



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103189138 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 16

(21) 申请号 201180052448. 2

(22) 申请日 2011. 09. 02

(30) 优先权数据

10175038. 8 2010. 09. 02 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 04. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2011/053847 2011. 09. 02

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/029050 EN 2012. 03. 08

(73) 专利权人 巴斯夫欧洲公司

地址 德国路德维希港

(72) 发明人 M·希尔真多夫

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 刘金辉 林柏楠

(51) Int. Cl.

B01J 23/40(2006. 01)

B01J 37/025(2006. 01)

B01D 53/94(2006. 01)

(56) 对比文件

US 6080375 A, 2000. 06. 27, 实施例.

US 6858193 B2, 2005. 02. 22, 实施例.

审查员 刘浩英

权利要求书2页 说明书16页 附图2页

(54) 发明名称

具有改进 NO 氧化活性的汽油稀燃发动机用
催化剂

(57) 摘要

本发明涉及包含基材和催化剂涂层的催化剂, 催化剂涂层包含两层或更多层, 所述层包含:
(a) 在基材上提供的第一层, 所述第一层包含 Pt 和 / 或 Pd ; 和 (b) 在第一层上提供的第二层, 所述第二层包含 Pt ; 第一和第二层各自进一步包含: 一种或多种颗粒载体材料 ; 一种或多种储氧组分 (OSC) 材料 ; 和一种或多种包含一种或多种选自碱和 / 或碱土金属的元素的氮氧化物储存材料, 其中催化剂中所含一种或多种氮氧化物储存材料中包含的碱和碱土金属总量以各自的碱金属氧化物 M_2O 和碱土金属氧化物 MO 计为 $0.18-2.5g/in^3$, 以及制备催化剂的方法, 还涉及处理包含氮氧化物的气流, 特别是由内燃机产生的废气流的方法。

1. 包含基材和催化剂涂层的催化剂,所述催化剂涂层包含两层或更多层,所述层包含:
 - (a) 提供在基材上的第一层,所述第一层包含 Pt 和 / 或 Pd ;和
 - (b) 提供在第一层上的第二层,所述第二层包含 Pt ;所述第一和第二层各自进一步包含:
 - 一种或多种颗粒载体材料 ;
 - 一种或多种储氧组分材料 ;和
 - 一种或多种包含一种或多种选自碱和 / 或碱土金属的元素的氮氧化物储存材料,其中催化剂中所含一种或多种氮氧化物储存材料中包含的碱和碱土金属总量以各自的碱金属氧化物 M_2O 和碱土金属氧化物 MO 计为 $0.18-2.5g/in^3$ 。
2. 根据权利要求 1 的催化剂,其中所述第二层含有小于 500ppm 的 Ba。
3. 根据权利要求 1 或 2 的催化剂,其中所述第一层包含小于 500ppm 的 Rh,和 / 或,其中所述第二层包含小于 500ppm 的 Rh。
4. 根据权利要求 1 或 2 的催化剂,其中所述一种或多种颗粒载体材料包含金属氧化物载体颗粒。
5. 根据权利要求 1 或 2 的催化剂,其中催化剂中所含的一种或多种储氧组分材料包含一种或多种选自氧化锆、二氧化铈、氧化镧、氧化镨、氧化钕及其混合物的化合物。
6. 根据权利要求 1 或 2 的催化剂,其中催化剂中所含的碱和 / 或碱土金属选自 Li、Na、K、Rb、Cs、Mg、Ca、Sr 和 Ba。
7. 根据权利要求 1 或 2 的催化剂,其中催化剂中所含的碱和 / 或碱土金属以它们各自的碳酸盐和 / 或氧化物包含在所述一种或多种氮氧化物储存材料中。
8. 根据权利要求 1 或 2 的催化剂,其中所述催化剂涂层包含 Pt: Pd 重量比为 1:10-100:1 的 Pt 和 Pd。
9. 根据权利要求 1 或 2 的催化剂,其中所述催化剂包含负载为 $5-180g/ft^3$ 的 Pt。
10. 根据权利要求 1 或 2 的催化剂,其中所述催化剂包含负载为 $0.5-18g/ft^3$ 的 Pd。
11. 根据权利要求 1 或 2 的催化剂,其中所述催化剂以 $30g/ft^3$ 或更小的量包含 Rh。
12. 根据权利要求 1 或 2 的催化剂,其中催化剂中所含的一种或多种氮氧化物储存材料包含以 BaO 计为 $0.18-2.0g/in^3$ 的 Ba。
13. 根据权利要求 1 或 2 的催化剂,其中所述催化剂涂层包含铂 : 钡重量比以 Pt: BaO 计为 0.01-1.0 的 Pt 和 Ba。
14. 根据权利要求 1 或 2 的催化剂,其中所述第一层包含两层或更多层单独层,所述单独层在彼此之上提供。
15. 根据权利要求 1 的催化剂,其中所述催化剂包含在废气处理体系中,所述体系包含内燃机和与内燃机流体连通的废气导管,其中所述催化剂存在于废气导管中。
16. 根据权利要求 15 的催化剂,其中所述废气处理体系进一步包含在废气导管中的选择性催化还原 (SCR) 催化剂。
17. 制备根据权利要求 1-14 中任一项的催化剂的方法,其包括如下步骤:
 - (i) 提供基材 ;

- (ii) 将一种或多种颗粒载体材料用至少一种 Pt 料源和 / 或至少一种 Pd 料源浸渍；
- (iii) 将一种或多种储氧组分材料、一种或多种包含一种或多种选自碱和 / 或碱土金属的元素的氮氧化物储存材料和溶剂加入步骤 (ii) 所得产物中以得到淤浆；
- (iv) 将步骤 (iii) 所得淤浆研磨；
- (v) 将步骤 (iv) 的所得淤浆在一个或多个涂覆步骤中作为层提供在基材上；
- (vi) 任选重复步骤 (ii)-(v) 一次或多次；
- (vii) 将一种或多种颗粒载体材料用至少一种 Pt 料源浸渍；
- (viii) 将一种或多种储氧组分材料、一种或多种包含一种或多种选自碱和 / 或碱土金属的元素的氮氧化物储存材料和溶剂加入步骤 (vii) 所得产物中以得到淤浆；
- (ix) 将步骤 (viii) 所得淤浆研磨；
- (x) 将步骤 (ix) 的所得淤浆在一个或多个涂覆步骤中作为层提供在涂覆基材上；

其中催化剂中所含一种或多种氮氧化物储存材料中包含的碱和碱土金属总量以各自的碱金属氧化物 M_2O 和碱土金属氧化物 MO 计为 $0.18-2.5g/in^3$ 。

18. 处理包含氮氧化物的气流的方法,其包括引导所述气流经过和 / 或通过根据权利要求 1-16 中任一项的催化剂。

19. 根据权利要求 1-16 中任一项的催化剂或根据权利要求 17 得到和 / 或可得到的催化剂作为氧化预催化剂在烃和氮氧化物氧化中的用途。

具有改进 NO 氧化活性的汽油稀燃发动机用催化剂

技术领域

[0001] 本发明涉及具有改进 NO 氧化活性的催化剂,以及处理汽车废气的方法和汽车废气流的处理体系。特别是,本发明涉及可与选择性催化还原 (SCR) 催化剂一起使用的三效催化剂 (TWC)。

背景技术

[0002] 汽车废气,特别是来自稀燃发动机如柴油废气和稀燃汽油机的废气处理中遭遇的问题之一涉及其中所含氮氧化物的处理。为此,在稀燃条件下运行的汽车中所用的许多废气处理体系结合了位于 SCR 催化剂上游的 NO_x 储存催化剂组合。特别是,将废气流中所含氮氧化物在较低温度下储存在 NO_x 储存催化剂中,以在可在 SCR 装置中实现其有效还原的较高操作温度下释放。至此,通常需要使用在 NO_x 储存催化剂下游且在 SCR 装置以前将还原剂注入气流中以使氮氧化物 SCR 反应成氮气的工具。为实现最佳 SCR 活性,即为保持氮氧化物和 / 或还原剂如氨和 / 或脲的排放尽可能低,提出大量解决方法以配合 NO_x 储存催化剂的各个组分的活性、位于其下游的还原剂注入工具,和用于使还原剂和氮氧化物取决于入口温度在理想化学计量下反应的 SCR 装置。

[0003] DE10011612A1 例如公开了燃机的废气处理体系,其含有一序列 NO_x 储存催化剂、脲注入装置和提供于废气导管中的 SCR 催化剂,其中传感器体系取决于废气的氧含量调整脲的注入。另一方面,W02008/022751 公开了具有相同序列的组件的废气处理体系,其中在 SCR 装置上游的氨侵染取决于废气入口温度而具体控制。

[0004] US2008/0045405 公开了用于柴油机的废气处理体系,其中一序列柴油氧化催化剂、催化煤烟过滤剂和 SCR 装置以该顺序提供于废气导管中。作为对所述组件配置的改进,EP2112339 公开了催化煤烟过滤剂和柴油氧化催化剂的顺序倒置,因此对于随后 SCR 装置中的反应,可实现更好的 NO₂/NO_x 比控制。

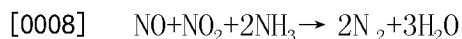
[0005] 在用于处理氮氧化物,特别是用于处理来自空气:燃料比为 20:1 或更高的稀燃体系的废气中的氮氧化物的废气处理体系中,存在这一问题:烃 (HC) 氧化活性和 NO 氧化活性的配合在老化以后(即在耐久性试验以后)保持为差的。特别是,对于汽油稀燃发动机,在贫和富废气条件下 >900℃ 的温度通常存在于以较高速度驾驶期间。这些条件通常导致 Pt、Pd 或 Pt/Pd 合金非常强的烧结。该烧结过程伴随现有技术 TWC 转化器上烃氧化以及特别是 NO 氧化的催化活性的强损失。然而,对于下游 SCR 装置中所得气体混合物的最佳转化,需要高 NO 氧化催化活性。

[0006] 因此,本发明的目的是提供具有改进氮氧化物和烃氧化活性,特别是用于稀燃发动机应用的废气处理体系中的催化剂。

发明内容

[0007] 因此,令人惊讶地发现本发明催化剂提供了极大改进的 NO 氧化活性而不妨碍催化剂氧化烃的能力。当用于含 NO 的废气处理时,可实现针对 SCR 工艺中的随后废气处理非

常有利的改进水平的 NO_2 。这特别适用于在随后 SCR 装置中进行的以下反应工艺：



[0009] 其中所述反应的化学计量可通过在给定反应条件下使用本发明催化剂而最佳化，仍不妨碍催化剂提供高水平的烃氧化，特别是关于二氧化碳形成的能力。

[0010] 因此，本发明涉及包含基材和催化剂涂层的催化剂，催化剂涂层包含两层或更多层，所述层包含：

[0011] (a) 在基材上提供的第一层，所述第一层包含 Pt 和 / 或 Pd，优选 Pt 和 Pd；和

[0012] (b) 在第一层上提供的第二层，所述第二层包含 Pt；

[0013] 第一和第二层各自进一步包含：

[0014] 一种或多种颗粒载体材料，其中优选一种或多种铂族金属中的至少一部分负载于一种或多种颗粒载体材料上；

[0015] 一种或多种储氧组分 (OSC) 材料；和

[0016] 一种或多种包含一种或多种选自碱和 / 或碱土金属的元素的氮氧化物储存材料，

[0017] 其中催化剂中所含一种或多种氮氧化物储存材料中包含的碱和碱土金属总量以各自的碱金属氧化物 M_2O 和碱土金属氧化物 MO 计为 $0.18\text{--}2.5\text{g/in}^3$ ，优选 $0.2\text{--}2.0\text{g/in}^3$ ，更优选 $0.4\text{--}1.5\text{g/in}^3$ ，更优选 $0.5\text{--}1.3\text{g/in}^3$ ，甚至更优选 $0.6\text{--}1.2\text{g/in}^3$ 。

[0018] 在本发明含义内，除非另外说明，术语“氮氧化物储存材料”，特别是“一种或多种氮氧化物储存材料”优选分别指氮氧化物储存材料和一种或多种氮氧化物储存材料，其中所述材料包含根据如本发明所定义的所述氮氧化物储存材料或一种或多种氮氧化物储存材料的实施方案和优选实施方案的一种或多种选自碱和 / 或碱土金属的元素。

[0019] 作为基材，可使用任何材料，条件是它可负载催化剂的层且它对废气处理方法期间占优势的条件具有耐受性。本发明基材可以具有任何可能的形状，条件是它容许与其上存在的至少一部分层流体接触。优选基材为单块的，其中更优选单块为流通单块。合适的基材包括常用于制备催化剂的那些材料中的任一种，且通常包含陶瓷或金属蜂窝结构。因此，单块基材含有从基材的入口延伸至出口面的细、平行气流通道的，使得通道对流体流动开放（称为蜂窝型流过基材）。从其流体入口至其流体出口基本为直线路径的通道受其上配置层的壁限定，使得流过通道的气流接触催化材料。单块基材的液流通道的薄壁通道，其可以具有任何合适的截面形状和尺寸，例如梯形、矩形、正方形、正弦曲线、六角形、椭圆形或圆形。这类结构可含有至多 900 个气体入口（即孔）/ 平方英寸横截面，其中根据本发明，结构优选具有 50–600 个开口 / 平方英寸，更优选 300–500 个开口 / 平方英寸，甚至更优选 350–400 个开口 / 平方英寸。

[0020] 因此，根据本发明的优选实施方案，催化剂包含为单块，优选流通单块，更优选具有蜂窝结构的流通单块的基材。

[0021] 一般而言，基材可由本领域通常已知的材料构成。为此，多孔材料优选用作基材材料，特别是陶瓷和类陶瓷材料，例如堇青石、 α -氧化铝、铝硅酸盐、堇青石-氧化铝、碳化硅、钛酸铝、氮化硅、氧化锆、莫来石、锆石、锆莫来石、硅酸锆、硅线石、硅酸镁、透锂长石、锂辉石、氧化铝-二氧化硅-氧化镁和硅酸锆，以及多孔耐熔金属及其氧化物。根据本发明，“耐熔金属”指一种或多种选自 Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W 和 Re 的金属。基材也可由陶瓷纤维复合材料形成。根据本发明，基材优选由堇青石、碳化硅和 / 或钛酸铝形成。一般

而言,优选能够经得住催化剂所暴露的高温的催化剂,当用于处理汽车废气时特别如此。此外,应当理解壁流基材上催化组合物的负载取决于基材性能如孔隙率和壁厚度。

[0022] 用于本发明实施方案的催化剂的基材在性质上也可以为金属,并由一种或多种金属或金属合金组成。金属基材可以以各种形状使用,例如波纹板或单块形式。合适的金属载体包括耐热金属和金属合金,例如钛和不锈钢,以及其中铁为实质或主要组分的其它合金。这类合金可含有镍、铬和 / 或铝中的一种或多种,且这些金属的总量可有利地包含至少 15 重量 % 合金,例如 10-25 重量 % 铬、3-8 重量 % 铝和至多 20 重量 % 镍。合金还可含有少量或痕量的一种或多种其它金属如锰、铜、钒、钛等。金属基材的表面可在高温,例如 1000℃ 和更高下氧化,以通过在基材表面上形成氧化物层而改进合金的耐腐蚀性。这种高温引发的氧化可增强随后组合物在基材上的附着。

[0023] 根据本发明,第一和第二层包含一种或多种储氧组分 (OSC) 材料。原则上可使用任何储氧组分材料,条件是它可以可逆地储存氧。优选所述储氧组分材料包含一种或多种选自氧化锆、稀土金属及其混合物,更优选选自氧化锆、二氧化铈、氧化镧、氧化镨、氧化钕、三氧化二钕及其混合物的化合物,其中一种或多种 OSC 材料优选包含二氧化铈和 / 或氧化锆。根据特别优选的实施方案,OSC 材料包含二氧化铈和氧化锆,其中二氧化铈优选掺杂有 La 和 / 或 Zr,更优选掺杂有 La 和 Zr。

[0024] 在包含掺杂有 La 的二氧化铈的本发明优选实施方案中,进一步优选二氧化铈掺杂有基于 100% 的掺杂二氧化铈为 1-20% 的 La,更优选掺杂有 2-10%,更优选掺杂有 3-8%,甚至更优选掺杂有 4-6% 的 La。此外,在包含掺杂有 Zr 的二氧化铈的本发明优选实施方案中,进一步优选二氧化铈掺杂有基于 100% 的掺杂二氧化铈为 1-20% 的 Zr,更优选掺杂有 2-10%,更优选掺杂有 3-8%,甚至更优选掺杂有 4-6% 的 Zr。

[0025] 根据包含掺杂有 La 和 Zr 的二氧化铈的本发明特别优选实施方案中,进一步优选二氧化铈分别掺杂有基于 100% 的掺杂二氧化铈为 1-20%La 和 Zr,更优选掺杂有 2-10%,更优选掺杂有 3-8%,甚至更优选掺杂有 4-6%La 和 Zr。

[0026] 根据优选的本发明另一实施方案,OSC 材料包含形成固溶体的二氧化铈和氧化锆。该二氧化铈和氧化锆的固溶体优选掺杂有 Pr 和 / 或 Nd,更优选掺杂有 Pr 和 Nd。

[0027] 在包含掺杂有 Nd 的二氧化铈 - 氧化锆混合氧化物的本发明优选实施方案中,进一步优选二氧化铈掺杂有基于 100% 的掺杂二氧化铈为 1-20%Nd,更优选掺杂有 2-15%,更优选掺杂有 3-10%,甚至更优选掺杂有 5-8%Nd。此外,在包含掺杂有 Pr 的二氧化铈 - 氧化锆混合氧化物的本发明优选实施方案中,进一步优选二氧化铈掺杂有基于 100% 的掺杂二氧化铈 - 氧化锆混合氧化物为 1-20%Pr,更优选掺杂有 2-15%,更优选掺杂有 3-10%,甚至更优选掺杂有 5-8%Pr。

[0028] 根据包含掺杂有 Nd 和 Pr 的二氧化铈 - 氧化锆混合氧化物的本发明特别优选实施方案,进一步优选所述二氧化铈 - 氧化锆混合氧化物分别掺杂有基于 100% 的掺杂二氧化铈为 1-20%Nd 和 Pr,更优选掺杂有 2-15%,更优选掺杂有 3-10%,甚至更优选掺杂有 5-8%Pr 和 Nd。

[0029] 在本发明含义内,除非另外说明,以 % 表示的值通常指重量 %。此外,如本发明所用术语“包含”通常表示组分含在特定组分中,然而不排除所述组分中其它材料或化合物的存在。然而,根据本发明的优选含义,术语“包含”以“由...组成”的含义使用,使得排除除具

体指定那些外的其它组分的存在。

[0030] 根据本发明,催化剂涂层的第一和第二层中所含一种或多种 OSC 材料可以彼此相同或不同。根据优选实施方案,第一和第二层都含有一种或多种包含掺杂有 La 和 Zr 的二氧化铈的 OSC 材料,其中更优选仅第二层包含一种或多种包含掺杂有 La 和 Zr 的二氧化铈的 OSC 材料。根据优选的本发明其它实施方案,第一和第二层都含有一种或多种包含掺杂有 Pr 和 Nd 的二氧化铈-氧化锆混合氧化物的 OSC 材料,其中更优选仅第二层含有一种或多种包含掺杂有 Pr 和 Nd 的二氧化铈-氧化锆混合氧化物的 OSC 材料。

[0031] 原则上,可选择催化剂中一种或多种 OSC 材料的任何可能负载,条件是提供足够的储氧水平,且催化剂的储氧能力不妨碍它提供高水平的 NO 和 HC 氧化活性的能力。一般而言,催化剂中所含一种或多种 OSC 材料的总负载可以为 $0.5\text{--}4.5\text{g/in}^3$,其中优选 $1.0\text{--}3.8\text{g/in}^3$,更优选 $1.5\text{--}3.3\text{g/in}^3$,更优选 $2.0\text{--}2.8\text{g/in}^3$,甚至更优选 $2.1\text{--}2.7\text{g/in}^3$ 的负载。根据本发明,尤其含在第一层中的一种或多种 OSC 材料的负载可以为 $0.2\text{--}3.5\text{g/in}^3$,其中优选负载为 $0.5\text{--}3.0\text{g/in}^3$,更优选 $1.0\text{--}2.6\text{g/in}^3$ 、 $1.2\text{--}2.4\text{g/in}^3$,甚至更优选 $1.5\text{--}2.1\text{g/in}^3$ 。此外或者作为选择,尤其含在第二层中的一种或多种 OSC 材料的负载可以为 $0.1\text{--}10\text{g/in}^3$,其中优选 $0.3\text{--}0.9\text{g/in}^3$,更优选 $0.4\text{--}0.8\text{g/in}^3$,甚至更优选 $0.5\text{--}0.7\text{g/in}^3$ 的负载。

[0032] 根据本发明,催化剂涂层中的第一层包含 Pt 和 / 或 Pd,优选 Pt 和 Pd。此外,催化剂涂层中的第二层包含 Pt。原则上,任何可能负载的这些铂族金属可包含在催化剂涂层,优选其中所含第一和第二层中。因此,催化剂可包含负载为 $5\text{--}180\text{g/ft}^3$ 的 Pt,其中催化剂中 Pt 负载优选为 $10\text{--}140\text{g/ft}^3$,更优选 $30\text{--}120\text{g/ft}^3$,更优选 $45\text{--}110\text{g/ft}^3$,甚至更优选 $55\text{--}105\text{g/ft}^3$ 。此外或者作为选择,催化剂可包含负载为 $0.5\text{--}18\text{g/ft}^3$ 的 Pd,其中催化剂中 Pd 的负载优选为 $1\text{--}14\text{g/ft}^3$,更优选 $3\text{--}12\text{g/ft}^3$,更优选 $4.5\text{--}11\text{g/ft}^3$,甚至更优选 $5.5\text{--}10.5\text{g/ft}^3$ 。一般而言,这些铂族金属的负载指它们在催化剂中的含量,其中这些铂族金属优选包含在其负载含量分别优选涉及的催化剂涂层,更优选所述涂层中所含第一和第二层中。根据其中 Pt 包含在第一层中的本发明优选实施方案,优选除 Pd 外,所述层中 Pt 的负载可以为 $1\text{--}150\text{g/ft}^3$,优选为 $10\text{--}100\text{g/ft}^3$,更优选 $20\text{--}80\text{g/ft}^3$,更优选 $25\text{--}70\text{g/ft}^3$,更优选 $30\text{--}65\text{g/ft}^3$,甚至更优选 $35\text{--}59\text{g/ft}^3$ 。此外或者作为选择,第二层中包含的 Pt 负载可以为 $1\text{--}100\text{g/ft}^3$,优选为 $5\text{--}80\text{g/ft}^3$,更优选 $10\text{--}60\text{g/ft}^3$,更优选 $15\text{--}50\text{g/ft}^3$,更优选 $20\text{--}45\text{g/ft}^3$,甚至更优选 $25\text{--}42\text{g/ft}^3$ 。

[0033] 根据本发明,关于催化剂中其它铂族金属的存在,一般不存在限制,条件是所述金属不妨碍催化剂处理废气,特别是提供高水平的 HC 和 NO 氧化活性的能力。在本发明含义内,除非另外明确指出,术语“铂族金属”指元素 Ru、Rh、Pd、Os、Ir 和 Pt。

[0034] 关于催化剂中 Rh 的具体含量,它可以以任何合适量存在于本发明催化剂中,条件是它不妨碍催化剂提供高水平 HC 和 NO 氧化活性的能力。一般而言,Rh 可例如以至多 50g/ft^3 的量包含在催化剂中,其中优选 Rh 以 30g/ft^3 或更小,优选 20g/ft^3 或更小,更优选 15g/ft^3 或更小,更优选 10g/ft^3 或更小,更优选 5g/ft^3 或更小,更优选 1g/ft^3 或更小的量包含在催化剂中,其中甚至更优选催化剂含有小于 500ppm 的 Rh。

[0035] 根据本发明的具体实施方案,优选第一层包含小于 500ppm 的 Rh,以及更优选小于 500ppm 的除 Pt 和 / 或 Pd 外,甚至更优选除 Pt 和 Pd 外的其它铂族金属。根据所述优选实施方案,进一步优选第一层含有小于 50ppm 所述金属,更优选小于 10ppm,更优选小于 1ppm,

甚至更优选小于 0.1ppm 所述金属。此外或者作为选择,根据本发明优选第二层包含小于 500ppm 的 Rh,更优选小于 500ppm 的 Rh 和 Pd,甚至更优选小于 500ppm 的除 Pt 外的其它铂族金属。根据所述优选实施方案,也进一步优选第一层含有小于 50ppm 所述金属,更优选小于 10ppm,更优选小于 1ppm,甚至更优选小于 0.1ppm 所述金属。

[0036] 根据特别优选的实施方案,优选催化剂含有小于 500ppm 的 Rh,优选小于 50ppm,更优选小于 10ppm,更优选小于 1ppm,甚至更优选小于 0.1ppm 的 Rh。根据特别优选的实施方案,催化剂含有小于 500ppm 的除催化剂涂层的第一和第二层所含那些外的铂族金属,优选小于 500ppm 的除 Pt 和 Pd 外的其它铂族金属,其中更优选催化剂含有小于 50ppm 的所述其它铂族金属,更优选小于 10ppm,更优选小于 1ppm,甚至更优选小于 0.1ppm 的所述其它铂族金属。

[0037] 因此,优选本发明实施方案,其中第一层包含小于 500ppm 的 Rh,更优选小于 500ppm 的除 Pt 和 / 或 Pd,优选 Pt 和 Pd 外的其它铂族金属,和 / 或,优选和,

[0038] 其中第二层包含小于 500ppm 的 Rh,更优选小于 500ppm 的 Rh 和 Pd,更优选小于 500ppm 的除 Pt 外的其它铂族金属,

[0039] 其中甚至更优选所述一种或多种金属的含量分别小于 50ppm,更优选小于 10ppm,更优选小于 1ppm,甚至更优选小于 0.1ppm。

[0040] 一般而言,根据本发明,在包含 Pt 和 Pd 的催化剂的实施方案中,对其中所含 Pt 与 Pd 的重量比不存在具体限制。应当指出,除非另外说明,根据本发明的元素和 / 或化合物的比一般指其重量比。因此,催化剂中的 Pt: Pd 重量比可以为 1:10-100:1 中的任何范围,其中重量比优选为 1:5-70:1,更优选 1:2-50:1,更优选 1:1-30:1,更优选 2:1-20:1,更优选 5:1-15:1,甚至更优选 6:1-11:1。此外或者作为选择,关于尤其含在催化剂的第一层中的 Pt 与 Pd 的重量比,优选 Pt: Pd 重量比为 1:2-50:1,更优选 1:1-20:1,更优选 2:1-15:1,更优选 3:1-10:1,甚至更优选 4:1-7:1。

[0041] 一般而言,催化剂的铂族金属组分,特别是 Pt 和 Pd 可以以任何合适的形式和方式含在其中,条件是催化剂在处理废气中显示出高水平的 HC 和 NO 氧化活性。因此,铂族金属组分可直接含在其中的和 / 或可负载于一种或多种催化剂组分,优选催化剂涂层的第一和第二层中所含一种或多种其它组分上。因此,铂族金属组分可至少部分或完全负载于一种或多种颗粒载体材料、一种或多种 OSC 材料,和 / 或一种或多种氮氧化物储存材料中的任一种上。同此,应当指出,如本发明所用术语“氮氧化物”通常指氮和氧的二元化合物,优选指 NO、NO₂和 N₂O,甚至更优选指 NO 和 NO₂。此外,在本发明含义内,术语“NO_x”指化合物 NO 和 NO₂。

[0042] 在本发明催化剂的优选实施方案中,铂族金属,特别是 Pt 和 / 或 Pd 至少部分,优选完全负载于一种或多种颗粒载体材料上。在其中多于一种铂族金属,特别是 Pt 和 Pd 含在催化剂涂层的第一和 / 或第二层中,优选其中 Pt 和 Pd 含在催化剂涂层的第一层中的实施方案中,所述铂族金属可负载于相同或不同的颗粒载体材料上。作为选择,铂族金属可以仅部分地负载于第一和 / 或第二层中相同的颗粒载体材料上,其中一种或多种铂族金属也可分开地负载于第一和 / 或第二层中所含的一种或多种颗粒载体材料和 / 或一种或多种其它组分上。

[0043] 一般而言,任何可能的颗粒载体材料可包含在催化剂中,条件是它可经得起废气

处理方法中所遭遇的条件,且它可适当地负载一种或多种其它催化剂组分,特别是一种或多种铂族金属,优选 Pd 和 / 或 Pt。根据优选实施方案,颗粒载体材料包含一种或多种氧化物,更优选一种或多种金属氧化物。优选使用高表面积耐熔金属氧化物载体如氧化铝载体材料,也称为“ γ 氧化铝”或“活性氧化铝”。所述材料通常显示出 $60\text{--}200\text{m}^2/\text{g}$ 或更高的 BET 表面积。这类活性氧化铝通常为 γ 和 δ 相氧化铝的混合物,但还可含有实质量的 η 、 κ 和 θ 氧化铝相。不同于活性氧化铝的耐熔金属氧化物可用作至少一些催化组分的载体。例如,已知本体二氧化铈、氧化锆、 α 氧化铝和其它材料用于这种用途。尽管这些材料中许多遭遇具有比活性氧化铝相当更低的 BET 表面积的缺点,该缺点倾向于被所得催化剂的较大耐久性抵消。“BET 表面积”具有其涉及用于通过 N_2 吸附测定表面积的 Brunauer, Emmett, Teller 方法的常用意义。孔径和孔体积也可使用 BET 型 N_2 吸附测定。优选活性氧化铝具有 $60\text{--}350\text{m}^2/\text{g}$, 通常 $90\text{--}250\text{m}^2/\text{g}$ 的比表面积。

[0044] 根据本发明的优选实施方案,金属氧化物,特别是金属氧化物载体颗粒,优选一种或多种颗粒载体材料中所含的,优选包含至少一种选自氧化铝、二氧化钛、二氧化钛-氧化铝、氧化锆-氧化铝、氧化钡-氧化铝、二氧化铈-氧化铝、氧化钡-二氧化铈-氧化铝、氧化镧-氧化铝、氧化镧-氧化锆-氧化铝、二氧化钛-氧化锆及其混合物的化合物。进一步优选至少一种化合物选自氧化铝、氧化锆-氧化铝、氧化镧-氧化铝、氧化镧-氧化锆-氧化铝及其混合物,更优选选自氧化锆-氧化铝、氧化镧-氧化铝、氧化镧-氧化锆-氧化铝及其混合物,其中甚至更优选一种或多种颗粒载体材料包含氧化镧-氧化锆-氧化铝。

[0045] 根据特别优选的实施方案,一种或多种金属氧化物,特别是一种或多种颗粒载体材料中所含金属氧化物载体颗粒掺杂有一种或多种化合物。因此,金属氧化物,优选氧化铝可优选掺杂有一种或多种化合物,优选掺杂有氧化镧和 / 或氧化锆,更优选掺杂有氧化镧和氧化锆。在所述实施方案中,关于金属氧化物颗粒掺杂的一种或多种化合物的量不存在具体限制。因此,金属氧化物,优选氧化铝可掺杂有 50% 或更少的一种或多种化合物,优选 40% 或更少,更优选 30% 或更少,更优选 25% 或更少,更优选 20% 或更少,甚至更优选 16% 或更少。根据包含掺杂有氧化镧的氧化铝的特别优选实施方案,优选氧化铝掺杂有 0.05-5%, 优选 0.1-2%, 更优选 0.2-1%, 甚至更优选 0.3-0.5% 的氧化镧。此外或者作为选择,根据包含掺杂有氧化锆的氧化铝的特别优选实施方案,优选氧化铝掺杂有 1-50%, 优选 5-30%, 更优选 10-20%, 更优选 12-18%, 甚至更优选 14-16% 的氧化锆。特别优选包含掺杂有氧化镧和氧化锆的氧化铝的实施方案,其中氧化铝掺杂有 1-50%, 优选 5-30%, 更优选 10-20%, 更优选 12-18%, 甚至更优选 14-16% 的氧化锆,且其中氧化铝进一步掺杂有 0.05-5%, 优选 0.1-2%, 更优选 0.2-1%, 甚至更优选 0.3-0.5% 的氧化镧。

[0046] 一般而言,催化剂可包含任何合适量的一种或多种颗粒载体材料,条件是可提供催化剂的技术特征,特别是高水平的 NO 和 HC 氧化活性。因此,具有一种或多种颗粒载体材料的催化剂的负载可以为 $0.5\text{--}7.0\text{g}/\text{in}^3$, 优选为 $1.5\text{--}4.5\text{g}/\text{in}^3$, 更优选 $2.0\text{--}3.8\text{g}/\text{in}^3$, 更优选 $2.2\text{--}3.5\text{g}/\text{in}^3$, 甚至更优选 $2.5\text{--}3.3\text{g}/\text{in}^3$ 。根据其优选实施方案,催化剂涂层的第一层中一种或多种颗粒载体材料的负载为 $0.5\text{--}5.0\text{g}/\text{in}^3$, 更优选 $1.0\text{--}3.0\text{g}/\text{in}^3$, 更优选 $1.2\text{--}2.5\text{g}/\text{in}^3$, 甚至更优选 $1.4\text{--}2.2\text{g}/\text{in}^3$ 。此外或者作为选择,第二层中一种或多种颗粒载体材料的负载为 $0.1\text{--}3.0\text{g}/\text{in}^3$, 更优选 $0.5\text{--}2.0\text{g}/\text{in}^3$, 更优选 $0.8\text{--}1.4\text{g}/\text{in}^3$, 甚至更优选 $1.0\text{--}1.2\text{g}/\text{in}^3$ 。

[0047] 在本发明中,催化剂涂层的第一和第二层包含一种或多种包含一种或多种选自碱和 / 或碱土金属的元素的氮氧化物储存材料。原则上,选自碱和 / 或碱土金属的任何元素或元素组合可含在本发明催化剂中,条件是本发明的技术效果,特别是高水平的 HC 和 NO 氧化活性由催化剂提供。根据本发明,氮氧化物储存材料中所含一种或多种碱和 / 或碱土金属优选选自 Li、Na、K、Rb、Cs、Mg、Ca、Sr 和 Ba,更优选选自 K、Mg、Sr 和 Ba。根据特别优选的实施方案,一种或多种碱和 / 或碱土金属选自 K、Mg 和 Ba,其中更优选一种或多种氮氧化物储存材料包含 Mg 和 / 或 Ba,甚至更优选 Ba。

[0048] 一般而言,氮氧化物储存材料中所含一种或多种碱和 / 或碱土金属可以以任何合适形式包含在内,条件是催化剂能够可逆地固定氮氧化物。优选,一种或多种碱和 / 或碱土金属作为其各自的氧化物和 / 或作为它们各自的碳酸盐包含在内。根据特别优选的实施方案,一种或多种碱和 / 或碱土金属作为其各自的碳酸盐至少部分地包含在内,优选完全包含在内。

[0049] 关于催化剂涂层的第一和第二层中所含氮氧化物储存材料,除所述一种或多种选自碱和 / 或碱土金属的元素外,还可使用任何可能的元素或化合物,条件是所述元素或化合物能够可逆地固定氮氧化物。特别是,选择氮氧化物储存材料使得它能够在较低温度下结合氮氧化物,随后在较高温度,特别是在可实现其有效催化转化的温度下释放它。更尤其是,如本文所用较低温度指在冷启动条件期间汽车废气净化所遭遇的那些,在此之前发动机至多在环境温度下。另一方面,较高温度指当废气体系达到它关于废气处理,特别是关于氮氧化物排放的转化效率完全操作的温度时遭遇的那些温度。

[0050] 在本发明含义内,应当指出术语“转化”以这样的意义使用:它包括排放物向其它化合物的化学转化,以及排放物通过化学和 / 或吸附粘合被俘获在合适俘获材料上。这特别适用于汽车废气处理中的冷启动阶段,因为排放物的有效俘获理想地具有临时储存它们直至废气处理的较热阶段中可实现其有效转化的作用。如本发明上下文中所用“排放”优选指废气排放,更优选指包含 NO_x、CO 和烃的废气排放,甚至更优选指汽车废气中所含 NO_x、CO 和烃。

[0051] 根据本发明,优选氮氧化物储存材料,其除一种或多种选自碱和 / 或碱土金属的元素外还包含至少一种选自如下的金属化合物:稀土金属化合物,特别是其各自的氧化物,优选 Ce、La、Pr、Nd 及其混合物,其中另外包含在一种或多种氮氧化物储存材料中的其它元素优选为 Ce,优选作为二氧化铈。

[0052] 原则上,可选择任何可能的氮氧化物储存材料负载,条件是可储存足量的氮氧化物,且不削弱 NO_x 储存催化剂中所含其余组分的作用。一般而言,催化剂中氮氧化物储存材料的总负载可以为 0.18-7g/in³,优选 0.2-5g/in³,更优选 0.5-4.5g/in³,更优选 1.0-4.0g/in³,更优选 2.0-3.7g/in³,甚至更优选 2.5-3.5g/in³。根据其优选实施方案,第一层中氮氧化物储存材料的负载为 0.2-7g/in³,更优选 0.5-4.5g/in³,更优选 1.0-3.5g/in³,更优选 1.6-3.0g/in³,甚至更优选 1.9-2.7g/in³。此外或者作为选择,第二层中氮氧化物储存材料的负载优选为 0.05-3.0g/in³,更优选 0.1-2.0g/in³,更优选 0.3-1.5g/in³,更优选 0.5-1.0g/in³,甚至更优选 0.6-0.8g/in³。

[0053] 关于其中 Ba 包含在一种或多种氮氧化物储存材料中的本发明特别优选实施方案, Ba 优选以作为 BaO 计算 0.18-2.0g/in³ 的量更优选以 0.20-1.5g/in³,更优选

0.23-1.3g/in³,更优选 0.25-1.0g/in³,更优选 0.27-0.80g/in³,甚至更优选 0.28-0.72g/in³的量包含在催化剂中。此外或者作为选择,在其中 Ba 包含在一种或多种氮氧化物储存材料中的所述本发明优选实施方案中,进一步优选铂与钡的重量比作为 Pt:BaO 计为 0.01-1.0,其中更优选所述重量比为 0.05-0.5,更优选 0.10-0.3,更优选 0.15-0.25,甚至更优选 0.17-0.21。

[0054] 根据本发明,还特别优选第二层含有小于 500ppm 的 Ba,其中更优选第二层含有小于 50ppm 的 Ba,更优选小于 10ppm,更优选小于 1ppm,甚至更优选小于 0.1ppm 的 Ba。根据进一步优选的实施方案,第二层含有小于 500ppm 的碱和 / 或碱土金属,优选碱土金属,其中更优选第二层含有小于 50ppm 所述金属,更优选小于 10ppm,更优选小于 1ppm,甚至更优选小于 0.1ppm 所述金属。根据优选的本发明其它实施方案,第二层含有小于 500ppm 的氮氧化物储存材料,优选小于 50ppm,更优选小于 10ppm,更优选小于 1ppm,甚至更优选小于 0.1ppm。

[0055] 在本发明中,催化剂涂层,特别是其中所含第一和第二层可以以任何可能的方式提供,条件是可实现本发明的技术效果,特别是高水平的 HC 和 NO 氧化活性。然而,优选第一和第二层,优选含有所述层的催化剂涂层作为罩面层包含在催化剂中。如本文所用,术语“罩面层”具有其在应用于基材载体材料如蜂窝型载体成员上的催化或其它材料的薄附着涂层领域中的常用含义,其优选为充分多孔的以容许待处理气流从那里通过。

[0056] 此外,根据本发明,除第一和第二层外,一层或多层其它层可包含在催化剂涂层中。根据本发明的特别优选实施方案,第一层本身包含两层或更多单独层,其中更优选两层单独层包含于其中。所述层可具有相同的化学组成,特别是关于其中所含的 Pt 和 / 或 Pd,优选 Pt 和 Pd,以及关于本发明催化剂的第一层中所含所述两层或更多单独层中分别含有的一种或多种颗粒载体材料、一种或多种 OSC 材料和一种或多种氮氧化物储存材料,或者作为选择,可在所述两层或更多单独层中分别所含所述组分中的一种或多种方面不同。特别是,在本发明含义内,催化剂的第一层中所含两层或更多单独层指提供在彼此上的单独层,且其中所述单独层各自的化学组成为根据本发明催化剂的第一层的实施方案和优选实施方案的化学组成。

[0057] 因此,根据本发明催化剂的优选实施方案,第一层包含两层或更多层单独层,所述单独层在彼此上提供。

[0058] 催化剂涂层,特别是其中所含第一和第二层可进一步包含本领域中常用于提供催化剂涂层的添加剂,例如一种或多种促进剂、一种或多种稳定剂或一种或多种粘合剂。根据优选实施方案,催化剂涂层包含一种或多种粘合剂,其中粘合剂优选包含氢氧化铝,优选为纳米颗粒形式,甚至更优选其中粘合剂包含勃姆石。

[0059] 根据本发明的优选实施方案,催化剂包含在废气处理体系中。特别是,本发明处理体系包含内燃机、与发动机流体连通的废气导管,其中如本文所述催化剂提供于废气导管中。原则上,任何可能的燃机可用于本发明处理体系中,其中优选使用稀燃发动机如柴油机或稀燃汽油机,更优选稀燃汽油机,甚至更优选汽油直接注射发动机。

[0060] 因此,本发明还涉及废气处理体系,其包含内燃机和与内燃机流体连通的废气导管,其中催化剂存在于废气导管中,其中内燃机优选为汽油机,更优选汽油直接注射发动机。

[0061] 根据特别优选的实施方案,其中包含催化剂的废气处理体系含有一种或多种其它

组分。特别是,废气处理体系优选另外含有位于废气导管中的选择性催化还原 (SCR) 催化剂,SCR 催化剂优选位于催化剂下游。此外或者作为选择,优选废气处理体系进一步包含将还原剂供入废气导管中的工具,所述工具位于催化剂与 SCR 催化剂之间。作为还原剂,可使用任何可能的化合物,条件是它适于将氮氧化物还原,特别是在 SCR 催化剂中,其中所述还原剂优选指氨和 / 或脲,优选氨。

[0062] 适用于废气处理体系中的 SCR 催化剂组分为能够在 600℃ 以下的温度下有效地催化 NO_x 组分还原使得甚至在通常与较低废气温度有关的低负载条件下可以处理足够的 NO_x 水平的组分。优选,催化剂颗粒取决于优选加入体系中的还原剂如 NH_3 的量,能够将至少 50% 的 NO_x 组分转化成 N_2 。就这点而言,组合物的另一理想属性是它具有催化 O_2 与任何过量 NH_3 反应成 N_2 和 H_2O 的能力,使得 NH_3 不排放到大气中。用于排放处理体系中的有用 SCR 催化剂组合物还应对于大于 650℃ 的温度具有耐热性。

[0063] 合适的 SCR 催化剂组合物例如描述于 US4,961,917 和 US5,516,497 中。合适的组合物包括如下中的一种或两种:以促进剂加沸石的总重量的约 0.1-30 重量%,优选约 1-5 重量%的量存在于沸石中的铁和铜促进剂。除它们催化将 NO_x 用 NH_3 还原成 N_2 的能力外,所公开的组合物还可促进过量 NH_3 与 O_2 的氧化,尤其是对于具有较高促进剂浓度的那些组合物。根据本发明,特别优选含 Cu 的 SCR 催化剂用于废气处理体系中,所述废气处理体系优选包含催化剂,更优选除 Cu 外,含有 Fe 的 SCR 催化剂。

[0064] 本发明催化剂可容易地通过现有技术熟知的方法制备。特别是,可将催化剂材料的几种组分作为一种或多种组分的混合物在顺序步骤中以催化剂生产领域的技术人员容易了解的方式施涂于基材上。生产本发明催化剂的典型方法是分别将一种或多种铂族金属、一种或多种颗粒载体材料、一种或多种储氧组分 (OSC) 材料和一种或多种氮氧化物储存材料作为涂层或罩面层提供在合适载体成员的气流通道壁上,其中催化剂涂层中所含第一和第二层的各自组分作为两层或更多层罩面层提供在基材上。

[0065] 根据本发明,可将各罩面层的组分分别加工成淤浆,优选含水淤浆。然后可将基材顺序地浸入用于各罩面层的各自淤浆中,其后除去过量淤浆以在基材的气流通道壁上提供两种或更多种淤浆的薄涂层。然后将涂覆基材干燥并煅烧以提供各自组分在通道壁上的附着涂层。因此,在基材上提供第一罩面层以后,然后可将涂覆基材浸入另一淤浆中以形成沉积于第一罩面层上的第二罩面层。然后将基材干燥和 / 或煅烧,其中干燥和 / 或煅烧步骤优选在基材上提供罩面层或在催化剂上提供第二或其它罩面层的各个步骤以后进行。

[0066] 因此,本发明还涉及制备催化剂的方法,其包括如下步骤:

[0067] (i) 提供基材;

[0068] (ii) 将一种或多种颗粒载体材料用至少一种 Pt 料源和 / 或至少一种 Pd 料源,优选 Pt 料源和 Pd 料源浸渍,其中浸渍优选通过初始润湿实现;

[0069] (iii) 将一种或多种储氧组分 (OSC) 材料、一种或多种包含一种或多种选自碱和 / 或碱土金属的元素的氮氧化物储存材料和溶剂,优选水,更优选蒸馏水加入步骤 (ii) 所得产物中以得到淤浆,优选通过将所得混合物混合;

[0070] (iv) 将步骤 (iii) 所得淤浆研磨,优选至 50 μm 或更小,更优选 30 μm 或更小,更优选 20 μm 或更小,甚至更优选 10 μm 或更小的粒度 d_{90} ;

[0071] (v) 将步骤 (iv) 的所得淤浆在一个或多个涂覆步骤中作为层,优选作为罩面层提

供在基材上；

[0072] (vi) 任选重复步骤 (ii)-(v) 一次或多次, 优选一次；

[0073] (vii) 将一种或多种颗粒载体材料用至少一种 Pt 料源浸渍, 其中浸渍优选通过初始润湿实现；

[0074] (viii) 将一种或多种储氧组分 (OSC) 材料、一种或多种包含一种或多种选自碱和 / 或碱土金属的元素的氮氧化物储存材料和溶剂, 优选水, 更优选蒸馏水加入步骤 (vii) 所得产物中以得到淤浆, 优选通过将所得混合物混合；

[0075] (ix) 将步骤 (viii) 所得淤浆研磨, 优选至 $50\ \mu\text{m}$ 或更小, 更优选 $30\ \mu\text{m}$ 或更小, 更优选 $20\ \mu\text{m}$ 或更小, 甚至更优选 $10\ \mu\text{m}$ 或更小的粒度 d_{90} ；

[0076] (x) 将步骤 (ix) 的所得淤浆在一个或多个涂覆步骤中作为层, 优选作为单面层提供在涂覆基材上；

[0077] 其中干燥步骤和 / 或煅烧步骤优选在步骤 (v) 和 / 或步骤 (x) 以后进行, 更优选干燥步骤后接煅烧步骤, 其中甚至更优选干燥步骤和 / 或煅烧步骤, 优选干燥步骤后接煅烧步骤在步骤 (v) 和步骤 (x) 以后进行,

[0078] 其中催化剂中所含一种或多种氮氧化物储存材料中包含的碱和碱土金属总量以各自的碱金属氧化物 M_2O 和碱土金属氧化物 MO 计为 $0.18\text{--}2.5\text{g/in}^3$, 优选 $0.2\text{--}2.0\text{g/in}^3$, 更优选 $0.4\text{--}1.5\text{g/in}^3$, 更优选 $0.5\text{--}1.3\text{g/in}^3$, 甚至更优选 $0.6\text{--}1.2\text{g/in}^3$, 且

[0079] 其中在所得催化剂中, 步骤 (x) 中提供的层优选含有小于 500ppm 的 Ba, 更优选小于 500ppm 的氮氧化物储存材料。

[0080] 根据本发明方法的优选实施方案, 步骤 (x) 中提供的催化剂层含有小于 50ppm , 更优选小于 10ppm , 更优选小于 1ppm , 甚至更优选小于 0.1ppm 的 Ba。

[0081] 在本发明含义内, 术语“浸渍”指方法的结果, 其中将含有一种或多种组分, 特别是含有 Pt 和 / 或 Pd 的溶液放入给定载体材料, 特别是颗粒载体材料的孔中。在优选实施方案中, 所述组分的浸渍通过初始润湿实现, 其中例如含 Pt 和 / 或 Pd 的稀溶液的体积近似地等于载体的孔体积。初始润湿浸渍通常导致一种或多种组分的溶液在载体的整个孔体系中基本均匀地分布。

[0082] 根据优选的本发明其它实施方案, 催化剂根据用于制备催化剂, 特别是制备根据本发明催化剂的实施方案和优选实施方案的催化剂的本发明方法得到或可得到。因此, 根据本发明, 制备催化剂的方法优选为制备催化剂的方法, 其中催化剂为根据本发明实施方案和优选实施方案的催化剂。

[0083] 除这些实施方案中, 本发明还涉及使用本发明催化剂处理含有氮氧化物的气流的方法。更具体而言, 本发明方法包括引导氮氧化物气流经过和 / 或通过本发明催化剂。根据本发明方法的优选实施方案, 气流优选为由内燃机, 更优选汽油机产生的废气流, 其中更优选废气由在稀燃汽油机中, 甚至更优选在汽油直接注射发动机中的燃烧产生的废气。

[0084] 因此, 本发明还涉及处理包含氮氧化物的气流的方法, 其包括引导所述气流经过和 / 或通过本发明催化剂, 其中气流优选为由内燃机, 更优选汽油机, 更优选稀燃汽油机, 甚至更优选汽油直接注射发动机产生的废气流。

[0085] 最后, 本发明还涉及本发明催化剂作为氧化预催化剂, 特别是在烃和 / 或氮氧化物氧化, 优选在烃和氮氧化物氧化中的用途。根据本发明, 催化剂优选用于处理汽车废气,

更优选处理汽油机废气,其中甚至更优选它用于处理来自稀燃汽油机,优选汽油直接注射发动机的废气。

附图说明

[0086] 图 1 显示使用火焰离子化检测器,实施例 1-5 的催化剂关于汽车废气中所含烃排放的转化率的试验结果。“HC 效率 /%”值表示在废气通过根据所述实施例的催化剂以后转化的汽车废气中起初所含烃的百分数。

[0087] 图 2 显示使用化学发光检测器,实施例 1-5 的催化剂关于汽车废气中所含 NO 转化成 NO₂的转化率的试验结果。“NO₂形成率 /%”值表示在通过催化剂以后在各自转化成 NO₂以前废气中所含 NO 的百分数。

[0088] 图 3 显示实施例 1 和 6 和对比例 1 的催化剂分别关于汽车废气中所含烃的转化率的试验结果。“HC 效率 /%”值具有如以上关于图 1 所述的相同含义。

[0089] 图 4 显示实施例 1 和 6 和对比例 1 的催化剂分别关于汽车废气中所含 NO 转化成 NO₂的转化率的试验结果。“NO₂形成率 /%”值具有如以上关于图 2 所述的相同含义。

实施例

[0090] 实施例 1

[0091] (内层)

[0092] 通过行星式混合机(P-混合机)将铂四甲基氢氧化铵配合物溶液形式的铂和随后硝酸钯溶液形式的钯浸渍在掺杂有 0.4% 氧化镧和 15% 氧化锆的高表面积 γ 氧化铝上以形成湿粉末,同时实现初始润湿。选择 Pt 和 Pd 的量以实现催化剂层中 10g/ft³Pt 和 2g/ft³Pd 的最终浓度。

[0093] 然后通过将 Pt 和 Pd 负载型高表面积 γ 氧化铝、二氧化铈、氧化锆、氧化钡、氧化镁和粘合剂分别以基于催化剂的煅烧重量约 33%、44%、3%、11.5%、7% 和 1% 的浓度结合而与水形成含水淤浆。氧化锆作为乙酸盐胶体溶液引入,氧化钡作为乙酸钡溶液引入。然后将所得淤浆研磨至小于 10 μ m 的 90% 粒度。

[0094] 然后将淤浆涂在堇青石载体上以在其上提供作为内层的第一罩面层。在涂覆以后,将具有内层的载体干燥,然后在 550℃ 的温度下煅烧 1 小时。内层的总负载为 2g/in³。

[0095] (中间层)

[0096] 通过行星式混合机(P-混合机)将铂四甲基氢氧化铵配合物溶液形式的铂和随后硝酸钯溶液形式的钯浸渍在掺杂有 0.4% 氧化镧和 15% 氧化锆的高表面积 γ 氧化铝上以形成湿粉末,同时实现初始润湿。选择 Pt 和 Pd 的量以实现催化剂层中 25g/ft³Pt 和 4g/ft³Pd 的最终浓度。

[0097] 通过将 Pt 和 Pd 负载型高表面积 γ 氧化铝、二氧化铈、氧化锆、氧化钡、氧化镁和粘合剂分别以基于催化剂的煅烧重量约 32%、44%、3%、11.5%、7% 和 1% 的浓度结合而与水形成含水淤浆。氧化锆作为乙酸盐胶体溶液引入,氧化钡作为乙酸钡溶液引入。然后将所得淤浆研磨至小于 10 μ m 的 90% 粒度。

[0098] 然后将淤浆涂覆在内层上以在其上提供作为中间层的第二罩面层。在涂覆以后,将具有内层和中间层的载体干燥,然后在 550℃ 的温度下煅烧 1 小时。中间层的总负载为

2.3g/in³。

[0099] (外层)

[0100] 通过行星式混合机(P-混合机)将铂四甲基氢氧化铵配合物溶液形式的铂浸渍在掺杂有0.4%氧化镧和15%氧化锆的高表面积 γ 氧化铝上以形成湿粉末,同时实现初始润湿。选择Pt的量以实现催化剂层中25g/ft³Pt的最终浓度。

[0101] 通过将Pt负载型高表面积 γ 氧化铝、掺杂有5%镧和5%锆的二氧化铈、氧化锆、氧化钡、氧化镁和粘合剂分别以基于催化剂的煅烧重量约55%、24%、3%、9%、7%和1%的浓度结合而与水形成含水淤浆。氧化锆作为乙酸盐胶体溶液引入,氧化钡作为乙酸钡溶液引入。然后将所得淤浆研磨至小于10 μ m的90%粒度。

[0102] 然后将淤浆涂覆在中间层上以提供作为催化剂外层的第三罩面层。在涂覆以后,将具有内层、中间层和外层的载体干燥,然后在550℃的温度下煅烧1小时。外层的总负载为2g/in³。

[0103] 实施例2

[0104] (内层)

[0105] 通过行星式混合机(P-混合机)将铂四甲基氢氧化铵配合物溶液形式的铂和随后硝酸钯溶液形式的钯浸渍在掺杂有0.4%氧化镧和15%氧化锆的高表面积 γ 氧化铝上以形成湿粉末,同时实现初始润湿。选择Pt和Pd的量以实现催化剂层中10g/ft³Pt和2g/ft³Pd的最终浓度。

[0106] 然后通过将Pt和Pd负载型高表面积 γ 氧化铝、二氧化铈、氧化锆、氧化钡、氧化镁和粘合剂分别以基于催化剂的煅烧重量约54%、30%、3%、7%、7%和1%的浓度结合而与水形成含水淤浆。氧化锆作为乙酸盐胶体溶液引入,氧化钡作为乙酸钡溶液引入。然后将所得淤浆研磨至小于10 μ m的90%粒度。

[0107] 然后将淤浆涂在堇青石载体上以在其上提供作为内层的第一罩面层。在涂覆以后,将具有内层的载体干燥,然后在550℃的温度下煅烧1小时。内层的总负载为2g/in³。

[0108] (中间层)

[0109] 通过行星式混合机(P-混合机)将铂四甲基氢氧化铵配合物溶液形式的铂和随后硝酸钯溶液形式的钯浸渍在掺杂有0.4%氧化镧和15%氧化锆的高表面积 γ 氧化铝上以形成湿粉末,同时实现初始润湿。选择Pt和Pd的量以实现催化剂层中25g/ft³Pt和4g/ft³Pd的最终浓度。

[0110] 通过将Pt和Pd负载型高表面积 γ 氧化铝、二氧化铈、氧化锆、氧化钡、氧化镁和粘合剂分别以基于催化剂的煅烧重量约50%、30%、3%、7%、7%和1%的浓度结合而与水形成含水淤浆。氧化锆作为乙酸盐胶体溶液引入,氧化钡作为乙酸钡溶液引入。然后将所得淤浆研磨至小于10 μ m的90%粒度。

[0111] 然后将淤浆涂覆在内层上以在其上提供作为中间层的第二罩面层。在涂覆以后,将具有内层和中间层的载体干燥,然后在550℃的温度下煅烧1小时。中间层的总负载为2.3g/in³。

[0112] (外层)

[0113] 通过行星式混合机(P-混合机)将铂四甲基氢氧化铵配合物溶液形式的铂和随后硝酸铑溶液形式的铑浸渍在掺杂有0.4%氧化镧和15%氧化锆的高表面积 γ 氧化铝上以

形成湿粉末,同时实现初始润湿。选择 Pt 和 Rh 的量以实现催化剂层中 $25\text{g}/\text{ft}^3\text{Pt}$ 和 $10\text{g}/\text{ft}^3\text{Rh}$ 的最终浓度。

[0114] 通过将 Pt 和 Rh 负载型高表面积 γ 氧化铝、掺杂有 5% 钨和 5% 锆的二氧化铈、氧化锆、氧化镁和粘合剂分别以基于催化剂的煅烧重量约 60%、26%、3%、7% 和 1% 的浓度结合而与水形成含水淤浆。氧化锆作为乙酸盐胶体溶液引入。然后将所得淤浆研磨至小于 $10\text{ }\mu\text{m}$ 的 90% 粒度。

[0115] 然后将淤浆涂覆在中间层上以提供作为催化剂外层的第三罩面层。在涂覆以后,将具有内层、中间层和外层的载体干燥,然后在 550°C 的温度下煅烧 1 小时。外层的总负载为 $2\text{g}/\text{in}^3$ 。

[0116] 实施例 3

[0117] 实施例 3 的催化剂根据实施例 2 的程序制备,其中为制备内层,使掺杂有 0.4% 氧化钨和 15% 氧化锆的高表面积 γ 氧化铝负载 Pt 和 Pd 以实现催化剂内层中 $13\text{g}/\text{ft}^3\text{Pt}$ 和 $3\text{g}/\text{ft}^3\text{Pd}$ 的最终浓度。内层中存在的组分为基于催化剂的煅烧重量分别约 33%、44%、3%、11.5%、7% 和 1% 的浓度的 Pt 和 Pd 负载型高表面积 γ 氧化铝、二氧化铈、氧化锆、氧化钡、氧化镁和粘合剂。内层的总负载为 $2\text{g}/\text{in}^3$ 。

[0118] 为制备中间层,使掺杂有 0.4% 氧化钨和 15% 氧化锆的高表面积 γ 氧化铝负载 Pt 和 Pd 以实现催化剂中间层中 $31\text{g}/\text{ft}^3\text{Pt}$ 和 $5\text{g}/\text{ft}^3\text{Pd}$ 的最终浓度。中间层中存在的组分为基于催化剂的煅烧重量分别约 32%、44%、3%、11.5%、7% 和 1% 的浓度的 Pt 和 Pd 负载型高表面积 γ 氧化铝、二氧化铈、氧化锆、氧化钡、氧化镁和粘合剂。中间层的总负载为 $2.2\text{g}/\text{in}^3$ 。

[0119] 为制备外层,使掺杂有 0.4% 氧化钨和 15% 氧化锆的高表面积 γ 氧化铝负载 Pt 和 Rh 以实现催化剂外层中 $31\text{g}/\text{ft}^3\text{Pt}$ 和 $5\text{g}/\text{ft}^3\text{Rh}$ 的最终浓度。外层中存在的组分为基于催化剂的煅烧重量分别约 60%、26%、3%、7% 和 1% 的浓度的 Pt 和 Rh 负载型高表面积 γ 氧化铝、掺杂有 5% 钨和 5% 锆的二氧化铈、氧化锆、氧化镁和粘合剂。外层的总负载为 $1.8\text{g}/\text{in}^3$ 。

[0120] 实施例 4

[0121] 实施例 4 的催化剂根据实施例 1 的程序制备,其中为制备内层,使掺杂有 0.4% 氧化钨和 15% 氧化锆的高表面积 γ 氧化铝负载 Pt 和 Pd 以实现催化剂内层中 $15\text{g}/\text{ft}^3\text{Pt}$ 和 $3\text{g}/\text{ft}^3\text{Pd}$ 的最终浓度。内层中存在的组分为基于催化剂的煅烧重量分别约 54%、30%、3%、7%、7% 和 1% 的 Pt 和 Pd 负载型高表面积 γ 氧化铝、二氧化铈、氧化锆、氧化钡、氧化镁和粘合剂。内层的总负载为 $2\text{g}/\text{in}^3$ 。

[0122] 为制备中间层,使掺杂有 0.4% 氧化钨和 15% 氧化锆的高表面积 γ 氧化铝负载 Pt 和 Pd 以实现催化剂中间层中 $42\text{g}/\text{ft}^3\text{Pt}$ 和 $7\text{g}/\text{ft}^3\text{Pd}$ 的最终浓度。中间层中存在的组分为基于催化剂的煅烧重量分别约 50%、30%、3%、7%、7% 和 1% 的 Pt 和 Pd 负载型高表面积 γ 氧化铝、二氧化铈、氧化锆、氧化钡、氧化镁和粘合剂。中间层的总负载为 $2.3\text{g}/\text{in}^3$ 。

[0123] 为制备外层,使掺杂有 0.4% 氧化钨和 15% 氧化锆的高表面积 γ 氧化铝负载 Pt 以实现催化剂外层中 $42\text{g}/\text{ft}^3\text{Pt}$ 的最终浓度。外层中存在的组分为基于催化剂的煅烧重量分别约 60%、26%、3%、7% 和 1% 的 Pt 负载型高表面积 γ 氧化铝、掺杂有 5% 钨和 5% 锆的二氧化铈、氧化锆、氧化镁和粘合剂。外层的总负载为 $2\text{g}/\text{in}^3$ 。

[0124] 实施例 5

[0125] (内层)

[0126] 通过行星式混合机 (P-混合机) 将铂四甲基氢氧化铵配合物溶液形式的铂和随后硝酸钯溶液形式的钯浸渍在掺杂有 0.4% 氧化镧和 15% 氧化锆的高表面积 γ 氧化铝上以形成湿粉末, 同时实现初始润湿。选择 Pt 和 Pd 的量以实现催化剂层中 $17\text{g}/\text{ft}^3\text{Pt}$ 和 $3\text{g}/\text{ft}^3\text{Pd}$ 的最终浓度。

[0127] 然后通过将 Pt 和 Pd 负载型高表面积 γ 氧化铝、二氧化铈、氧化锆、氧化钡、氧化镁和粘合剂分别以基于催化剂的煅烧重量约 33%、44%、3%、11.5%、7% 和 1% 的浓度结合而用水形成含水淤浆。氧化锆作为乙酸盐胶体溶液引入, 氧化钡作为乙酸钡溶液引入。然后将所得淤浆研磨至小于 $10\text{ }\mu\text{m}$ 的 90% 粒度。

[0128] 然后将淤浆涂在堇青石载体上以在其上提供作为内层的第一罩面层。在涂覆以后, 将具有内层的载体干燥, 然后在 550°C 的温度下煅烧 1 小时。内层的总负载为 $2\text{g}/\text{in}^3$ 。

[0129] (中间层)

[0130] 通过行星式混合机 (P-混合机) 将铂四甲基氢氧化铵配合物溶液形式的铂和随后硝酸钯溶液形式的钯浸渍在掺杂有 0.4% 氧化镧和 15% 氧化锆的高表面积 γ 氧化铝上以形成湿粉末, 同时实现初始润湿。选择 Pt 和 Pd 的量以实现催化剂层中 $42\text{g}/\text{ft}^3\text{Pt}$ 和 $7\text{g}/\text{ft}^3\text{Pd}$ 的最终浓度。

[0131] 通过将 Pt 和 Pd 负载型高表面积 γ 氧化铝、二氧化铈、氧化锆、氧化钡、氧化镁和粘合剂分别以基于催化剂的煅烧重量约 32%、44%、3%、11.5%、7% 和 1% 的浓度结合而与水形成含水淤浆。氧化锆作为乙酸盐胶体溶液引入, 氧化钡作为乙酸钡溶液引入。然后将所得淤浆研磨至小于 $10\text{ }\mu\text{m}$ 的 90% 粒度。

[0132] 然后将淤浆涂覆在内层上以在其上提供作为中间层的第二罩面层。在涂覆以后, 将具有内层和中间层的载体干燥, 然后在 550°C 的温度下煅烧 1 小时。中间层的总负载为 $2.3\text{g}/\text{in}^3$ 。

[0133] (外层)

[0134] 通过行星式混合机 (P-混合机) 将铂四甲基氢氧化铵配合物溶液形式的铂和随后硝酸铑溶液形式的铑浸渍在掺杂有 0.4% 氧化镧和 15% 氧化锆的高表面积 γ 氧化铝上以形成湿粉末, 同时实现初始润湿。选择 Pt 和 Rh 的量以实现催化剂层中 $42\text{g}/\text{ft}^3\text{Pt}$ 和 $10\text{g}/\text{ft}^3$ 的最终浓度。

[0135] 通过将 Pt 和 Rh 负载型高表面积 γ 氧化铝、掺杂有 5% 镧和 5% 锆的二氧化铈、氧化锆、氧化钡、氧化镁和粘合剂分别以基于催化剂的煅烧重量约 55%、24%、3%、9%、7% 和 1% 的浓度结合而与水形成含水淤浆。氧化锆作为乙酸盐胶体溶液引入, 氧化钡作为乙酸钡溶液引入。然后将所得淤浆研磨至小于 $10\text{ }\mu\text{m}$ 的 90% 粒度。

[0136] 然后将淤浆涂覆在中间层上以提供作为催化剂外层的第三罩面层。在涂覆以后, 将具有内层、中间层和外层的载体干燥, 然后在 550°C 的温度下煅烧 1 小时。外层的总负载为 $2\text{g}/\text{in}^3$ 。

[0137] 实施例 6

[0138] 实施例 6 的催化剂根据实施例 5 的程序制备, 其中为制备内层, 使掺杂有 0.4% 氧化镧和 15% 氧化锆的高表面积 γ 氧化铝负载 Pt 和 Pd 以实现催化剂内层中 $12\text{g}/\text{ft}^3\text{Pt}$ 和 $3\text{g}/\text{ft}^3\text{Pd}$ 的最终浓度。内层中存在的组分为基于催化剂的煅烧重量分别约 33%、45%、3%、12%、7% 和 1% 的浓度的 Pt 和 Pd 负载型高表面积 γ 氧化铝、掺杂有 5% 镧和 5% 锆的二氧化

铈、氧化锆、氧化钡、氧化镁和粘合剂。内层的总负载为 2.2g/in^3 。

[0139] 为制备中间层,使掺杂有 0.4% 氧化镧和 15% 氧化锆的高表面积 γ 氧化铝负载 Pt 和 Pd 以实现催化剂中间层中 $29\text{g/ft}^3\text{Pt}$ 和 $7\text{g/ft}^3\text{Pd}$ 的最终浓度。中间层中存在的组分为基于催化剂的煅烧重量分别约 33%、45%、3%、12%、7% 和 1% 的浓度的 Pt 和 Pd 负载型高表面积 γ 氧化铝、掺杂有 5% 镧和 5% 锆的二氧化铈、氧化锆、氧化钡、氧化镁和粘合剂。中间层的总负载为 2.2g/in^3 。

[0140] 为制备外层,使掺杂有 0.4% 氧化镧和 15% 氧化锆的高表面积 γ 氧化铝负载 Pt 和 Rh 以实现催化剂外层中 $29\text{g/ft}^3\text{Pt}$ 和 $4\text{g/ft}^3\text{Rh}$ 的最终浓度。外层中存在的组分为基于催化剂的煅烧重量分别约 46%、34%、3%、9%、7% 和 1% 的浓度的 Pt 和 Rh 负载型高表面积 γ 氧化铝、掺杂有 5% 镧和 5% 锆的二氧化铈、氧化锆、氧化钡、氧化镁和粘合剂。外层的总负载为 2g/in^3 。

[0141] 对比例 1

[0142] (内层)

[0143] 通过将高表面积 γ 氧化铝、具有 48 重量 % 二氧化铈的二氧化铈 - 氧化锆复合物、氧化锆、二氧化铈、氧化钡、氧化钼和粘合剂分别以基于催化剂的煅烧重量约 60%、17%、11%、3% 和 3% 的浓度结合而与水形成含水淤浆。氧化锆作为乙酸盐胶体溶液、铈作为硝酸铈且氧化钡作为乙酸钡溶液引入。

[0144] 然后将淤浆涂在堇青石载体上以在其上提供作为内层的第一罩面层。在涂覆以后,将具有内层的载体干燥,然后在 550°C 的温度下煅烧 1 小时。内层的总负载为 0.9g/in^3 。

[0145] (中间层)

[0146] 通过行星式混合机 (P-混合机) 将铂四甲基氢氧化铵配合物溶液形式的铂浸渍在高表面积 γ 氧化铝上以形成湿粉末,同时实现初始润湿。选择 Pt 的量以实现催化剂层中 $90\text{g/ft}^3\text{Pt}$ 的最终浓度。

[0147] 通过将 Pt 负载型高表面积 γ 氧化铝、具有 47 重量 % 二氧化铈的二氧化铈 - 氧化锆复合物、掺杂有 10 重量 % 镧的氧化锆和氧化锆分别以基于催化剂的煅烧重量约 53%、28%、17% 和 3% 的浓度结合而与水形成含水淤浆。氧化锆作为乙酸盐胶体溶液。然后将所得淤浆研磨至小于 $10\text{ }\mu\text{m}$ 的 90% 粒度。

[0148] 然后将淤浆涂覆在内层上以在其上提供作为中间层的第二罩面层。在涂覆以后,将具有内层和中间层的载体干燥,然后在 550°C 的温度下煅烧 1 小时。中间层的总负载为 1.8g/in^3 。

[0149] (外层)

[0150] 通过行星式混合机 (P-混合机) 将铂四甲基氢氧化铵配合物溶液形式的铂和随后硝酸铈溶液形式的铈浸渍在高表面积 γ 氧化铝上以形成湿粉末,同时实现初始润湿。选择 Pt 和 Rh 的量以实现催化剂层中 $10\text{g/ft}^3\text{Pt}$ 和 $10\text{g/ft}^3\text{Rh}$ 的最终浓度。

[0151] 通过将 Pt 和 Rh 负载型高表面积 γ 氧化铝、具有 47 重量 % 二氧化铈的二氧化铈 - 氧化锆复合物、掺杂有 5 重量 % 铈和 7% 钼的氧化锆和氧化锆分别以基于催化剂的煅烧重量约 22%、33%、11% 和 4% 的浓度结合而与水形成含水淤浆。氧化锆作为乙酸盐胶体溶液和作为氢氧化锆悬浮液引入。然后将所得淤浆研磨至小于 $10\text{ }\mu\text{m}$ 的 90% 粒度。

[0152] 然后将淤浆涂覆在中间层上以提供作为催化剂外层的第三罩面层。在涂覆以后,

将具有内层、中间层和外层的载体干燥,然后在 550℃ 的温度下煅烧 1 小时。外层的总负载为 0.9g/in³。

[0153] HC 和 NO 氧化效率的试验描述:

[0154] 在贫废气条件下在发动机装置上测试由实施例 1-6 和对比例 1 得到的催化剂的烃氧化和 NO 氧化效率。为此,在试验以前将实施例和对比例中制备的催化剂在 950℃ 最大催化剂床温度下用二次空气注入老化 25 小时。该程序得到在 λ 1 下在 950℃ 床温度下 25 秒和在 λ 2 下以 650℃ 的最小温度 8 秒的间隔。

[0155] 其后,通过设置发动机在 λ 2.5 下以 41m³/h 的废气流、135ppm 烃和 290℃ 的催化剂入口处废气温度操作而评估烃氧化。为达到 305-320℃ 的催化剂温度,提高发动机负载并建立 50m³/h 的废气流。在使用当前技术火焰离子化检测器测量在催化剂以前和以后的总烃浓度。以 % 表示的氧化成 CO₂ 的总烃 (THC) 的量如下计算:

[0156]

$$U_{THC} = \left(1 - \left(\frac{THC_{\text{质量出口}}}{THC_{\text{质量入口}}} \right) \right) \bullet 100$$

[0157] 类似地,在该试验中,使用当前技术化学发光检测器测量在催化剂以前和以后的 NO 和 NO₂ 浓度。290℃、41m³/h 的流量和 λ 2.5 下废气中的 NO_x 浓度为 1030ppm。以 % 表示的所形成 NO₂ 的量如下计算:

[0158]

$$U = \frac{NO_2_{\text{质量出口}}}{NO_x_{\text{质量入口}}} \bullet 100$$

[0159] 测试实施例 1-6 和对比例 1 的催化剂在不同入口温度下的 HC (烃) 氧化效率和 NO 氧化效率,其结果显示于图 1-4 中。特别是,根据本发明的实施例 1-5 的催化剂关于 HC 和 NO 氧化活性的性能分别显示于图 1 和 2 中,测量分别在 285℃ 和 312℃ 的入口温度下进行。

[0160] 图 3 和 4 显示来自关于来自实施例 1 和 6 的本发明催化剂以及关于根据对比例 1 得到的催化剂进行的试验结果。图 3 中的 HC 氧化活性结果分别由在 280℃ 和 305℃ 的入口温度下试验得到,而图 4 所示关于 NO 氧化性能的结果在 305℃ 的入口温度下得到。如从图 3 中的试验结果可见,根据实施例 1 和 6 的本发明催化剂显示出与对比例 1 的催化剂可比的 HC 氧化性能。然而,如图 4 所示,通过本发明实施例实现的 NO 氧化活性明显优于对比例。

[0161] 因此,如通过实施例 1-6 的本发明催化剂的试验所证明,特别是与对比例 1 的催化剂相比,本发明催化剂在汽车废气处理中显示出 NO 氧化活性,其大大超过如可在现有技术中发现的催化剂技术的性能。特别是,所述优越特征不损害 HC 氧化活性而实现,这仍然保持与通过对比例 1 的催化剂实现的可比。

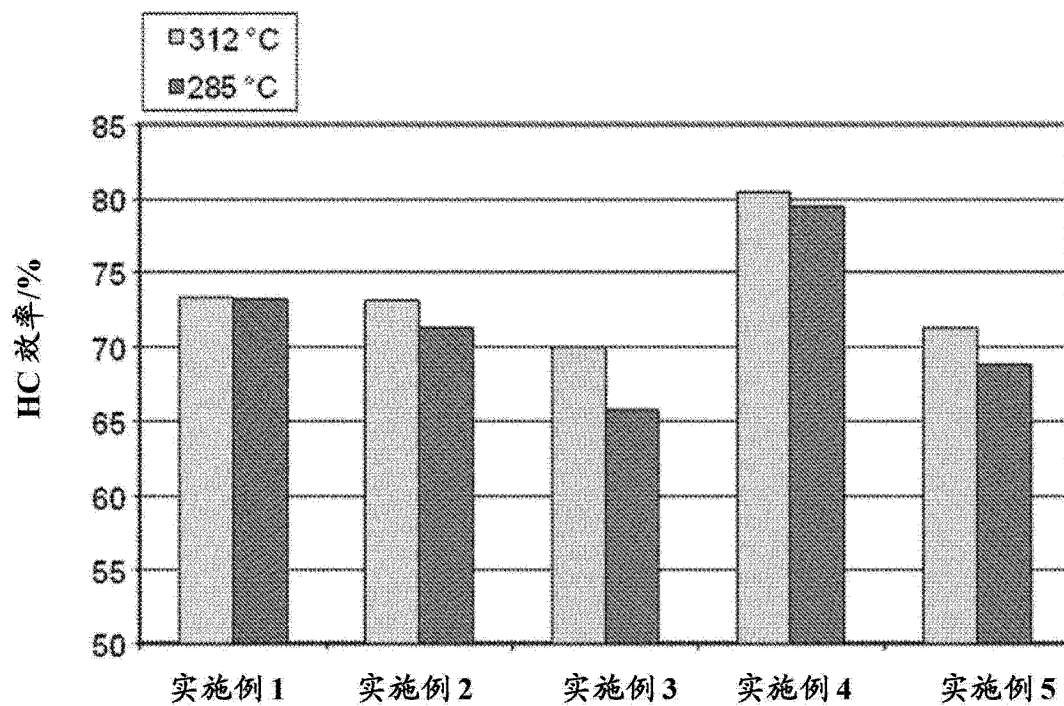


图 1

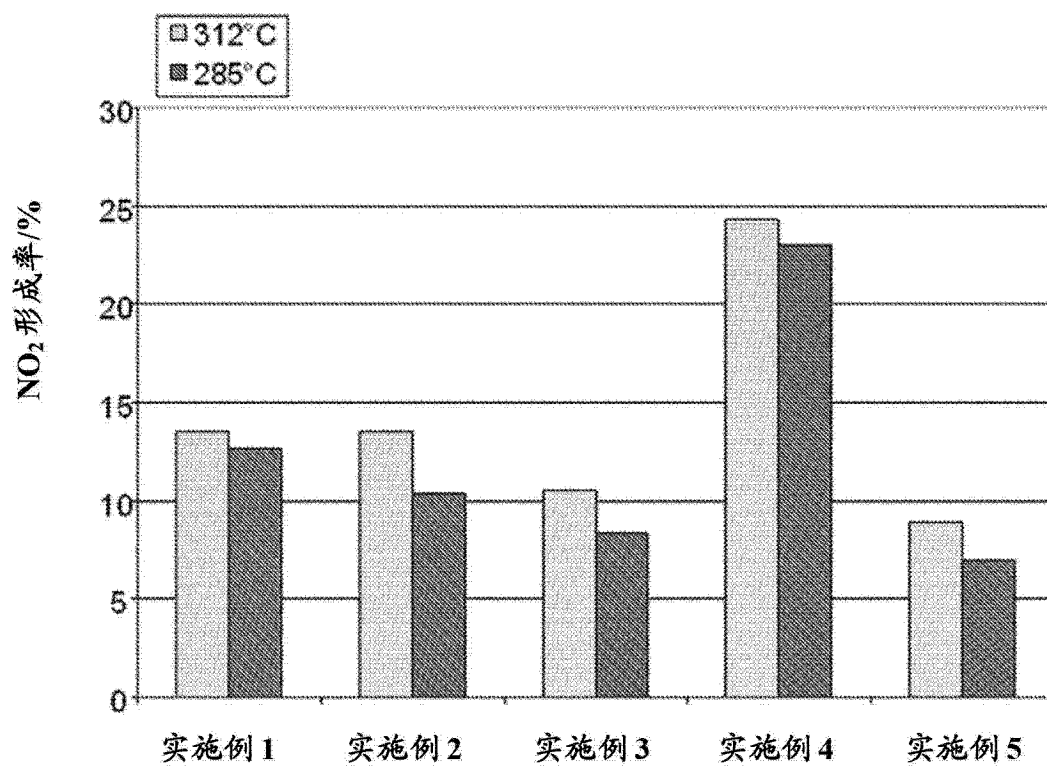


图 2

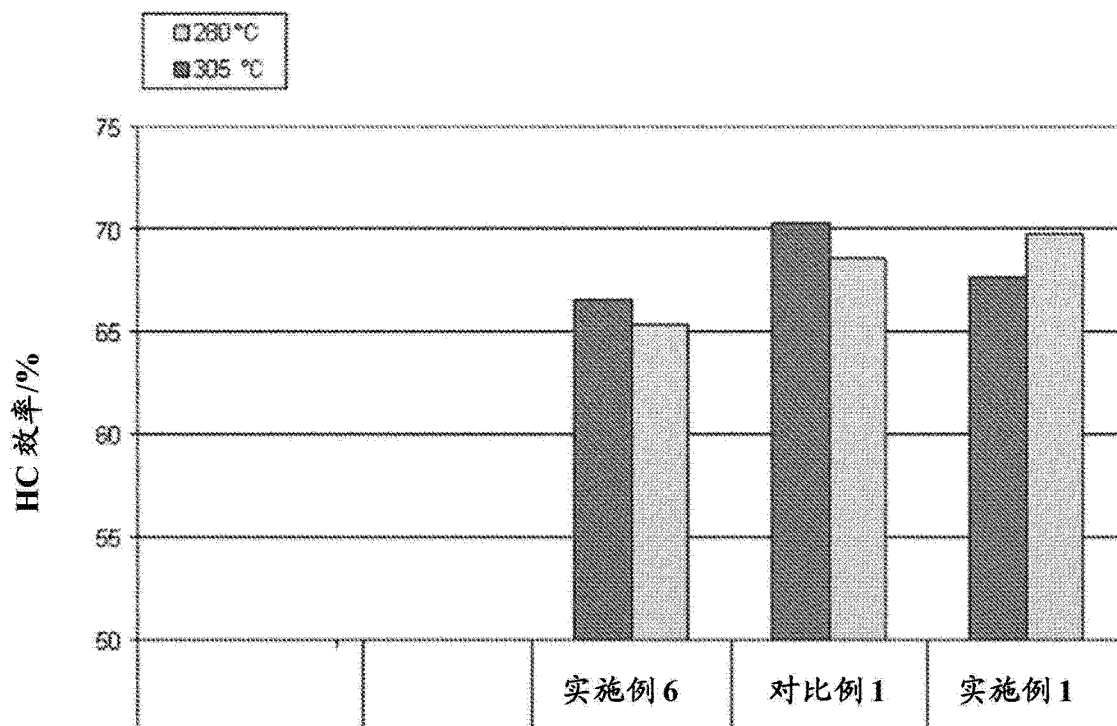


图 3

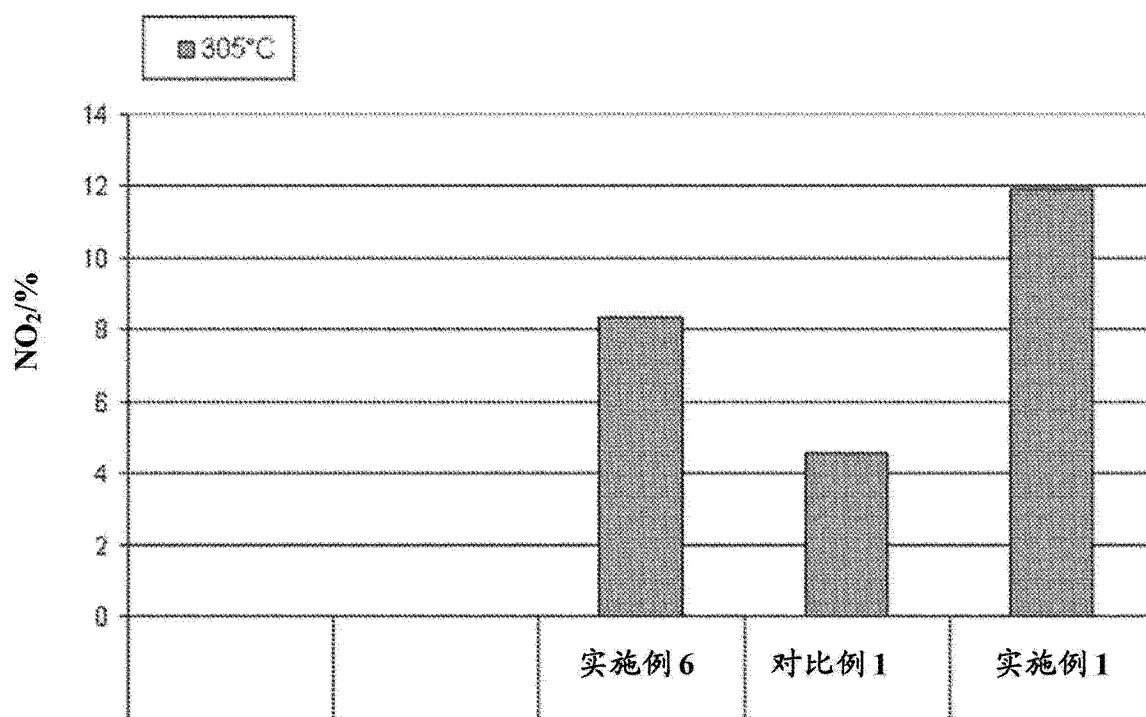


图 4