



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101555820 B

(45) 授权公告日 2016.03.16

(21) 申请号 200910134136.0

US 2003/0134743 A1, 2003.07.17,

(22) 申请日 2009.04.13

WO 2005/077498 A1, 2005.08.25,

US 2006/0179825 A1, 2006.08.17,

(30) 优先权数据

102008018520.5 2008.04.12 DE

审查员 吴雨亭

(73) 专利权人 曼卡车和巴士股份公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 A·多林

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 石克虎 林森

(51) Int. Cl.

F01N 3/28(2006.01)

F01N 3/10(2006.01)

(56) 对比文件

US 6432859 B1, 2002.08.13,

US 2006/0107832 A1, 2006.05.25,

WO 02/068099 A1, 2002.09.06,

权利要求书3页 说明书6页

(54) 发明名称

用于减少氧化氮的耐硫废气后处理体系

(57) 摘要

本发明涉及用于减少氧化氮的耐硫废气后处理体系。用于在以空气过量操作的内燃机中进行废气后处理的装置,所述内燃机例如是具有直接喷油装置的柴油发动机和快燃发动机,其中用于还原氧化氮的装置含有至少一个构造在内燃机的排气管中的NO_x-存贮催化器,其中在贫乏操作阶段存储氧化氮并在富饶操作阶段还原该存储的氧化氮。设想了在废气和至少一种NO_x存贮催化器之间和/或在至少一个NO_x-存贮催化器的上游安装至少一个阻挡二氧化硫到达所述至少一个NO_x-存贮催化器的分子筛。

1. 用于在以空气过量操作的内燃机中进行废气后处理的装置,其中用于还原氧化氮的装置含有至少一个构造在内燃机的排气管中的用于暂存氧化氮的 NO_x - 存贮催化器,其中在贫乏操作阶段存储氧化氮并在富饶操作阶段还原该存储的氧化氮,其特征在于,在至少一个 NO_x - 存贮催化器的上游安装至少一个阻挡二氧化硫到达所述至少一个 NO_x - 存贮催化器的分子筛,其中通过所述分子筛的自由通道的直径为 3\AA - 6\AA ,和在分子筛的上游和 / 或在分子筛面向含烃废气的一侧上安装用于氧化烃的催化器,其中在分开的构件上安装用于氧化烃的催化器,分子筛和 NO_x - 存贮催化器,或者用于氧化烃的催化器作为层施加到分子筛上,和其中用于氧化烃的催化器如此布置使得避免分子筛结焦。

2. 根据权利要求1的装置,其特征在于,所述内燃机是具有直接喷油装置的柴油发动机和快燃发动机。

3. 根据权利要求1的装置,其特征在于,所述分子筛作为分子筛层设置在 NO_x - 存贮催化器上。

4. 根据权利要求1的装置,其特征在于,所述分子筛作为分子筛层安装在 NO_x - 存贮催化器上游的载体上。

5. 根据权利要求1的装置,其特征在于,用于 NO_x - 存贮催化器的活性组分是铂和 / 或钯和 / 或钨和 / 或钼和 / 或铈。

6. 根据前述权利要求之一的装置,其特征在于,将所述 NO_x - 存贮催化器的活性组分和 / 或存贮组分结合到沸石结构中。

7. 根据权利要求6的装置,其特征在于,所述沸石是MFI和 / 或BEA和 / 或FAU类型。

8. 根据权利要求1-5之一的装置,其特征在于,所述分子筛借助沸石和 / 或硅酸盐和 / 或铝酸盐和 / 或硅磷酸盐和 / 或铝磷酸盐制备。

9. 根据权利要求8的装置,其特征在于,所述硅酸盐是金属硅酸盐。

10. 根据权利要求8的装置,其特征在于,所述铝酸盐是金属铝酸盐。

11. 根据权利要求8的装置,其特征在于,所述硅磷酸盐是金属硅磷酸盐和 / 或硅铝磷酸盐。

12. 根据权利要求8的装置,其特征在于,所述铝磷酸盐是金属铝磷酸盐和 / 或硅酸铝。

13. 根据权利要求1-5之一的装置,其特征在于,所述分子筛具有下列类型的晶格结构:EDI和 / 或ABW和 / 或AEI和 / 或AFR和 / 或AWW和 / 或BIK和 / 或CHA和 / 或-CLO和 / 或KFI和 / 或LTA和 / 或NAT和 / 或PAU和 / 或RHO和 / 或-ROG和 / 或THO和 / 或AFT和 / 或ATT和 / 或ATV和 / 或BRE和 / 或CAS和 / 或-CHI和 / 或DAC和 / 或DDR和 / 或GIS和 / 或GOO和 / 或HEU和 / 或JBW和 / 或LEV和 / 或MON和 / 或PHI和 / 或WEN和 / 或YUG和 / 或APC和 / 或EAB和 / 或EPI和 / 或ERI和 / 或EUO和 / 或FER和 / 或LAU和 / 或MEL和 / 或MER和 / 或MFI和 / 或MFS和 / 或MTT和 / 或MTW和 / 或NES和 / 或TON。

14. 根据权利要求1-5之一的装置,其特征在于,所述分子筛由下列类型的沸石制成:钡沸石和 / 或Li-A和 / 或硅锂铝石和 / 或菱沸石和 / 或磷酸镓和 / 或ZK-5和 / 或沸石A和 / 或钠沸石和 / 或方碱沸石和 / 或水硅铝钙石和 / 或杆沸石和 / 或锶沸石和 / 或水硅锰钙铍石和 / 或环晶石和 / 或斜方钙沸石和 / 或古柱沸石和 / 或片沸石和 / 或Na-J和 / 或

器通过挤出或通过涂覆载体制备,和在至少一个额外的操作步骤中通过涂覆将所述分子筛层施加到该催化器上。

32. 根据权利要求 31 的方法,其特征在于,所述载体是陶瓷或金属的载体。

33. 用于制备根据权利要求 1-28 之一的装置的方法,其特征在于,所述 NO_x - 存贮催化器通过挤出或者通过涂覆载体制备,和随后将该分子筛层和用于氧化烃的催化剂层在至少两个额外的操作步骤中通过涂覆施加到该催化器上。

34. 根据权利要求 33 的方法,其特征在于,所述载体是陶瓷或金属的载体。

35. 用于制备根据权利要求 1-28 之一的装置的方法,其特征在于,所述 NO_x - 存贮催化器通过挤出经金属交换的沸石材料或者通过用经金属交换的沸石材料涂覆载体而制备,和含沸石的催化器表面上的至少一种金属的浓度通过与不具有或仅具有低的 SO_2 氧化活性的其它金属的离子交换,或者与非金属阳离子交换,以如下方式发生置换:使得在该催化器表面上形成分子筛层。

36. 根据权利要求 35 的方法,其特征在于,所述载体是陶瓷或金属的载体。

37. 根据权利要求 35 的方法,其特征在于,所述非金属阳离子是质子。

38. 用于制备根据权利要求 1-28 之一的装置的方法,其特征在于,所述 NO_x - 存贮催化器通过挤出经金属交换的沸石材料或者通过用经金属交换的沸石材料涂覆载体而制备,和含沸石的催化器表面上的至少一种金属的浓度通过与不具有或仅具有低的 SO_2 氧化活性但具有高的烃氧化活性的其它金属的离子交换而以如下方式发生置换:使得在该催化器表面上形成具有烃氧化活性的分子筛层。

39. 根据权利要求 38 的方法,其特征在于,所述载体是陶瓷或金属的载体。

用于减少氧化氮的耐硫废气后处理体系

技术领域

[0001] 本发明的主题是根据权利要求 1 的前序部分的用于在以空气过量操作的内燃机中进行废气后处理的装置,所述内燃机是例如具有直接喷油装置 (Direkteinspritzung) 的柴油发动机和快燃发动机。

背景技术

[0002] 为了遵守法定的废气限值,目前几乎所有以空气过量操作的内燃机都配备有催化操作的后处理系统例如

[0003] -NO_x- 存储催化器 (NO_x-Speicherkatalystor)

[0004] -SCR 催化器或者

[0005] - 颗粒过滤器。

[0006] 在使用 NO_x- 存储催化器的情况下,常常在超化学计量和欠化学计量燃烧之间转换。在贫乏 (mager) 操作阶段,氧化氮以硝酸盐形式存储,所述硝酸盐在富饶 (fett) 操作阶段借助一氧化碳和烃被还原为氮气。所述作为硝酸盐存储经历 NO₂ (**abläufen** über), 在存储组分 (例如钡和钙) 上以硝酸盐形式存储。

[0007]



[0008] 然后,经存储的硝酸盐在富饶操作阶段借助一氧化碳、烃 (HC) 和氢在铂和 / 或钨作为活性成分上转化。

[0009]



[0010]

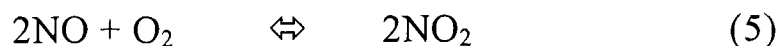


[0011]



[0012] 对于该方法所需的 NO₂在大多情况下含铂的 NO 氧化催化器和 / 或含铂的 NO_x- 存储催化器上从来自发动机释放的一氧化氮借助在废气中所含的氧形成。

[0013]

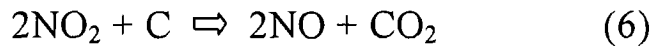


[0014] 该 NO- 氧化的问题在于在高温下最高可实现的 NO₂含量受到热动力学限值。这导致,与其它废气催化器 (Abgaskatalysator) 不同,所需的转化率 (**Umsätze**),在低温时升高后,又在高温时下降,并形成无凸起的平台状的转化率最大值。

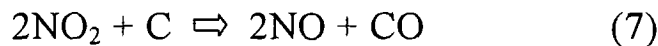
[0015] 为最小化细颗粒 (Feinstoffpartikel) 可在发电厂领域及汽车中使用所谓的颗粒分离器 (Partikelabscheider) 或颗粒过滤器。汽车中应用的带有颗粒分离器的典型装置例如在 EP 1072765 A1 中有所描述。这类装置与带有颗粒过滤器的装置的差别在于颗粒分离器的通道直径明显大于所存在的最大颗粒的直径,而在颗粒过滤器中该过滤器通道的

直径在颗粒直径的范围内。由于这种差别,颗粒过滤器有被堵塞的危险,这增加废气的背压并降低发动机功率 (Motorleistung)。带有颗粒过滤器的装置和方法参见 EP 0341832 A2。上述的两种装置或方法的特征在于,在每一情形下安装在颗粒分离器或颗粒过滤器上游的氧化催化器 (至少一种含铂作为活性物质的催化器 (Katalysator)) 也借助于还含有的残余氧将废气中的一氧化氮氧化成二氧化氮,所述二氧化氮进而在颗粒分离器或颗粒过滤器中与碳颗粒反应成 CO、CO₂、N₂和 NO。以此方式进行沉积的固体颗粒的连续除去,例如在其它装置中必须复杂进行的再生循环 (Regenerationszyklen) 由此得以避免。

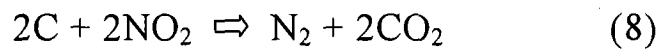
[0016]



[0017]



[0018]



[0019] 为满足未来生效的废气规定,需同时使用减少氧化氮排放的装置以及减少固体颗粒排放的装置。

[0020] 如上所述,为了将氧化氮存储在 NO_x- 存储催化器所需的 NO₂本身在绝大多数含铂的 NO- 氧化催化器和 / 或含铂的 NO_x- 存储催化器上形成。然而,在实际发动机操作中,存在 NO_x- 存储催化器被在燃料和 / 或发动机油 (Motorenöl) 中存在的硫硫化的问题。通过燃烧由这种硫形成 SO₂,其在下流连接的 NO- 氧化催化器中被氧化为 SO₃。

[0021]



[0022]



[0023] 其中已经表明,所形成的 SO₃的数量和所形成的 NO₂的数量彼此存在直接关联,这意味着其中形成大量的 NO₂的催化器,同时产生大量的 SO₃。所形成的 SO₃与 NO_x- 存储催化器的存储组分形成非常稳定的硫酸盐,这导致 NO_x存储能力的显著下降和由此导致催化器效率的下降。

[0024] 催化器的再生可以通过将废气温度主动提高到超过 900°C 实现,但是这会导致 NO_x- 存储催化器的热损害。此外,温度升高伴随着燃料消耗的提高。

发明内容

[0025] 从上述现有技术出发,本发明的任务在于在避免已知装置的缺陷的情况下通过根据权利要求 1 的硫化合物避免 NO_x- 存储催化器的失活。此外,所述任务还在于提供用于制备本发明的装置的方法。

[0026] 基本构思在于,阻止 SO₂和 SO₃与 NO_x- 存储催化器的活性中心和 / 或存储组分接触,以避免催化器 (Katalysator) 由于形成硫酸盐而失活。

[0027] 为此,在 NO_x- 存储催化器的上游和 / 或在 NO_x- 存储催化器上设置或施加分子筛 (例如作为层)。分子筛的孔 (反应物必须经此孔由气体物流扩散到催化器表面上) 经如此配置,使得其小于 SO₂和 SO₃的分子直径,但是大于 CO、NO、NO₂和 O₂的分子直径。由此,所

述在催化器上的反应必需的分子可以到达分子筛的下游和 / 或位于分子筛下方的催化器, 而对于导致形成 SO_3 的 SO_2 通过该分子筛而出于空间位阻原因被阻止到达 NO_x - 存贮催化器及其存贮组分。这是通过如下方式成功实现的, 用于形成 NO_2 的相关分子 NO 、 NO_2 和 O_2 具有 $1.5\text{\AA} - 3\text{\AA}$ 的直径, 而 SO_2 和 SO_3 具有大约 7\AA 的直径, 也即因此有利地选择分子筛的孔直径为 3\AA 至 6\AA 。

[0028] 作为将 NO 氧化的最具活性的组分经证实为铂。为了提高热稳定性可以额外添加钯。但是, 因为钯仅具有低的 NO 氧化活性, 与纯的 Pt-NO- 氧化催化器相比, Pt/Pd 混合物的 NO- 转化率随钯含量的提高而降低。

[0029] 所述分子筛可以作为分子筛层直接设置在 NO_x - 存贮催化器上或者设置在设置于该 NO_x - 存贮催化器上游的载体上, 使得针对合意的低层厚以 有利的方式实现所需的稳定性。

[0030] 所定义的分子筛的分子筛孔直径可以通过使用沸石相对简单地实现。通过有目的地设置 AlO_4^- 和 SiO_4^- 四面体可以产生不同的晶格常数和结构以及由此的孔直径。此外有利的是, 使用硅酸盐、金属硅酸盐、铝酸盐、金属铝酸盐、硅磷酸盐、金属硅磷酸盐、硅铝磷酸盐、铝磷酸盐、金属铝磷酸盐和硅酸铝作为分子筛。

[0031] 在选择合适的分子筛类型时要注意的, 借助降低的孔直径尽管增加了 SO_2 和剩下的废气组分的分离锐度 (**Trennschärfe**), 但是同时使得 NO 、 NO_2 、 CO 、 N_2 、 CO_2 和 O_2 在活性中心上或者从活性中心扩散变得困难, 这会使得 NO_x - 转化率变差。因为孔扩散对转化率的影响随着温度的升高而增加, 对于不同的温度使用情况可以存在不同的孔直径和因而使用不同的分子筛类型。直至 3\AA (包括) 的特别小的孔直径在 EDI 型分子筛情况下存在, 而 ABW、AEI、AFR、AWW、BIK、CHA、-CLO、KFI、LTA、NAT、PAU、RHO、-ROG、THO 型具有至多 4\AA (包括) 的孔直径。在使用 AFT、ATT、ATV、BRE、CAS、-CHI、DAC、DDR、GIS、GOO、HEU、JBW、LEV、MON、PHI、WEN、YUG 时实现直至 5\AA (包括), 在 APC、EAB、EPI、ERI、EUO、FER、LAU、MEL、MER、MFI、MFS、MTT、MTW、NES、TON 情况下实现直至 6\AA (包括)。

[0032] 上述命名对应于 IZA 结构委员会的命名。其中 IZA 表示国际沸石协会。

[0033] 为了将分子筛配置为沸石, 在钡沸石型的沸石情况下实现到直至 3\AA (包括) 的特别小的孔直径, 而在 Li-A、硅锂铝石 (Bikitait)、菱沸石 (Chapazit)、磷酸镓 (Cloverit)、ZK-5、沸石 A、钠沸石、方碱沸石 (Paulingit)、水硅铝钙石 (Roggianit)、杆沸石 (Thomsonit) 情况下的直径为直至 4\AA (包括)。在使用锶沸石 (Brewsterit)、水硅锰钙铍石 (Chiavennit)、环晶石 (Dachiardit)、斜方钙沸石 (Gismondin)、古柱沸石 (Goosecreekit)、片沸石 (Heulandit)、Na-J、插晶菱沸石 (Levyne)、蒙特索马石 (Montesommit)、钙十字沸石 (Phillipsit)、钡钙霞石 (Wenkit)、汤河原石 (Yugawaralit) 情况下实现了直至 5\AA (包括), 在 TMA-E、柱沸石 (Epistilbit)、毛沸石 (Erionit)、EU-1、镁碱沸石 (Ferrierit)、浊沸石 (Laumontit)、ZSM-11、麦钾沸石 (Merlionit)、ZSM-5、ZSM-57、ZSM-23、ZSM-12、NU-87 和 θ -1 情况下实现了直至 6\AA (包括)。

[0034] 在使用铝磷酸盐的情况下建议 AlPO-18 (AEI)、 AlPO-22 (AWW)、 AlPO-52 (AFT)、 AlPO-12-TAMU (ATT)、 AlPO-25 (ATV) 和 AlPO-C (APC), 在硅铝磷酸盐的情况下建议 SAPO-40 (AFR)。

[0035] 上述分子筛、沸石、铝磷酸盐和硅铝磷酸盐类型可以各自单独地或者以任意组合形式有利地用作分子筛材料。

[0036] 其中分子筛或分子筛层的平均层厚应当为至少 3Å 。因为对于 NO_x - 存贮和还原所需的分子 CO 、 NO 、 NO_2 和 O_2 必须首先扩散通过该分子筛层,其(尤其在高温下)会导致基于孔扩散的 NO_x 转化率的限制。因此,为了不非必要地提高孔扩散的影响,所述分子筛或分子筛层的平均厚度不应当超过 $5\text{ }\mu\text{m}$ 。与此相反,在通过涂覆或挤出实现的催化器情况下,催化剂层的层厚通常为 $5\text{ }\mu\text{m}$ - $500\text{ }\mu\text{m}$ 。

[0037] 为了改善 NO_x - 存贮催化器的转化率,有意义的是将起活性组分作用的金属例如铂、铈、钨、钼、钙、钡同样结合到沸石基体(特别是 MFI 和 / 或 BEA 和 / 或 FAU 类型)中。但是其中需要注意的是,所述分子筛或分子筛层不含产生 SO_3 的组分或者与真正的 NO_x - 存贮催化器相比含有至少一种更少量的这种组分(特别是铂),因为通常 NO - 氧化和 SO_2 - 氧化平行进行。

[0038] 含沸石的催化器的制备记载于 DE 3912596C2、EP 0311066 和 EP003486 中,并由此是本领域技术人员已知的。

[0039] 催化器和分子筛或分子筛层的沸石类型可以依应用情况而是相同的或者不同的。

[0040] 所述催化器可以通过挤出或者涂覆陶瓷或金属载体制备。通过挤出时,通常产生具有平行流动通道的蜂窝形催化器 (DE 2222468 C2),而该流动通道的形状和取向在使用金属催化器载体时可尽可能自由地选取。

具体实施方式

[0041] 该催化器经干燥和 / 或煅烧后,在额外的加工步骤中形成分子筛层。为此有两种不同方法可供选用:

[0042] 一种可能的方法是施加分子筛层,这类似于用催化器修补基面涂层 (Katalysatorwashcoat) 涂覆基材。接着类似于催化器,必须干燥和煅烧该层,以能确保在分子筛层和催化器之间的稳定和牢固的结合。如果对分子筛层使用沸石,则建议借助于含沸石的悬浮液进行涂覆。如此施加的层的平均厚度通常为 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ - $5\text{ }\mu\text{m}$ 。

[0043] 如果在废气中含有大量的烃,那么这些烃可能沉积在分子筛层上和 / 或其孔中,焦化和由此导致该筛层的堵塞。因此有意义的是,将额外的活性成分结合到该分子筛层中,所述额外的活性成分能够氧化烃。为此特别提到钨、钨、铈、铈、钨、钨、钨和 / 或钨。在将所述元素结合到沸石结构情况下,由于在孔结构内高的蒸气压显著提高了升华温度,使得能够在该分子筛层内于至多 750°C 的温度使用钨。

[0044] 用于避免分子筛孔结焦的另一可能方式是在该分子筛的上游和 / 或在分子筛面向含烃废气的一侧上设置用于氧化烃的催化器。如上在分子筛时描述的,其可以在额外的操作步骤中施加到分子筛上作为催化剂层。作为活性组分可以考虑钨、钨、铈、铈、钨、钨、钨和 / 或钨。

[0045] 在此指出,使用烃不可通过的分子筛(在视需要与分子筛面向废气的一侧上或者在 NO_x - 存贮催化器上游的用于氧化烃的催化器相结合)时,存贮在 NO_x - 存贮催化器中的硝酸盐仅可以根据方程 (3) 的反应反应,而不能根据方程 (4) 进行反应。如上所述,所述反应在富饶操作阶段进行,其中在氧不足情况下具有足够量的用于还原的一氧化碳。

[0046] 尤其在使用含沸石的经交换催化器情况下,用于构造分子筛层的另一可能方式在于,催化器表面上的至少一种金属的浓度通过与不具有或仅具有低的 SO_3 形成活性的其它离子的离子交换来取代。在最简单的情况下,可通过引入酸性流体实现。由此在沸石结构中的金属离子由酸性流体中的质子所替代。

[0047] 因为含氢沸石不太稳定,所以接着该质子由具有小的 SO_3 形成活性和 / 或高的烃氧化活性的金属阳离子所置换。如上所述,为此推荐元素钇、钆、铈、镧、铊、铋、铊、铋、铊、铋或钒。此外,也可使用非金属阳离子。依该类元素的亲合性可不采用质子化的中间步骤,并通过选用合适的 pH- 值来直接置换该金属。通过离子交换制备的分子筛层可特别薄,使其平均层厚通常为 $3\text{\AA}-1\mu\text{m}$ 。

[0048] 用于减少废气后处理组件的结构空间的另一种可能方式推荐用催化剂材料涂覆以及配备有例如通过浸渍、离子交换或涂覆的分子筛层的颗粒过滤器。但要注意的是,涂覆后也必须提供颗粒过滤器内的自由流动通道,以避免不必要的高的废气背压。因此废气流应在分子筛孔中的过滤器结构内绕流过 (**vorbeiströmen**) 而不是穿流过 (**hindurchströmen**) 分子筛孔的过滤器结构,以使反应物类似于在催化器基材上的前述过程仅经扩散过程进入分子筛孔,并达到置于其下面的催化剂层。例如这可通过催化剂层的高孔隙率实现。例如可通过将在煅烧时会挥发的填料混入修补基面涂层 (Washcoat) 或通过混入高孔隙率的不含沸石的修补基面涂层添加剂或通过混入高孔隙率和 / 或大的孔直径的沸石类来达到这种高孔隙率。在高孔隙率的过滤器基材情况下的另一可能方式在于借助催化剂材料形成薄的且不完全覆盖或封闭过滤器基材的过滤器材料涂层,以使过滤器基材内部仍保留足够的自由流动通道。在接着形成分子筛层时要注意的,该层不封闭自由的流动通道,而仅以薄层形式存在于催化剂层的可自由到达的表面上。在有利的方式中,在含沸石的催化器情况下这可通过上述的在催化器表面上的离子交换实现。如已所述,要注意的是,如此选择分子筛的孔直径,以使大的 SO_2 分子不能穿过分子筛层,而较小和无害的废气成分如氧、氮、二氧化碳、氧化氮、水和一氧化碳是可穿过的。如果不能通过纯离子交换在催化器上产生分子筛层,则用分子筛材料形成单独的催化剂涂层。

[0049] 颗粒过滤器 (其上设置有催化剂层,在该催化剂层之上设置有分子筛层) 可以有利地由烧结金属和 / 或陶瓷和 / 或过滤器泡沫和 / 或陶瓷纤维和 / 或石英纤维和 / 或玻璃纤维和 / 或碳化硅和 / 或钛酸铝制成。

[0050] 上述的解决方案是一种特别成本有利的节省结构空间的和因此有利的可能方案,其可在催化器基材上和 / 或颗粒过滤器上长效组合分子筛层和 NO_x - 存贮催化器层和 / 或用于氧化烃的催化剂层,以使它们不能无损地相互分开。

[0051] 当然还可在分开的构件上安装分子筛、 NO_x - 存贮催化器和用于氧化烃的催化器,这时全部废气被引导通过分子筛的孔,但这导致比上述解决方案有明显更高的废气背压。在于 NO_x - 存贮催化器上游分开安装分子筛情况下要注意的是,废气不含固体颗粒如炭黑,因为否则会导致分子筛孔的堵塞。这例如通过在颗粒过滤器下游和 NO_x - 存贮催化器的上游安装分子筛来实现。在这样安装时,分子筛也可以以有利的方式与颗粒过滤器相组合,这时该分子筛以层的方式施加到颗粒过滤器的流出侧,以使分子筛和颗粒过滤器形成不可无损地分开的单元。在该情况下,涂覆 如此进行,即该颗粒过滤器的孔在其流出侧完全由分子筛封闭,以使废气必须经分子筛的孔流过。但特别是在废气中高的烃浓度下,大多需要该分

子筛具有烃氧化活性和 / 或在分子筛上游和 / 或在催化器的流入侧设置用于氧化烃的催化器, 因为否则会导致分子筛的孔由未燃烧的烃堵塞。如上所述, 可用钨、钒、铈、铟、铊、铋、镉、铟、铊、铋或锰作为活性成分。