949 A

(43)申请公布日 2018.10.09

(30)优先权数据
15/467259 2017.03.23 US

(73)专利权人 通用汽车环球科技运作有限
公司
地址 美国密歇根州

(72)发明人 F·毛 Y·Y·王

(74)专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有
限公司 44205
代理人 林伟峰

(51)Int.Cl.
F01N 3/20(2006.01)

(56)对比文件
CN 102454458 A,2012.05.16,
JP 2012145052 A,2012.08.02,
CN 102767413 A,2012.11.07,
JP 6020372 B2,2016.11.02,
US 2016369676 A1,2016.12.22,
DE 102016110980 A1,2016.12.22,
CN 2865834 Y,2007.02.07,

审查员 马帅

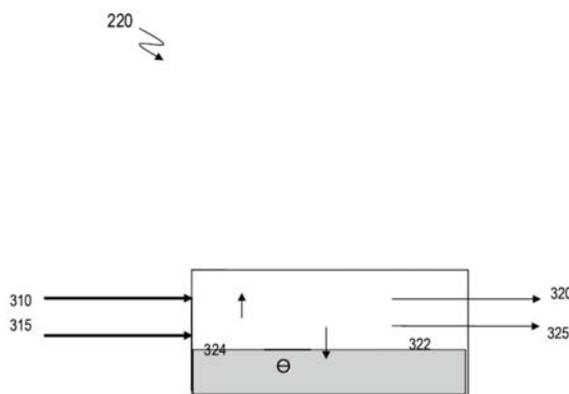
权利要求书1页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

降阶选择性催化还原系统

(57)摘要

描述了用于包括内燃机的机动车辆的排放控制系统的各技术特征。排放控制系统包括流体地包括SCR入口和SCR出口的选择性催化还原(SCR)装置。排放控制系统还包括控制器,该控制器基于排放控制系统中的NO量和NO_x量来计算SCR装置的动力学模型的校正因子。该控制器还使用动力学模型和校正因子来预测SCR装置所输出的NO_x量。该控制器还基于预测的NO_x量将一定量的催化剂输入到SCR装置中。校正因子是SCR入口处的NO量与NO_x量的比值。



1. 一种用于包括内燃机的机动车辆的排放控制系统,所述排放控制系统包括:
流体地包括SCR入口和SCR出口的SCR装置;以及
控制器,所述控制器配置为:
基于所述排放控制系统中的NO量和NO_x量来计算所述SCR装置的动力学模型的校正因子;
使用所述动力学模型和所述校正因子来预测所述SCR装置输出的NO_x量;以及
基于所述预测的NO_x量将一定量的催化剂输入到所述SCR装置中,其中所述校正因子是所述SCR入口处的所述NO量与所述NO_x量的比值。
2. 根据权利要求1所述的排放控制系统,其中所述控制器还配置为:
基于所述SCR装置中的基底的壁的温度来预测所述输出的NO_x量。
3. 根据权利要求2所述的排放控制系统,其中所述控制器基于所述SCR装置中的排气的温度来确定所述基底的所述壁的所述温度。
4. 根据权利要求3所述的排放控制系统,其中所述控制器基于所述SCR入口处的温度与所述排气的所述温度的差值来确定所述基底的所述壁的所述温度。
5. 根据权利要求3所述的排放控制系统,其中所述控制器基于所述SCR出口处的温度与所述排气的所述温度的差值来确定所述基底的所述壁的所述温度。
6. 根据权利要求1所述的排放控制系统,其中所述SCR装置还包括第一罐和第二罐,所述动力学模型是第一动力学模型,并且其中所述第一罐根据所述第一动力学模型操作,而所述第二罐根据第二动力学模型操作,并且只有所述第一动力学模型应用所述校正因子。
7. 一种用于内燃机的排气系统,其配置为执行排气的SCR,所述排气系统包括:
控制器,所述控制器配置为:
计算所述排气系统的SCR装置的动力学模型的校正因子,所述校正因子基于所述排气中的NO量和NO_x量进行计算;
使用所述动力学模型和所述校正因子来预测所述SCR装置输出的NO_x量;以及
基于所述预测的NO_x量将一定量的催化剂输入到所述SCR装置中,其中所述校正因子是所述SCR装置的入口处的所述NO量与所述NO_x量的比值。
8. 根据权利要求7所述的排气系统,其中所述控制器还配置为:
基于所述SCR装置中的SCR基底的壁的温度来预测所述输出的NO_x量。

降阶选择性催化还原系统

背景技术

[0001] 本公开涉及用于内燃机的排气系统,并且更具体地涉及使用选择性催化还原(SCR)单元进行排放控制的排气系统。

[0002] 从内燃发动机(尤其是柴油发动机)排出的排气是不均匀混合物,这种混合物包含气态排放物(诸如一氧化碳(“CO”)、未燃的烃(“HC”)和氮氧化物(“NO_x”))以及构成颗粒物(“PM”)的凝相材料(液体和固体)。通常布置于催化剂载体或基底上的催化剂组合物设置在发动机排气系统中,用作后处理系统的一部分,以便将这些排气成分中的某些或全部转换成不受到监管的排气成分。

[0003] 排气处理系统通常包括选择性催化还原(“SCR”)装置。SCR装置包括基底,该基底上设置有涂层以减少排气中的NO_x的量。典型的排气处理系统还包括喷射还原剂(例如氨(NH₃)、尿素(CO(NH₂)₂等)的还原剂输送系统。SCR装置利用NH₃来对NO_x进行还原。例如,当在适当条件下向SCR装置供给适量的NH₃时,NH₃在SCR催化剂的存在下与NO_x发生反应,从而对NO_x排放物进行还原。但是,如果还原反应速度太慢或者排气中存在有过量的氨,则氨可以从SCR装置中泄漏出去。另一方面,如果排气中的氨过少,则SCR的NO_x转化效率会降低。

发明内容

[0004] 在一个或多个示例中,描述了用于包括内燃机的机动车辆的排放控制系统。排放控制系统包括流体地包括SCR入口和SCR出口的选择性催化还原(SCR)装置。排放控制系统还包括控制器,该控制器基于排放控制系统中的NO量和NO_x量来计算SCR装置的动力学模型的校正因子。控制器还使用动力学模型和校正因子来预测SCR装置输出的NO_x量。控制器还基于预测的NO_x量将一定量的催化剂输入到SCR装置中。校正因子是SCR入口处的NO量与NO_x量的比值。

[0005] 此外,控制器基于SCR装置中基底的壁的温度来预测输出的NO_x量。控制器基于SCR装置中的排气的温度来确定基底的壁的温度。控制器基于SCR入口处的温度与排气的温度的差值来确定基底的壁的温度。替代地或另外地,控制器基于SCR出口处的温度与排气的温度的差值来确定基底的壁的温度。

[0006] 此外,SCR装置还包括第一罐和第二罐,动力学模型是第一动力学模型,并且其中第一罐根据第一动力学模型操作,而第二罐根据第二动力学模型操作,并且只有第一动力学模型应用校正因子。

[0007] 一个或多个示例描述了用于内燃机的排气系统,该排气系统配置为执行排气的选择性催化还原(SCR)。排气系统包括控制器,该控制器计算排气系统的SCR装置的动力学模型的校正因子,该校正因子基于排气中的NO量和NO_x量进行计算。控制器还使用动力学模型和校正因子来预测SCR装置输出的NO_x量。控制器还基于预测的NO_x量将一定量的催化剂输入到SCR装置中。在一个或多个示例中,校正因子是SCR装置的入口处的NO量与NO_x量的比值。控制器基于SCR装置中的SCR基底的壁的温度来预测输出的NO_x量。控制器基于SCR装置中的排气的温度来确定SCR基底的壁的温度。替代地或另外地,控制器基于SCR入口处的温

度与排气的温度的差值来确定SCR基底的壁的温度。替代地或另外地,控制器基于SCR出口处的温度与排气的温度的差值来确定SCR基底的壁的温度。

[0008] 替代地或另外地,SCR装置包括第一罐和第二罐,动力学模型是第一动力学模型,并且其中第一罐根据第一动力学模型操作,而第二罐根据第二动力学模型操作,并且只有第一动力学模型应用校正因子。

[0009] 一个或多个示例描述了控制内燃机的排气系统的选择性催化还原(SCR)装置的设备。该设备包括控制器,该控制器计算排气系统的SCR装置的动力学模型的校正因子,该校正因子基于排气中的NO量和NO_x量进行计算。控制器还使用动力学模型和校正因子来预测SCR装置输出的NO_x量。控制器还基于预测的NO_x量将一定量的催化剂输入到SCR装置中。在一个或多个示例中,校正因子是SCR装置的入口处的NO量与NO_x量的比值。

[0010] 在一个或多个示例中,控制器基于SCR装置中的SCR基底的壁的温度来预测输出的NO_x量。此外,控制器基于SCR入口处的温度与排气的温度的差值来确定SCR基底的壁的温度。替代地或另外地,控制器基于SCR出口处的温度与排气的温度的差值来确定SCR基底的壁的温度。

[0011] 此外,SCR装置包括第一罐和第二罐,动力学模型是第一动力学模型,并且其中第一罐根据第一动力学模型操作,而第二罐根据第二动力学模型操作,并且只有第一动力学模型应用校正因子。

[0012] 结合附图,根据以下详细描述,本公开的以上特征和优点以及其他特征和优点将变得显而易见。

附图说明

[0013] 其他特征、优点和细节仅作为示例出现在以下参考了附图的具体实施方式中,在附图中:

[0014] 图1描绘了根据一个或多个实施例的包括内燃机和排放控制系统的机动车辆;

[0015] 图2是描绘了根据一个或多个实施例的排放控制系统的框图;

[0016] 图3是描绘了根据一个或多个实施例的SCR装置的框图;

[0017] 图4示出了根据一个或多个实施例的排放控制系统的估计NO_x浓度值的示例性改进;

[0018] 图5示出了根据一个或多个实施例的用于将温度模型与SCR动力学模型相结合的示例性温度测量和计算;

[0019] 图6示出了根据一个或多个实施例的在使用温度模型之前和之后的NO_x及NH₃预测的示例性改进;以及

[0020] 图7示出了根据一个或多个实施例的双罐式SCR装置。

具体实施方式

[0021] 以下描述在本质上仅仅是示例性的,并不旨在限制本公开、其应用或用途。应该理解,在整个本附图中,对应的附图标记表示相同或对应的部分及特征。如本文所用,术语“模块”是指处理电路,该处理电路可以包括专用集成电路(ASIC)、电子电路、执行一个或多个软件或固件程序的处理器(共享、专用或群组)和存储器模块、组合逻辑电路和/或提供所述

功能的其他合适组件。

[0022] 根据示例性实施例的一个方面,机动车辆在图1中整体上用10表示。机动车辆10是示出为皮卡车的形式。应该理解的是,机动车辆10可以采用各种形式,包括汽车、商业运输工具、海上运输工具等。机动车辆10包括具有发动机舱14、乘客舱15和载货台17的主体12。发动机舱14容纳内燃机系统24,该内燃机系统在所示的示例性实施例中可以包括柴油发动机26。内燃机系统24包括流体连接至后处理或排放控制系统34的排气系统30。内燃机系统24产生的排气通过排放控制系统34,从而减少了可以通过排气出口管36离开进入到环境中去的排放物。

[0023] 图2示出了根据一个或多个实施例的排放控制系统34的示例性部件。应该注意的是,尽管在上面的示例中内燃机系统24包括柴油发动机26,但是,这里描述的排放控制系统34可以在各种发动机系统中实施。这样的发动机系统可以包括(例如但不限于)柴油发动机系统和汽油发动机系统。

[0024] 排放控制系统34通常包括一个或多个排气导管214以及一个或多个排气处理装置。排气处理装置包括但不限于氧化催化剂装置(“OC”)218和选择性催化还原过滤器(SCRF)220。

[0025] 可以包括若干段的排气导管214将来自发动机26的排气216输送到排放控制系统34的各种排气处理装置218、220。可以理解的是,OC 218可以是本领域已知的各种流通式氧化催化剂装置。在各种实施例中,OC 218可以包括流通式金属或陶瓷单体基底224,此基底包裹在膨胀垫或其他在受热时发生膨胀的合适载体中,从而将基底固定并使其具有绝缘性。基底224可以封装在具有与排气导管214流体连通的入口和出口的不锈钢壳体或筒罐中。基底224可以包括设置在其上的氧化催化剂化合物。氧化催化剂化合物可以作为涂层进行施加,并且可以包含铂族金属(如铂(Pt)、钯(Pd)、铑(Rh))或其他合适的氧化催化剂或其组合。OC 218用于处理未燃烧的气态及非挥发性HC和CO,而它们经过氧化后形成二氧化碳和水。涂层包括具有不同组成的材料层,该材料层设置在单体基底或下方的涂层的表面上。催化剂可以含有一个或多个涂层,并且每个涂层可以具有独特的化学催化功能。用于实现SCR功能和NH₃氧化功能的催化剂组合物可以位于基底上的不连续涂层中,或者替代地,用于实现SCR和NH₃氧化功能的组合物可以位于基底上的不连续纵向区域中。

[0026] SCRF 220可以设置在OC 218的下游。SCRF 220包括配置为从排气216中去除碳和其它颗粒物质的过滤器部分222。在至少一个示例性实施例中,过滤器部分222形成为颗粒过滤器(PF),例如柴油颗粒过滤器(DPF)。过滤器部分(即PF)可以例如使用陶瓷壁流单体排气过滤器基底来构造而成;此基底封装在坚硬的耐热壳体或筒罐中。过滤器部分222具有与排气导管214流体连通的入口和出口,并且可以在排气216从其中流过时捕获颗粒物质。可以理解的是,陶瓷壁流单体过滤器基底在本质上仅仅是示例性的,并且过滤器部分222可以包括其他过滤器装置,例如缠绕或填充式纤维过滤器、开孔泡沫、烧结金属纤维等。在一个或多个示例中,排放控制系统34还可以执行通过燃烧在过滤器基底中捕集到的颗粒物质来再生过滤器部分222的再生过程。

[0027] 设置在过滤器部分222上的含有涂层的催化剂配置为还原排气216中的NO_x成分。SCRF 220可以使用还原剂(例如氨(NH₃))来还原NO_x。含有涂层的催化剂可以含有沸石和一种或多种可有效地用于在NH₃的存在下转化排气216的NO_x成分的贱金属组分,如铁(Fe)、钴

(Co)、铜(Cu)或钒(V)。SCR220所使用的还原剂NH₃可以由固体、气体、液体或尿素水溶液形式的材料产生,并且可以与空气进行混合,有助于分散由还原剂输送系统所产生的喷射喷雾。

[0028] 排放控制系统34还可以包括至少一个压力传感器230(例如,Δ压力传感器)。Δ压力传感器230可以确定SCR220上的压力差(即Δp)。尽管示出了单个Δ压力传感器230,但是可以理解的是,可以使用多个压力传感器来确定SCR220的压力差。例如,第一压力传感器可以设置在SCR220的入口处,而第二压力传感器可以设置在SCR220的出口处。因此,由第二Δ压力传感器检测到的压力与由第一Δ压力传感器检测到的压力之间的差值可以指示出SCR220上的压力差。

[0029] 排放控制系统34还包括将还原剂引入到排气216的还原剂输送系统232。还原剂输送系统232包括还原剂供应器234、喷射器236和控制模块238。还原剂供应器234储存还原剂235并且与喷射器236流体连通。还原剂235可以包括但不限于NH₃。因此,喷射器236可以将可选量的还原剂235喷射到排气导管214中,这样在SCR220上游的位置处,还原剂235被引入到排气216。

[0030] 控制模块238可以基于由传感器提供的感测数据和/或存储在存储器中的建模数据来控制发动机26、还原剂输送系统232和再生过程。在各种实施例中,控制模块238基于一个或多个感测和/或建模输入(其基于本公开的诊断方法和系统),进一步诊断排放控制系统34的一个或多个子系统和/或装置。在一个示例中,控制模块238与多个温度传感器240电连通。第一温度传感器240可以设置在OC218的出口处,第二温度传感器240设置在SCR220的上游,而第三温度传感器240设置在SCR220的下游。应该注意的是,附加的温度传感器240可以用于监测催化剂温度,例如,排放控制系统34的OC和SCR催化剂温度和/或其他部件。在一个或多个示例中,可以通过监测OC218的排气的温度来监测催化剂温度。温度传感器240感测排放控制系统34中相应部件的温度或预定热区域的温度,并基于此产生相应的温度信号。例如,温度传感器240可以输出指示SCR220的SCR温度、催化剂温度等的温度信号。

[0031] 替代地或另外地,控制模块238接收来自一个或多个温度传感器240的温度信号,并确定排放控制系统34的一个或多个部件和/或热区域的绝对温度,例如SCR220(即SCR温度)。

[0032] 控制模块238根据还原剂存储模型来控制喷射器236的操作。还原剂存储模型可以用来确定待存储在SCR220上的还原剂235的量。控制模块238可以基于SCR220的温度梯度来确定与还原剂存储模型相对应的校正系数,并且可以更精确地控制由喷射器236提供的喷射还原剂的量。因此,可以更有效地利用还原剂35的供应。

[0033] SCR220可以是单罐式SCR装置,或者可以是多罐式SCR装置,如双罐式SCR装置。当气体经过催化剂基底时,SCR220促进了NO_x还原反应。在进入催化剂基底之前,氨或其他还原剂(如尿素)被喷射并与排气进行混合。在一个或多个示例中,SCR220包括NO_x吸附器或NO_x捕集器(也称为稀NO_x捕集器(LNT)),其是对NO_x进行还原的装置。替代地或另外地,进入的NH₃气体中的一部分或全部被SCR220的表面壁吸附,并且一部分NH₃气体可以因解吸作用而逸出。

[0034] 图3示出了根据一个或多个实施例的通过SCR220的排气216的示例性流动。控制

模块238测量排气216的流量(F)和气体的浓度C。例如,SCR 220将NO_x 310的输入流量确定为 $FC_{NO_x, in}$,其中F是进入气体216的体积,而 $C_{NO_x, in}$ 是进入气体216中的NO_x的入口浓度。类似地, $FC_{NH_3, in}$ 是进入气体216中的NH₃315的流量的体积,其中 $C_{NH_3, in}$ 是NH₃的入口浓度。此外,通过补偿吸附量322和解吸量324以及在催化剂表面上的反应量,控制模块238可以将 C_{NH_3} 确定为NH₃的SCR浓度并将 C_{NO_x} 确定为NO_x的SCR浓度。

[0035] 因此, FC_{NO_x} 是NO_x通过SCR 220的出口的NO_x出口体积流量320。在一个或多个示例中,控制模块238可以将 $W_{NO_x}FC_{NO_x}$ 确定为NO_x的质量流量,其中 W_{NO_x} 是NO_x的分子量。类似地,对于NH₃而言,出口体积流量325是 FC_{NH_3} ,其中NH₃的质量流量是 $W_{NH_3}FC_{NH_3}$ 。

[0036] SCR 220必须精确地控制还原剂喷射速率,例如产生氨的尿素水溶液喷射速率。如果喷射不足,则可能导致相当低的NO_x转化。喷射速率过高则会导致氨释放到大气中。SCR系统的这些氨排放被称为氨泄漏。在比所设计的最佳NH₃/NO_x比值更高的比值下,氨泄漏会增加。

[0037] 本文描述的技术特征有助于控制模块238计算SCR 220下游的NH₃的估计浓度,从而利于控制模块238喷射适量的氨,进而减少这种氨泄漏。本文的技术特征通过如下方式改进了SCR 220的操作:帮助控制模块238使用温度信号来修改由SCR 220使用的SCR动力学模型,进而预测出NH₃浓度。例如,本文的技术特征将SCR动力学模型与涂层温度信号(其也可以被称为催化剂温度信号)相结合起来。

[0038] 替代地或另外地,本文的技术特征通过将SCR动力学模型与校正因子相结合来改进SCR 220的操作,其中校正因子是计算为R比值,此R比值为NO/NO_x的比值。在一个或多个示例中,基于SCR 220入口处的NO和NO_x的浓度来计算比值。替代地或另外地,在SCR 220出口处计算比值。R比值表示气体216中的其他氮氧化物中的NO浓度。

[0039] NO的浓度可以受到在入口处释放或输送的NH₃的浓度的影响,并且还可以受到排气216的操作温度和/或SCR 220内的操作温度的影响。例如,在使氨入口浓度升高时,NO转化率增加,这对于180至340°C的温度来说更为明显。相反,在更高温度下,反应速率开始降低,转化率受到NH₃浓度升高的影响变小。因此,R比值可以是排气温度的函数。因此,控制模块238可以基于来自温度传感器440的输入来确定R比值校正因子,从而具体地提供排气温度(T_{gas})。例如,控制模块238可以使用预定计算来基于 T_{gas} 确定R比值。替代地或另外地,控制模块238针对与 T_{gas} 相对应的R比值访问查找表。

[0040] 此外,在一个或多个示例中,R比值是预定常数。

[0041] 通过用涂层温度和R比值修改SCR模型,本文的技术特征改进了对SCR催化剂输出的预测。此外,使用这种特征的改进SCR模型提高了控制模块238的计算速度,因此有利于对SCR的SCR 220进行基本上实时和闭环的控制。因此,本文描述的技术特征有利于实现改进的SCR模型,此模型可以用在基于SCR的排放控制系统(例如柴油机后处理SCR系统)中,以缩短计算时间,并且继而改善SCR转化效率并减少NH₃泄漏。

[0042] 例如,控制模块238根据降阶SCR动力学模型(例如下文的三阶模型)来计算NO_x(\dot{C}_{NO_x})浓度和NH₃(\dot{C}_{NH_3})浓度的估计值以及氨覆盖率($\dot{\theta}$)。动力学模型估计SCR 220下游的值。下面的动力学模型应用本文描述的R比值校正因子。

$$[0043] \quad \begin{cases} \dot{C}_{NOx} = \frac{1}{V} (FC_{NOx,in} - FC_{NOx} - r_{RED-ST} R \Theta \theta C_{NOx} - r_{RED-FAST} R(1-R) C_{NOx}^2 \Theta \theta) \\ \dot{\theta} = r_{ADS} C_{NH_3} (1-\theta) - r_{DES} \theta - r_{RED-ST} R C_{NOx} \theta - r_{RED-FAST} R(1-R) C_{NOx}^2 \theta - r_{OXY} \theta \\ \dot{C}_{NH_3} = \frac{1}{V} (FC_{NH_3,in} - FC_{NH_3} - r_{ADS} \Theta C_{NH_3} (1-\theta) + r_{DES} \Theta \theta) \\ R = NO / NOx \end{cases}$$

[0044] $\Theta \Rightarrow$ (氨存储能力)

[0045] $\theta \Rightarrow$ (氨覆盖率)

[0046] $\dot{C}_i \Rightarrow$ (物质浓度)

[0047] $F \Rightarrow$ (排放流)

[0048] $T = T_w \Rightarrow$ (催化剂温度)

[0049] 在上述模型中,

[0050] 应该注意的是,上述模型中的温度T可以在排放控制系统的不同点处进行测量。例如,排气温度、环境温度、入口温度、出口温度,等等。本文的技术特征使用一个或多个温度测量值来计算SCR 220的壁的估计温度,在此被称为 T_{wall} 。在一个或多个示例中,温度传感器240可以包括对直接使用的壁的温度进行监测的温度传感器。

[0051] 此外,该模型使用一个或多个速率(r_i),其中每个速率都是温度T的函数。速率及其随温度变化进行的计算如下。

$$[0052] \quad r_{ADS}(T) = K_{ADS} e^{\left(\frac{-E_{ADS}}{RT}\right)} \Rightarrow \text{(吸附率)}$$

$$[0053] \quad r_{DES}(T) = K_{DES} e^{\left(\frac{E_{DES}}{RT}\right)} \Rightarrow \text{(解吸率)}$$

$$[0054] \quad r_{RED-ST}(T) = K_{RED-ST} e^{\left(\frac{-E_{RED-ST}}{RT}\right)} \Rightarrow \text{(标准NO}_x\text{还原率)}$$

$$[0055] \quad r_{RED-FAST}(T) = K_{RED-FAST} e^{\left(\frac{-E_{RED-FAST}}{RT}\right)} \Rightarrow \text{(快速NO}_x\text{还原率)}$$

$$[0056] \quad r_{OXY}(T) = K_{OXY} e^{\left(\frac{-E_{OXY}}{RT}\right)} \Rightarrow \text{(NH}_3\text{氧化率)}$$

[0057] 这里, K_i 是预定常数,此常数对于每个速率而言可以是可配置的。 E_i 是相应反应(吸附、解吸和NO_x转化等)的活化能。 K_i 和 E_i 都是基于SCR催化剂配方确定的。按照上述指数项使用的R是理想的气体流常数(而不是前面所述的R比值校正因子)。

[0058] 上述SCR动力学模型也可以通过将 r_{RED-ST} 和 $r_{RED-FAST}$ 结合到 r_{red} 中来进行表示,具体如下。

$$[0059] \quad \begin{cases} \dot{C}_{NOx} = \frac{1}{V} (FC_{NOx,in} - FC_{NOx} - r_{RED}(T,R) \Theta \theta C_{NOx}) \\ \dot{\theta} = r_{ADS} C_{NH_3} (1-\theta) - r_{DES} \theta - r_{RED}(T,R) C_{NOx} \theta - r_{OXY} \theta \\ \dot{C}_{NH_3} = \frac{1}{V} (FC_{NH_3,in} - FC_{NH_3} - r_{ADS} \Theta C_{NH_3} (1-\theta) + r_{DES} \Theta \theta) \\ R = NO / NOx \end{cases}$$

[0060] 此外,通过设定 $\dot{C}_{NOx}=0$ 且 $\dot{C}_{NH3}=0$,可以将3阶动力学模型降至1阶动力学模型。因此,

$$[0061] \quad \begin{cases} 0 = \frac{1}{V}(FC_{NOx,in} - FC_{NOx} - r_{RED}(T, R)\Theta\theta C_{NOx}) \\ \dot{\theta} = r_{ADS}C_{NH_3}(1-\theta) - r_{DES}\theta - r_{RED}(T, R)C_{NOx}\theta - r_{OXY}\theta \\ 0 = \frac{1}{V}(FC_{NH_3,in} - FC_{NH_3} - r_{ADS}\Theta C_{NH_3}(1-\theta) + r_{DES}\Theta\theta) \\ R = NO / NOx \end{cases}$$

[0062] 应该注意的是,SCR动力学模型是闭环系统,其中, NO_x 下游的估计 \dot{C}_{NOx} 浓度和 NH_3 下游的估计 \dot{C}_{NH_3} 浓度经受了时间延迟,并且使用低通滤波器进行过滤,以使在动力学模型中确定的浓度适应排气系统的实际状况。因此,该延迟将到达下游传感器位置(未示出)的输送延迟考虑在内,并且低通滤波将传感器的时间常数考虑在内。由动力学模型输出经过时间延迟和低通滤波的下游的估计 NO_x 浓度。

[0063] 控制模块238通过使用R比值校正因子来改善SCR动力学模型的精确度。通过模型估计的下游 NO_x 浓度处于由 NO_x 传感器测量出的实际 NO_x 浓度的预定阈值内。在一个或多个示例中,响应于估计 NO_x 浓度与实际测量 NO_x 浓度之间的差值高于预定阈值,控制模块238可以使车辆提供诸如检查发动机灯之类的错误信号,或者任何其他视听错误信号。图4示出了在考虑R比值校正因子时由控制模块238估计的 NO_x 浓度值的示例性改进。应该注意的是,图4中示出的改进是说明性的,并且在其他示例中,这些改进可以有所不同,和/或输出可以有所不同。

[0064] 此外,控制模块238将动力学模型与催化剂温度热模型相结合,从而在SCR NO_x 转化效率取决于除了气相温度以外的催化剂壁温度的基础上进一步改进模型精确度。

[0065] 图5示出了根据一个或多个实施例的控制模块238用来将温度模型与动力学模型相结合的示例性温度测量和计算。温度传感器240用于测量SCR 220的入口(T_{in}) 510以及出口(T_{out}) 520处的排气216的温度。在一个或多个示例中,SCR内的排气216的温度基于入口温度和出口温度被计算为 T_{gas} 540,其中 $T_{gas} = (T_{in} + T_{out}) / 2$ 。此外,其中一个温度传感器240测量环境温度 $T_{环境}$ 530。

[0066] 控制模块238使用上述值来确定SCR 220的壁的温度,称为壁温度 T_{wall} 550。在一个或多个示例中,基于诸如以下的温度模型来计算 T_{wall} 550,其中h是热传递系数,是SCR 220的截面区域上的热传递。

$$[0067] \quad m \frac{dT_{wall}}{dt} = hS(T_{gas} - T_{wall}) + h_0S_0(T_{amb} - T_{wall}) + c \cdot f_{dead_zone}(T_{in} - T_{out})$$

[0068] 替代地, T_{wall} 550采用模型进行计算。

$$[0069] \quad m \frac{dT_{wall}}{dt} = hS(T_{gas} - T_{wall}) + h_0S_0(T_{amb} - T_{wall}) + c \cdot f_{dead_zone}(T_{gas} - T_{out})$$

[0070] 在又一个示例中, T_{wall} 550采用模型进行计算。

$$[0071] \quad m \frac{dT_{wall}}{dt} = hS(T_{gas} - T_{wall}) + h_0S_0(T_{amb} - T_{wall}) + c \cdot f_{dead_zone}(T_{in} - T_{gas})$$

[0072] 此外,在另一个示例中, T_{wall} 550采用模型进行计算。

$$[0073] \quad m \frac{dT_{wall}}{dt} = hS(T_{gas} - T_{wall}) + h_0 S_0 (T_{amb} - T_{wall}) + f_{dead_zone} \left(\frac{1}{\tau_s + 1} \frac{dT_{gas}}{dt} \right)$$

[0074] 在又一个示例中, T_{wall} 550采用模型进行计算。

$$[0075] \quad m \frac{dT_{w0}}{dt} = hS(T_{gas} - T_{w0}) + h_0 S_0 (T_{amb} - T_{w0})$$

$$[0076] \quad T_{wall} = T_{w0} + c \cdot f_{dead_zone} (T_{gas} - T_{out})$$

[0077] 其中 T_{w0} 是用于计算 T_{wall} 的状态变量。

[0078] 在上述模型中, f_{dead_zone} 是消除与稳定状态相对应的温度值的滤波器,如带通滤波器。例如,如果针对滤波器 f_{dead_zone} 的输入处于待滤波的预定范围内,则滤波器输出,使得 $T_{wall} = T_{w0}$ 。如果输入超出了滤波器范围,则滤波器 f_{dead_zone} 根据比例因子 c 改变该输入的比例。此外,例如, c 是可配置值。 T_{wall} 有助于控制模块238模拟出沿着SCR 220轴线的温度梯度变化,从而提高动力学模型的精确度。

[0079] 将SCR动力学模型与上述涂层温度模型之一相结合使得SCR动力学模型在 NO_x 预测以及 NH_3 预测方面提高了例如超过30%。图6示出了根据一个或多个实施例的在使用温度模型之前和之后的 NO_x 及 NH_3 预测的示例性改进。图6进一步示出了与使用 T_{gas} 540相比使用 T_{wall} 550所提供的改进。应该注意的是,图6中示出的改进是说明性的,并且在其他示例中,这些改进可以有所不同,和/或输出可以有所不同。

[0080] 如果SCR 220包括发生了SCR反应的一个以上的罐(或阶段),则可以进一步使用本文描述的技术特征。例如,图7示出了双罐式SCR 220。两个罐710和720可以具有不同的体积容量,诸如六四分、七三分等。罐可以沿着基底224的纵向轴线布置。

[0081] 在一个或多个实例中,第一罐710通过选择性催化还原去除 NO_x ,而第二罐可以对氨和烃进行氧化。替代地或另外地,SCR 220可以包括对一氧化碳和烃进行氧化的第三罐(未示出),并且第二罐720仅对氨进行氧化。这种分离有利于CO和HC的氧化,使得第三罐中可以进入CO和HC,实现点燃和氧化。

[0082] 与排气216中的 NO_x 和排放物中的其他氮氧化物相比,进入的排气216中的 NO_2 在第一SCR罐710内在SCR 220中具有更快的反应。通常情况下,所有 NO_2 在第一罐710中被还原成 N_2 和 H_2O 。因此,在第一罐710中存在有不同的 NO_2 和 NO 等式,并且R比值校正因子仅应用于第一罐710,这是因为第二罐720仅具有 NO 反应(即,第二罐720中的反应未被应用R比值校正因子)。

[0083] 因此,控制模块238将不同的模型用于第一罐710和第二罐720,例如

$$[0084] \quad \text{罐-I} \Rightarrow \begin{cases} 0 = (FC_{NO,in} - FC_{NO} - r_{RED-ST} C_{NO} \Theta \theta - 0.5 \cdot r_{RED-FAST} C_{NO} C_{NO_2} \Theta \theta) \\ 0 = (FC_{NO_2,in} - FC_{NO_2} - 0.5 \cdot r_{RED-FAST} C_{NO} C_{NO_2} \Theta \theta) \\ \dot{\theta} = r_{ADS} C_{NH_3} (1 - \theta) - r_{DES} \theta - r_{RED-ST} C_{NO} \theta - r_{RED-FAST} C_{NO} C_{NO_2} \theta - r_{OXY} \theta \\ 0 = (FC_{NH_3,in} - FC_{NH_3} - r_{ADS} \Theta C_{NH_3} (1 - \theta) + r_{DES} \Theta \theta) \end{cases} \text{ 以及};$$

$$[0085] \quad \left\{ \begin{array}{l} 0 = \frac{1}{V} (FC_{NOx,in} - FC_{NOx} - r_{RED} \Theta \theta C_{NOx}) \\ \dot{\theta} = r_{ADS} C_{NH_3} (1 - \theta) - r_{DES} \theta - r_{RED} C_{NOx} \theta - r_{OXY} \theta \\ 0 = \frac{1}{V} (FC_{NH_3,in} - FC_{NH_3} - r_{ADS} \Theta C_{NH_3} (1 - \theta) + r_{DES} \Theta \theta) \end{array} \right. \quad \text{罐-II} \Rightarrow \quad \circ$$

[0086] R比值校正因子仅应用于第一罐710的模型,从而得到

$$[0087] \quad \left\{ \begin{array}{l} 0 = \frac{1}{V} (FC_{NOx,in} - FC_{NOx} - r_{RED}(T, R) \Theta \theta C_{NOx}) \\ \dot{\theta} = r_{ADS} C_{NH_3} (1 - \theta) - r_{DES} \theta - r_{RED}(T, R) C_{NOx} \theta - r_{OXY} \theta \\ 0 = \frac{1}{V} (FC_{NH_3,in} - FC_{NH_3} - r_{ADS} \Theta C_{NH_3} (1 - \theta) + r_{DES} \Theta \theta) \\ R = NO / NOx \end{array} \right. \quad \text{罐-I}_R \text{比值} \Rightarrow \quad \circ$$

[0088] 壁温度模型应用于第一罐710和第二罐720两者,以提高双罐式模型的估计值的精确度。

[0089] 作为延伸,在具有两个以上罐的SCR 220的情况下,R比值校正因子仅应用于序列中的第一罐,而壁温度模型用于所有罐。

[0090] 应注意,本文描述的动力学模型是一个示例,并且在其他示例中,可以使用不同的动力学模型来预测NO_x、NH₃和氨存储量。

[0091] 本文的技术特征有助于排放控制系统通过使用SCR动力学模型来计算SCR装置下游的估计NO_x和NH₃浓度值。此外,本文的技术特征通过如下方式来提高估计值的精确度:基于SCR入口处的NO/NO_x比值,计算出R比值校正因子。各技术特征进一步提高了基于SCR装置的壁温度模型的估计值的精确度。因为本文的技术特征将SCR动力学模型降到了一阶等式,所以也可以更快地执行估计值的计算,从而提高ECU等控制器的性能。因此,控制器可以实时地或几乎实时地控制SCR装置。

[0092] 此外,本文的技术特征有助于排放控制系统减少氨泄漏。各技术特征有利于更高效且更精确地计算出SCR装置下游的估计NO_x和NH₃浓度,从而使得控制器能够提供适量的催化剂,减少氨泄漏。

[0093] 术语“约”和“基本上”旨在包括与基于申请提交时可用设备的具体数值的测量相关的误差程度。例如,“约”可以包括给定值的±8%或5%或2%的范围。

[0094] 虽然已参考示例性实施例对上述公开内容进行了描述,但是本领域的技术人员将会理解的是,在不脱离本公开的范围的情况下,可以做出各种改变并且可以用等同物来替代本公开的元件。此外,在不脱离本公开的本质范围的情况下,可以做出许多修改以使具体情形或材料适应于本公开的教义。因此,本公开意图是不受到所公开的具体实施例的局限,而是将包括落入本公开的范围内的所有实施例。

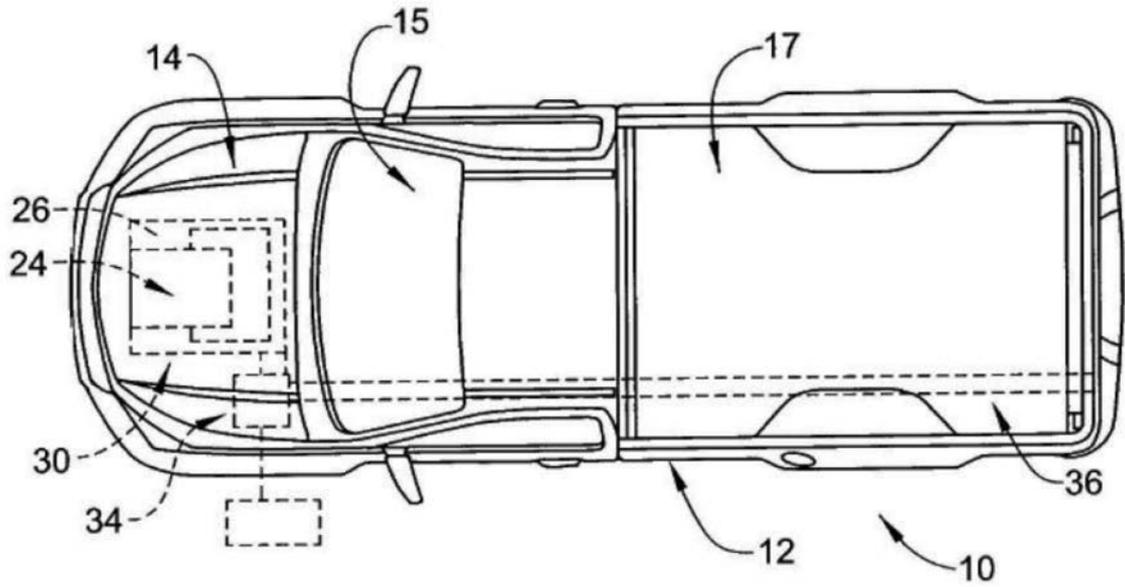


图1

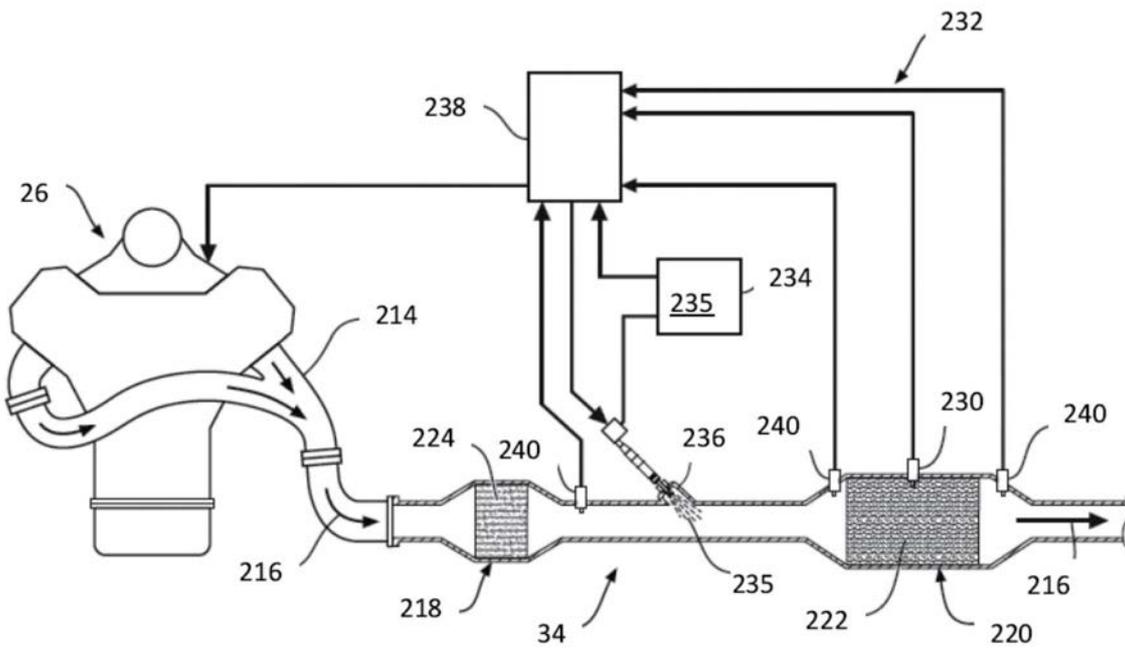


图2

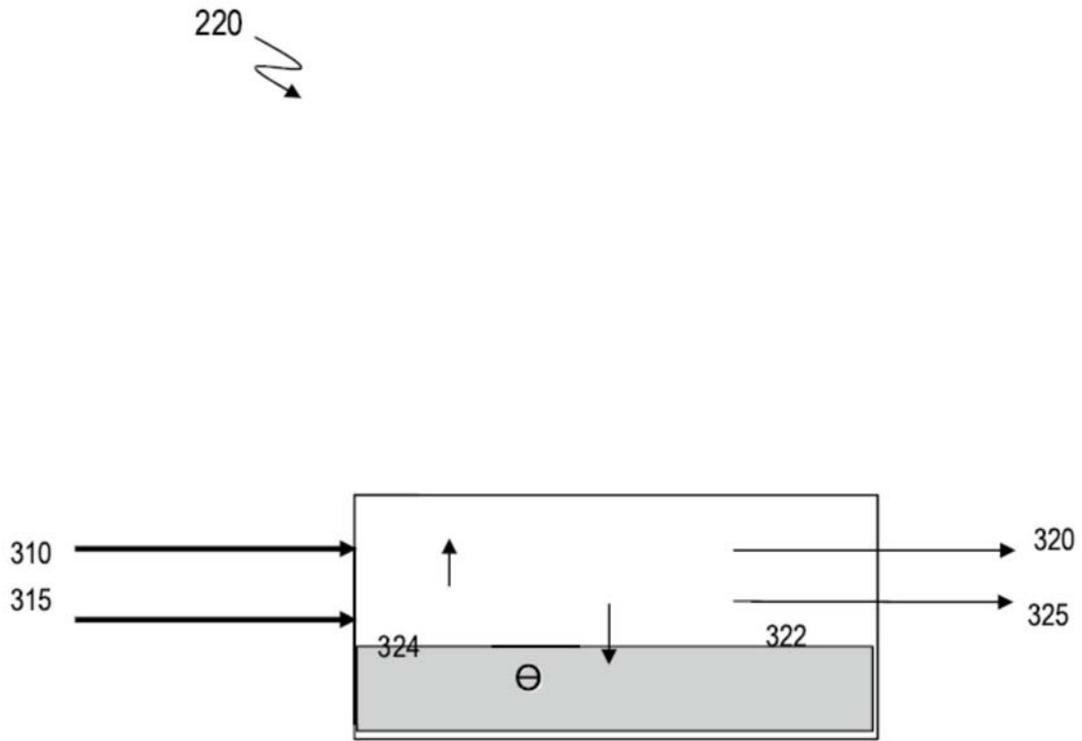


图3

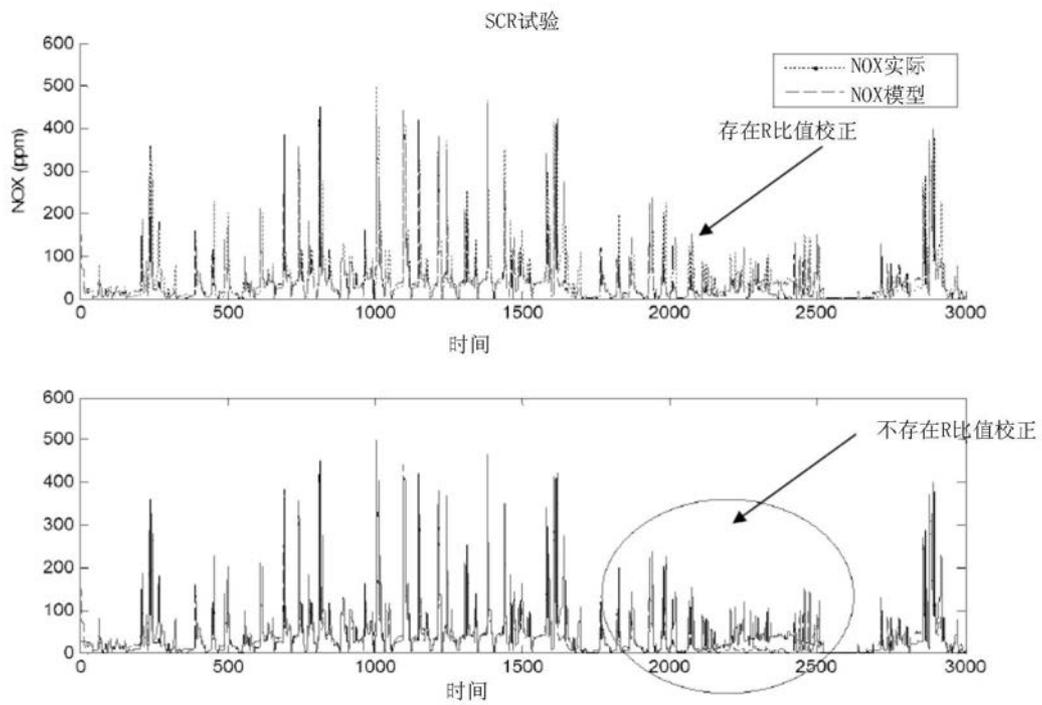


图4

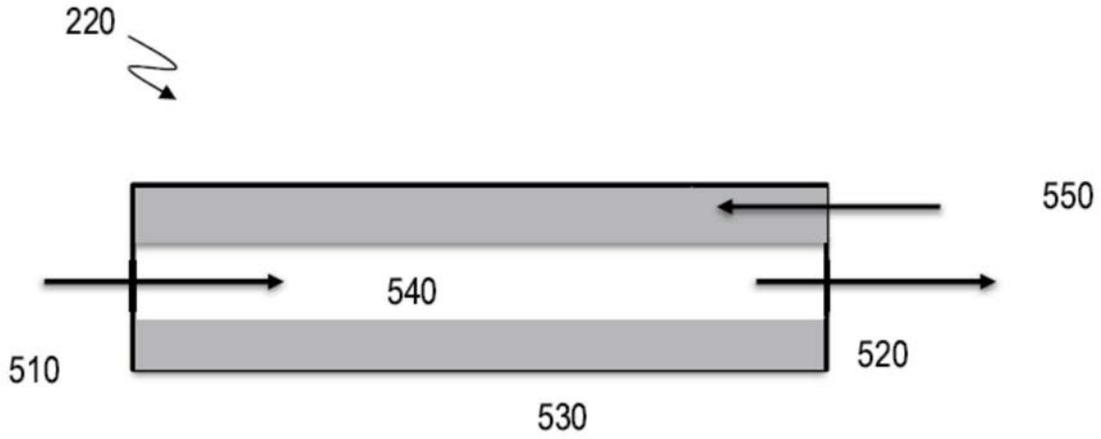


图5

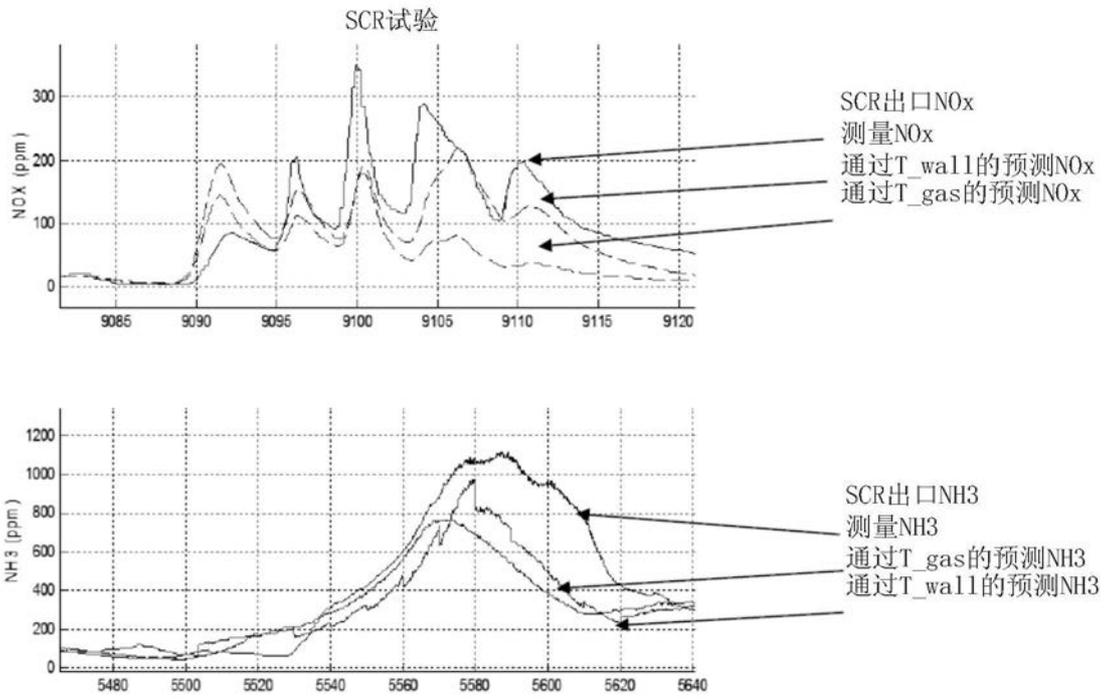


图6

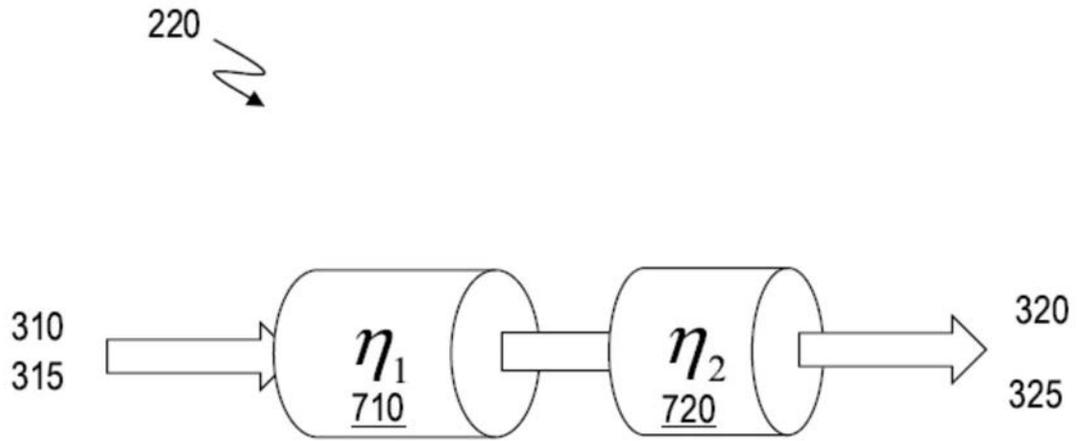


图7