

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B01D 53/94 (2006.01)

F01N 3/08 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 98812734.2

[45] 授权公告日 2006 年 7 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 1262336C

[22] 申请日 1998.12.10 [21] 申请号 98812734.2

[30] 优先权

[32] 1997.12.29 [33] DE [31] 19758018.1

[86] 国际申请 PCT/EP1998/008061 1998.12.10

[87] 国际公布 WO1999/033548 德 1999.7.8

[85] 进入国家阶段日期 2000.6.28

[71] 专利权人 大众汽车有限公司

地址 德国沃尔夫斯堡

[72] 发明人 U·瓦沙茨 U.-D. 斯坦德特

审查员 刘新民

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 苏娟

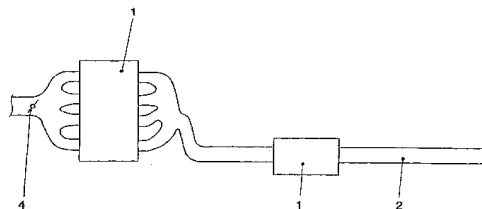
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 1 页

[54] 发明名称

内燃机的 NO_x 存储转化器的再生方法和装置

[57] 摘要

具有多于一个缸的内燃机的废气净化装置，带有一个安装在内燃机后面的 NO_x 存储转化器，其中废气连续流过该 NO_x 存储转化器，使得当机器稀薄燃烧时 NO_x 在 NO_x 存储转化器中被吸收，当废气中氧气浓度下降时释放 NO_x，使得在 NO_x 释放阶段机器的毛 λ 值稍高于理论比例 $\lambda = 1$ 。为了生成接近理论值的毛 λ 值 ≥ 1 的废气流，选择性地使一部分缸单独富油燃烧，而另一部分缸继续稀薄燃烧。



1. 用于 NO_x 存储转化器的 NO_x 和 SO_x 再生的方法, 该 NO_x 存储转化器装在具有多于一个缸的内燃机的废气净化设备中, 其中为了再生 NO_x 存储转化器, 增大废气中还原剂的质量流, 其特征在于, 借助
5 控制单元使部分缸稀薄燃烧 $\lambda > 1$ 而另一部分缸富油燃烧 $\lambda < 1$, 但对所有缸平均 $\lambda \geq 1$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 在再生过程中部分缸以 $\lambda \leq 0.95$ 运转。

3. 根据权利要求 1 所述方法, 其特征在于, 在再生过程中部分
10 缸以 $\lambda \leq 0.85$ 运转。

4. 根据权利要求 1~3 中之一所述的方法, 其特征在于, 缸的选择性调整在无负荷变化的恒定运转阶段完成。

5. 根据权利要求 1~3 中之一所述的方法, 其特征在于, 半数缸在富油燃烧状态运行。

6. 根据权利要求 1~3 中之一所述的方法, 其特征在于, 控制单元在怠速、滑转和/或发动机负荷 $\leq$ 最大发动机额定负荷的 25% 时进行缸选择性的轮流调整。
15

7. 用于 NO_x 存储转化器的 NO_x 和 SO_x 再生的装置, 其装在具有多于一个缸的内燃机的废气净化设备中, 为了再生 NO_x 存储转化器而增大废气中的还原剂质量流, 其特征在于, 该装置包括控制单元, 借助该控制单元使部分缸稀薄燃烧 $\lambda > 1$ 而另一部分缸富油燃烧 $\lambda < 1$, 但对所有缸平均 $\lambda \geq 1$ 。
20

8. 根据权利要求 7 所述的装置, 其特征在于, 内燃机是一四冲程发动机。

9. 根据权利要求 7 所述的装置, 其特征在于, 内燃机是直接喷射式。
25

内燃机的 NO_x 存储转化器的再生方法和装置

技术领域

本发明涉及一种内燃机如稀混合气发动机 (Mager-Mix-Motor)、DI 发动机或者柴油发动机的 NO_x 存储转化器的再生。

背景技术

为了净化在内部燃烧燃料的发动机的废气，必须还原在燃烧过程中附带产生的氧化氮。在常见的平均 λ 值调为 1 的内燃机中，通过三元催化器可以达到较好的效果。当然在全部或部分以 λ 值大于 1 运转的内燃机中，例如稀混合气四冲程发动机、DI 发动机和柴油发动机，这种创立的废气净化方法目前不适用。在目前的发动机类型中，采用沸石催化排气净化器（下面也称为“稀混合气催化器”）和 NO_x 存储转化器进行废气处理。沸石催化排气净化器被热钝化，因此不能用于汽车发动机，汽车发动机在允许方法中必须证明具有耐疲劳强度。另外这种催化净化器仅利用废气中的碳氢化合物来还原氧化氮，所以只能达到较低的氧化氮转换。如果不考虑氧化氮部分还原成亚硝酸 (Distickstoffoxid)，则其常常只能达到 15%。此外，这种催化净化器的缺点还有，如果没有贵金属则 CO 和 HC 的转换不充分。与正在研究的沸石催化排气净化器相比，更有前途的是 NO_x 存储转化，因为其不仅利用了废气中的碳氢化合物，也利用了氢和 CO 作还原剂。其实是一种带有存储 NO_x 的部件的三元催化器。当然，NO_x 存储转化器特别在发动机长时间的稀薄燃烧阶段后消耗了 NO_x，因此不再起作用。所以在 NO_x 存储转化器中必须定期从该存储转化器中消除所存储的 NO_x，即还原所存储的 NO_x。

EP 0 540 280 公开了借助一种废气处理设备的废气处理，该废气处理设备具有一个存储和释放 NO_x 的机构，其中氧化氮在发动机的稀薄燃烧中被中间存储起来，并通过导入的废气加热而再次被热释放。然后借助分解 NO_x 的催化器在氧化条件下再次分解被释放的氧化氮。具体说分解 NO_x 的催化器由一个三元催化器和/或一个沸石催化器组成，该催化器在 λ 小于或等于 1 的情况下工作。缺点尤其在于，这种催化器不够热稳定，并且为了避免损伤，如这种催化器在 $\lambda = 1$ 时在

高负荷和废气温度下常常出现的损伤，要求有一个排气线路（Abgasschaltung），为此必需相应的运转所需的执行和控制单元。此外无法解决这些零件的耐疲劳强度问题。另外，对在发动机以理论值（符合化学计量的）工作时不被废气流经的废气设备零件，或者反过来在稀薄燃烧时不被废气流经的零件，其工作温度问题无法解决。这里特别是三元催化器起作用的温度范围难以解决，因为在该阶段由于运动的氧化氮的部分还原而形成更多的亚硝酸。如果通过定期冷却三元催化器而一再经过该范围，则会产生过多的亚硝酸产物，由于气体的暖室效应（Treibhausrelevanz）这是不希望的。

EP 0 562 805 公开了一种内燃机的废气后处理，其中废气设备有两个交替流过的、相互平行设置的稀 NO_x 催化器。另外该已知装置包括一个用于改变废气速度（Raumgeschwindigkeit）的结构，以便能够调到废气的最佳速度。该废气设备还有一个将 HC 直接喷射到排气管中的机构。这里还要提及长期使用可能性，因为沸石催化器不够热稳定，尤其不能忍受较浓的或者符合化学计量的废气。同样，用于改变排气线路空间速度的结构的持久荷重能力也成问题。即使由于废气空间速度的匹配得到改善而使 NO_x 的转换高于通常的沸石催化器，根据 EP 0 562 805 的催化器也不能达到遵守新的废气极限值所要求的高于 90% 的数量级。此外，无法解决催化器形成亚硝酸和 HC 及 CO 转换太少的问题。

EP 0 580 389 公开了一种稀薄燃烧发动机的废气后处理方法，该发动机装备了一个基于碱金属、碱土金属或稀土金属的 NO_x 吸收器，一个装在气流下游的三元催化器，以及用于检测负荷和废气温度的传感器。这里借助传感器的信息限定这样的范围，在该范围内 NO_x 吸收器用来存储氧化氮。催化器的再生是通过富油燃油一段预定时间来实现的。这种已知的装置的缺点在于，吸收器和三元催化器分开，因为发动机主要产生的氧化氮必须首先氧化成 NO_2 ，以便能够存储在吸收器中。

EP 0 560 991 公开了一种用于处理内燃机废气的设备，其中在机壳内包括吸收器和催化器。当发动机稀薄燃烧时，也就是废气稀薄时，氧化氮被存储；当废气中的氧气浓度降到较浓的或者理论的 λ 值时，氧化氮释放，使得释放的 NO_x 与废气中未燃烧的碳氢化合物以及 CO

发生还原反应。通常从稀薄燃烧转到较浓或者理论燃烧时会伴随扭矩突变，汽车驾驶者只有在加速阶段才很希望感受到这种突变。如果这种扭矩突变出现在恒定运转阶段，则驾驶者极不希望感受到。因为在通常情况下，NO_x 存储转化器在恒定运转阶段进行倒空，所以试图通过在加油的同时推迟点火时刻来减小扭矩突变。

另外，目前已知的 NO_x 存储转化器通过含有硫磺的燃料进行减活化。NO_x 存储转化器中吸收 NO_x 的材料，具体说 BaO 或 BaCO₃，与废气中的 SO₂ 生成热稳定硫酸盐，其中 SO₂ 在催化器中的铂上被氧化成 SO₃，生成的硫酸盐能够在一个温度下分解，该温度高于由存储转化器材料和 NO₂ 形成的硝酸盐被分解的温度。因此为了分解这种硫酸盐，根据所使用的燃料的硫含量，有时进行一个硫酸盐再生程序，其中通过富油燃烧的废气将温度提高到约 600 - 700℃，使硫酸盐分解。但这种富油燃烧的缺点在于，其常常与发动机功率的提高相互制约，使得最后在进行脱硫时汽车出现意外加速。

发明内容

本发明的任务在于，提供一种处理内燃机废气的方法和装置，其降低了废气中 NO_x 的含量和/或 NO_x 存储转化器中的硫酸盐含量，而不会出现扭矩突变或者功率输出提高。

本发明在方法方面的技术方案在于这种用于 NO_x 存储转化器的 NO_x 和 SO_x 再生的方法，该 NO_x 存储转化器装在具有多于一个缸的内燃机的废气净化设备中，其中为了再生 NO_x 存储转化器，增大废气中还原剂的质量流，其中，借助控制单元使部分缸稀薄燃烧 $\lambda > 1$ 而另一部分缸富油燃烧 $\lambda < 1$ ，但对所有缸平均 $\lambda \geq 1$ 。

本发明在装置方面的技术方案在于这种用于 NO_x 存储转化器的 NO_x 和 SO_x 再生的装置，其装在具有多于一个缸的内燃机的废气净化设备中，用于再生废气中增大了的还原剂质量流，其中，该装置包括控制单元，借助该控制单元使部分缸稀薄燃烧 $\lambda > 1$ 而另一部分缸富油燃烧 $\lambda < 1$ ，但对所有缸平均 $\lambda \geq 1$ 。

本发明可用于内燃机的废气解毒，其中解毒特别是指氧化氮的还原。本发明还可用于 SO_x 的中间存储，如在稀薄燃烧内燃机的废气净化装置中根据燃料所含硫含量而出现的情况。NO_x 的存储通常是通过 NO₂ 的贮存（例如硝酸盐）实现的，其中尤其是碱土氧化物和/或碱土

碳酸盐（例如 BaO ）。这种物质也可以以 SO_x 形式，尤其是以 SO_3 形式贮存为硫酸盐。因为脱硫比脱氮要求更高的温度，所以最好 SO_x 存储器位于 NO_x 存储转化器之前，由此一方面在 SO_x 存储器处的温度高于在 NO_x 存储转化器处的温度，另一方面 NO_x 存储转化器不会被 SO_x 毒化。在再生过程中，也即存储转化器以废气接近 $\lambda = 1$ 或者更浓运转， SO_x 和 NO_x 再次释放，其中 NO_x 被现有的 HC 和/或 CO 催化置换。相反， SO_x 或者就这样被释放，或者与 CO 和/或 HC 反应生成不同的化合物被释放，其中在当前的再生条件下不会使 SO_x 贮存在后面的 NO_x 存储转化器中。

下面主要只涉及 NO_x 存储转化器，但如果没有特别说明，这种实施也同样适用于 SO_x 存储器或者这些存储器的组合。

有利的是，具有多于一个缸的内燃机的废气净化装置包括装在内燃机后面的 NO_x 存储转化器，其中废气连续流过催化器的 NO_x 存储转化器，使得一旦机器稀薄燃烧， NO_x 就在 NO_x 存储转化器中被吸收，一旦废气中的氧气浓度降低， NO_x 就被释放，其中在 NO_x 释放过程中机器以毛 λ 值稍高于理论比值 $\lambda = 1$ 运转。

在 NO_x 释放过程中最好 λ 值 ≥ 1.01 。这样可以在稀薄燃烧和稍高于理论废气值的机器运转之间来回变换，其中变换的时刻取决于稀薄燃烧的持续时间。

为了产生毛值 $\lambda \geq 1$ 的接近理论值的废气流，最好选择性地单独使部分缸富油燃烧，而另一部分缸继续稀薄燃烧。为此最好在恒定工作阶段无负荷变化地实现选择性的单缸 λ 的调整。缸单独的富油燃烧最好在半数或者接近半数的缸上进行。此外富油燃烧的缸具体说加到 $\lambda \leq 0.9$ ，尤其是最好加到 $\lambda \leq 0.85$ 。通过这种极端富油燃烧，相对接近 $\lambda = 1$ 的运转实现了扭矩波动较小，因为在强烈富油燃烧情况下的功率输出比接近 $\lambda = 1$ 情况的低。这要求通过节气阀和/或燃油的整个喷射量更小的调整。为此，最好富油燃烧到 $\lambda = 0.7$ 及更小。由此还得出，本发明尤其适用与四冲程发动机，特别是直接喷射式。此外通过本发明实现了不必对缸单独节流，使得机械执行元件的份额不再加大。

在 4 缸发动机中，例如可以使两个缸富油燃烧，而另两缸稀薄燃烧。相应地适用于缸数不同的发动机。在此缸的对半分配不是绝对必

要的，而是可以根据要求选择其它的比例，其中该比例在工作过程中也可以变化。

选择性的单缸的 λ 的调整可以由控制单元进行。

总而言之，这里描述的废气处理方法不仅使氧化氮，而且使所有的废气组分都得到良好的转换，其中当发动机因行驶性能所限处于不稳定工作状态时，发动机富油燃烧或者以 $\lambda = 1$ 运转，由此再次排空 NO_x 存储转化器，当长时间稳定运转时，在稀薄燃烧和 λ 略大于1的接近理论值的燃烧之间来回变换。这样实现这一点，即为产生接近理论值的废气，发动机选择性地使一部分缸富油燃烧，而另一部分继续保持稀薄燃烧。此时只有很小的扭矩波动，而且发动机功率不提高。因此可以取消其它措施如过分移动点火时刻。有利的是，在本发明的方法中亚硝酸的产生不是通过已知的三元催化器。另外本发明的装置通过相应的选择性的单缸 λ 调整实现 NO_x 存储转化器的脱硫。

下表给出了稀薄燃烧及再生过程发动机的毛氧化氮转化率 η_{NO_x} 的测量值，按连续顺序稀薄燃烧接着再生过程，一个是富油燃烧的 λ 值为0.85，一个是略高于理论值 λ 为1.01。从表中可以看出，即使在略高于理论 λ 值工作的本发明的再生方法实现了甚至比已知方法中富油燃烧的废气的转换率还高的毛-转换率。

表 1

$\eta_{\text{NO}_x} [\%]$	再生 λ
87	0.85
88	1.01

附图说明

图 1 示意性给出了废气设备在内燃机上的安置。

具体实施方式

图 1 描述了本发明的一个最佳实施例。本发明用于 NO_x 存储转化器的 NO_x 和 SO_x 再生的装置，其装在具有多于一个缸的内燃机的废气净化设备中。该再生装置还具有一个使部分缸稀薄燃烧而另一部分缸富油燃烧的控制单元。图 1 中用附图标记 1 表示具有多于一个缸的机

器，如稀薄-混合气-发动机、DI 发动机或者柴油发动机，其后面设置了一个废气净化设备 2，该废气净化设备具有一个 NO_x 存储转化器。通过选择性的部分缸（未示出） λ 值的调整和其它缸的稀薄燃烧，调节毛- λ 值即所有缸的平均 λ 值略高于废气的理论值，以再生该 NO_x 存储转化器，由此实现该 NO_x 存储转化器的再生和脱硫。

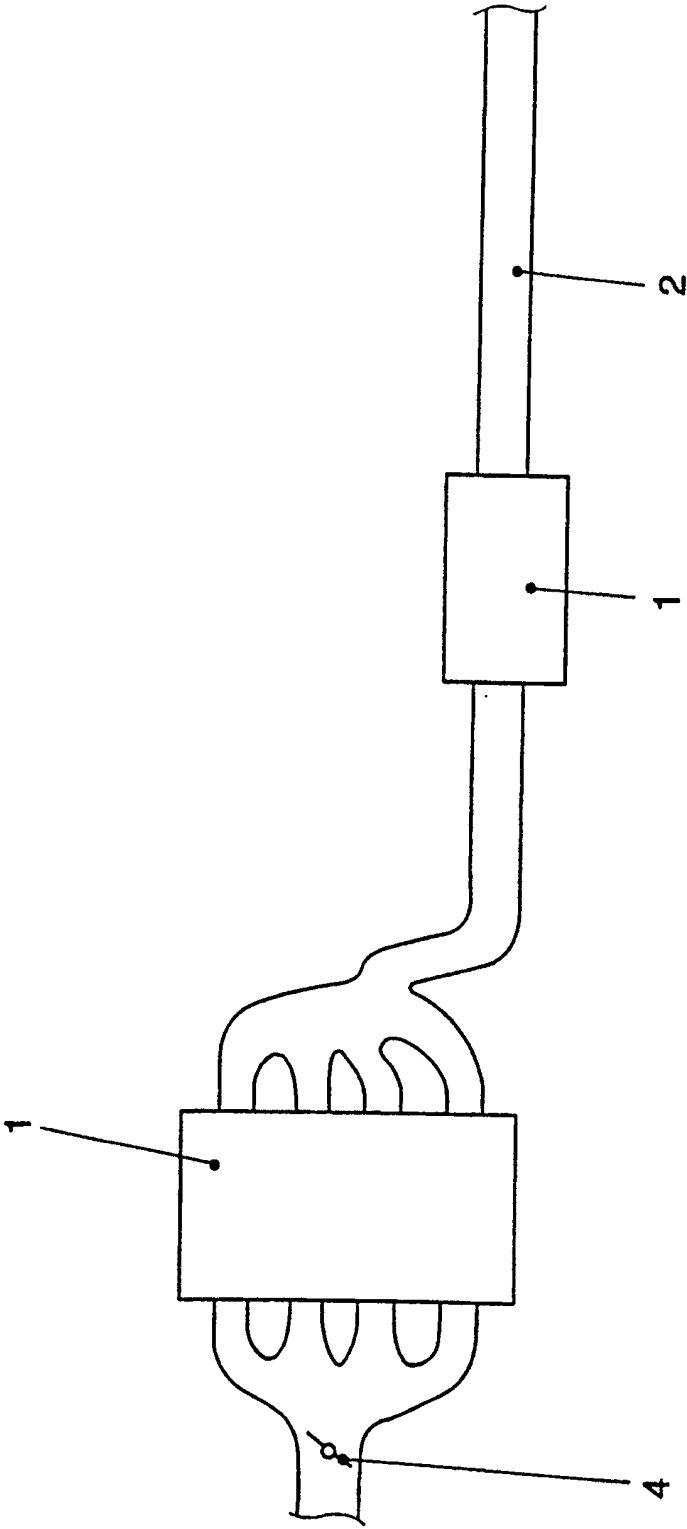


图 1