



(10) 授权公告号 CN 112657487 B

(45) 授权公告日 2023. 08. 01

(21) 申请号 202011303460.3

(22) 申请日 2015.09.04

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112657487 A

(43) 申请公布日 2021.04.16

(30) 优先权数据
62/046,491 2014.09.05 US

(62) 分案原申请数据
201580060324.7 2015.09.04

(73) 专利权人 尼奥性能材料(新加坡)有限公司
地址 新加坡新加坡科学园

(72) 发明人 D.普萨拉斯 S.H.恩格 哈皮
S.P.X.蒂欧

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

专利代理师 杨艳

(51) Int.Cl.
B01J 23/10 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 102247826 A, 2011.11.23
CN 101448569 A, 2009.06.03
US 2009023581 A1, 2009.01.22
CN 101511479 A, 2009.08.19
CN 103619468 A, 2014.03.05
CN 101687661 A, 2010.03.31

审查员 郑夏蓉

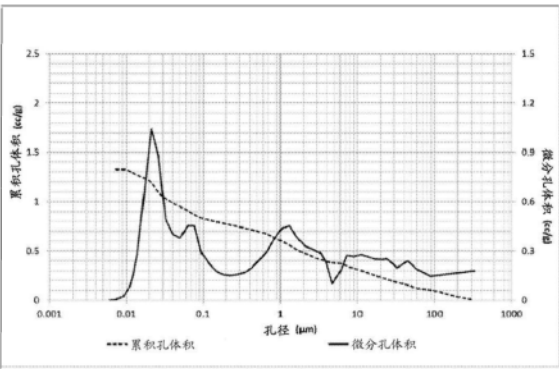
权利要求书2页 说明书50页 附图2页

(54) 发明名称

高孔隙度的含铈和锆的氧化物

(57) 摘要

本公开内容总体涉及基本上由铈和锆组成的氧化物组合物,其具有特殊且稳定的孔隙度、表面积和晶格氧活动性。所述氧化物组合物可包含除氧化铈之外的一种或多种其它稀土氧化物。例如,一些组合物可包含氧化镧、氧化钪和氧化钕的一种或多种。所述氧化物组合物可作为催化剂、催化剂载体、传感器应用及其组合是有用的。



1. 组合物,其包括氧化锆、氧化铈和任选地除氧化铈之外的一种或多种其它稀土氧化物,其中所述组合物具有0.5至1.1的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的在1000摄氏度煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收,和其中下列的一个或多个是成立的:

(i) 其中所述组合物具有选自由以下组成的组的总孔体积:0.7至3.5cc/g;和

(ii) 其中所述组合物具有选自由以下组成的组的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的1.0至6.0 m^2/g 、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的20 m^2/g 至30 m^2/g 、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的45 m^2/g 至70 m^2/g 、及其组合。

2. 权利要求1的组合物,其中(i)是成立的。

3. 权利要求2的组合物,其中所述总孔体积为0.7cc/g,和其中在1000摄氏度煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收为0.5的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比。

4. 权利要求2的组合物,其中所述总孔体积为3.20cc/g,和其中在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的氢热程序还原吸收为0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比。

5. 权利要求2的组合物,其中所述总孔体积为0.7cc/g,和其中在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的氢热程序还原吸收为0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比。

6. 权利要求2的组合物,其中所述总孔体积为3.20cc/g,和其中在1000摄氏度煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收为0.5的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比。

7. 权利要求1的组合物,其中(i)和(ii)是成立的。

8. 权利要求7的组合物,其中所述总孔体积为0.7cc/g,和其中BET和表观表面积的一种或多种为在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的20 m^2/g 。

9. 权利要求7的组合物,其中所述总孔体积为3.20cc/g,和其中BET和表观表面积的一种或多种为在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的30 m^2/g 。

10. 权利要求7的组合物,其中所述总孔体积为0.7cc/g,和其中BET和表观表面积的一种或多种为在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的45 m^2/g 。

11. 权利要求7的组合物,其中所述总孔体积为3.20cc/g,和BET和表观表面积的一种或多种为在氧化环境中在1000摄氏度下煅烧10小时的时间段之后的70 m^2/g 。

12. 权利要求1的组合物,其中(ii)是成立的。

13. 权利要求12的组合物,其中在1000摄氏度煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收为0.5的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比,和其中BET和表观表面积的一种或多种为在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的20 m^2/g 。

14. 权利要求12的组合物,其中在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的氢热程序还原吸收为0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比,和其中BET和表观表面积的一种或多种为在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的30 m^2/g 。

15. 权利要求12的组合物,其中在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的氢热程序还原吸收为0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比,和其中BET和表观表面积的一种或多种为在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的45 m^2/g 。

16. 权利要求12的组合物,其中在1000摄氏度下煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收为0.5的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比,和其中BET和表观表面积的一种或多种为在氧化环境中在1000摄氏度下煅烧10小时的时间段之后的70 m^2/g 。

17. 权利要求1的组合物,其中氧化锆占所述组合物的1至99重量%,其中氧化铈占所述组合物的1至99重量%,和其中除氧化铈之外的一种或多种稀土氧化物占所述组合物的0.1至30重量%。

18. 权利要求1的组合物,其中氧化锆占所述组合物的60重量%至85重量%,其中氧化铈占所述组合物的5重量%至30重量%。

19. 权利要求1的组合物,其中所述组合物包含5至20重量%的除氧化铈之外的一种或多种稀土氧化物。

20. 权利要求1的组合物,其中所述组合物包含1.5至6重量%的氧化镧。

21. 组合物,其包括氧化锆、氧化铈和任选地除氧化铈之外的一种或多种其它稀土氧化物,其中所述组合物具有0.54至0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的在1000摄氏度煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收,和其中下列的一个或多个是成立的:

(i) 其中所述组合物具有选自由以下组成的组的总孔体积:0.65至3.20cc/g;和

(ii) 其中所述组合物具有选自由以下组成的组的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的1.9至5.2m²/g、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的24m²/g至29m²/g、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的50m²/g至65m²/g、及其组合。

22. 权利要求21的组合物,其中(i)是成立的。

23. 权利要求21的组合物,其中(ii)是成立的。

24. 权利要求21的组合物,其中(i)和(ii)是成立的。

25. 权利要求21的组合物,其中氧化锆占所述组合物的1至99重量%,其中氧化铈占所述组合物的1至99重量%,和其中除氧化铈之外的一种或多种稀土氧化物占所述组合物的0.1至30重量%。

26. 权利要求21的组合物,其中氧化锆占所述组合物的60重量%至85重量%,其中氧化铈占所述组合物的5重量%至30重量%。

27. 权利要求21的组合物,其中所述组合物包含5至20重量%的除氧化铈之外的一种或多种稀土氧化物。

28. 权利要求21的组合物,其中所述组合物包含1.5至6重量%的氧化镧。

29. 组合物,其包括氧化锆、氧化铈和任选地除氧化铈和任选地钪之外的一种或多种其它稀土氧化物,其中氧化锆占所述组合物的60重量%至85重量%,其中氧化铈占所述组合物的5重量%至30重量%,其中,任选地除氧化铈和任选地钪之外的一种或多种其它稀土氧化物占所述组合物的0.1至30重量%,其中所述组合物具有选自由0.5至1.1的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比组成的组的在1000摄氏度煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收,和其中下列的一个或多个是成立的:

(i) 其中所述组合物具有0.7至3.5cc/g的总孔体积;和

(ii) 其中所述组合物具有选自由以下组成的组的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的1.0至6.0m²/g、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的20m²/g至30m²/g、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的45m²/g至70m²/g、及其组合。

30. 权利要求29的组合物,其中(i)和(ii)是成立的。

高孔隙度的含铈和锆的氧化物

[0001] 本申请是基于申请日为2015年09月04日,申请号为201580060324.7,发明名称为:“高孔隙度的含铈和锆的氧化物”的专利申请的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求具有2014年9月5日的提交日的题为“High Porosity Cerium and Zirconium Containing Oxide”的美国临时申请序列号62/046,491的权益,在此将其完整地引入本文作为参考。

背景技术

[0004] 根据定义,催化剂选择性地改变化学反应接近平衡的速率,但不改变该平衡。催化剂常规地用于提高利用原料制造新产物的效率以及提高材料破坏的速率,如同污染控制的情况一样。基本上,催化剂的特征在于其活性、选择性和耐久性。为了使催化剂保持其高活性和选择性,活性位点高度分散并且抵抗活性位点烧结(sintering)是合乎需要的。为了实现这一目的,活性材料通常分散和/或锚定在基材无机表面上,其即使在严苛的使用和老化条件下也保持其完整性。此外,这些活性位点载体表面也参与或增强所需反应的某些方面。因此,这些载体表面被认为是功能活化的载体表面,因为它们可为促进剂。然而,主要活性物质直接参与反应,这些促进剂改变和改善活性物质的性能。这些载体和/或促进剂的特性在催化剂的效力方面起主要作用。如前所述,它们不仅为活性组分位点的分散提供稳定的表面,而且它们的稳定性有助于维持分散并且增强或改变这些活性位点的活性。此外,这些载体的孔隙度在反应物向活性位点的传质和离开活性位点的传质的增强或阻碍方面起主要作用。因此,它们影响所述催化剂的活性和选择性。本发明的目的是描述具有增强的表面积、耐久性和孔隙度特性的这样的功能载体。

[0005] 氧化铈长久以来被认作是汽车尾气催化和用于水煤气变换反应的有效催化剂:

[0006] $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$ (1)

[0007] 此外,其为气体传感器、用于固体氧化物燃料电池的电极、氧泵和电流计氧气监测器中的有效材料成分。在所有这些应用中,铈的氧化还原特性发挥主要作用:

[0008] $2\text{CeO}_2 \leftrightarrow \text{Ce}_2\text{O}_3 + 1/2\text{O}_2$ (2)

[0009] 尽管在 CeO_2 颗粒的表面上的氧或氧空位的运动相对容易,但对于本体氧(bulk oxygen)不是这样。因此,这些反应中的本体氧参与相当有限。将锆引入至氧化铈(IV)晶格或将铈引入至氧化锆晶格中增强且促进氧活动性。该事实已经被汽车污染控制催化剂行业欣然采用,其中包含铈和锆氧化物(CeO_2 - ZrO_2)的材料在用作活化涂层(washcoat)组分中是普遍存在的。已经开发出包含铈和锆氧化物的材料,其中在容许传质的时间相对长的稳态条件下存在对于体系的表面和本体氧的非常高的可达性(低的传质阻力)。然而,在物流的分子组成迅速变化且反应速度要求相当高的情况下,这些体系是不足的。即,尽管总的氧容量和可用性高,但是该氧传递至活性中心和从活性中心传递的速率相当低(受限的传质)。

[0010] 基于铈和锆氧化物(CeO_2 - ZrO_2)的材料还用于催化应用中作为分散活性金属催化剂的载体以提高催化剂的活性,导致高的转换数。为此,载体在即使在严苛的操作条件下

(例如高温和水热环境)维持活性金属催化剂的高分散状态方面起到主要作用。在严苛的条件下不能保持其结构完整性的载体可导致活性催化剂金属位点的闭塞或烧结,其导致在每分子基础上的催化剂的活性降低。由于这些催化剂的许多利用昂贵的贵金属例如铂、钯和/或铑,所以催化剂金属活性的丧失直接影响这样的催化剂的成本,需要使用增加的贵金属负载以保持所需的催化剂活性。与此平行地,使用结构上稳定的载体容许减少的贵金属的使用,同时保持或改善催化剂活性。

[0011] 除了上述维持载体的稳定表面的要求之外,还要求其对于活性金属的分散也具有尽可能高的表面积。换言之,不仅需要维持载体的结构完整性,而且需要维持高的表面积。通过提供这样的高且稳定的表面积,维持金属的活性以及活性载体的功能性。

[0012] 无论催化剂位点活性如何,容易的反应物至活性位点的传输和反应产物离开活性位点的传输使得可用于进一步的反应是非常重要的。在不考虑催化剂选择性的情况下,载体的宽且开放的孔结构是合乎需要的。在需要反应分子或产物的选择性的情况下,需要设计的孔隙度,其容许仅所需的反应物到达活性位点且容许仅所需产物离开活性位点。例如,这种类型的功能是众所周知的且以沸石材料利用。因此,取决于所需反应的类型,具有特定孔结构的材料是有益的。

[0013] 已经报道了用于制造基于铈和锆氧化物($\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$)的材料的各种合成方法。举例而言,所述方法中有共沉淀、水热、微乳液、溶胶-凝胶、溶液燃烧、电化学、固态反应、机械-化学、化学气相沉积和溅射方法。它们都被报道为取决于它们的使用用途提供特定的益处。例如,共沉淀方法典型地制造具有高达 $120\text{m}^2/\text{g}$ 的表面积和约 $0.73\text{cm}^3/\text{g}$ 的孔体积的纳米结晶(100nm或更小)的基于铈和锆氧化物的材料。已经制造了一些具有除了氧化铈之外的额外的稀土氧化物的基于铈和锆的材料,但是它们具有有限的表面积稳定性。

[0014] 因此,本工作的目的在于描述满足以上所需的特性的基于铈和锆氧化物($\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$)的材料。即如下的催化剂/催化剂载体:具有高的表面积、在空气和水热和氧化还原条件下的稳定表面、具有在严苛的老化条件下的稳定的晶体学(结晶学)特性、高且稳定的孔隙度以及高的孔体积、具有选择性的孔隙度、具有在较低温度下的高的氧化还原活性、且具有低的传质阻力以及高的动态氧储存和释放特性。

发明内容

[0015] 本公开内容总体涉及包括铈和锆作为主要成分的催化剂/催化剂载体,其具有高的表面积,其当经受严苛的老化条件例如在高温空气、水热和氧化还原条件下时具有稳定的表面。它们还具有在严苛的老化条件下的稳定的晶体学特性、高且稳定的孔隙度以及高的孔体积、具有选择性的孔隙度、具有在较低温度下的高的氧化还原活性、且具有低的传质阻力以及高的动态氧储存和释放特性。

[0016] 现在已经发现,当特定的合成条件包括在包含包括铈和锆作为主要组分的氢氧化物的水的脱水期间仔细地选择性的温度和压力条件时,氧化物结果具有催化剂/催化剂载体所需的特性。即,它们具有高的表面积,其在经受严苛的老化条件例如在高温空气、水热和氧化还原条件下时具有稳定的表面。它们还具有在严苛的老化条件下的稳定的晶体学特性、高且稳定的孔隙度以及高的孔体积、具有选择性孔隙度、具有在较低温度下的高的氧化还原活性且具有低的传质阻力以及高的动态氧储存和释放特性。

[0017] 根据一些实施方案,组合物可包括氧化锆和氧化铈。在一些实施方案中,所述组合物可包含除氧化铈之外的一种或多种其它稀土氧化物。在一些实施方案中,所述组合物可包含除氧化铈和氧化钇之外的一种或多种其它氧化物。

[0018] 根据一些实施方案,所述组合物可具有包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的总孔体积:约0.65cc/g或更大、约0.71cc/g或更大、约0.85cc/g或更大、约0.99cc/g或更大、约1.00cc/g或更大、约1.07cc/g或更大、约1.11cc/g或更大、约1.17cc/g或更大、约1.30cc/g或更大、约1.33cc/g或更大、约1.40cc/g或更大、约1.43cc/g或更大、约1.46cc/g或更大、约1.58cc/g或更大、约1.67cc/g或更大、约1.96cc/g或更大、约2.00cc/g或更大、约2.20cc/g或更大、约2.33cc/g或更大、约2.60cc/g或更大、约3.00cc/g或更大、和约3.23cc/g或更大。在一些实施方案中,所述组合物可具有包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的总孔体积:约0.65cc/g或更大、约0.71cc/g或更大、约0.85cc/g或更大、约0.99cc/g或更大、约1.00cc/g或更大、约1.07cc/g或更大、约1.11cc/g或更大、约1.17cc/g或更大、约1.30cc/g或更大、约1.33cc/g或更大、约1.40cc/g或更大、约1.43cc/g或更大、约1.46cc/g或更大、约1.58cc/g或更大、约1.67cc/g或更大、约1.96cc/g或更大、约2.00cc/g或更大、约2.20cc/g或更大、约2.33cc/g或更大、约2.60cc/g或更大、约3.00cc/g或更大、约3.23cc/g或更大、及其组合。典型地,所述组合物可具有约0.7至约3.5cc/g、更典型地约0.65至约3.20cc/g的总孔体积。

[0019] 根据一些实施方案,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收(hydrogen thermal program reduction uptake):约250 μ mole/g或更大、约287 μ mole/g或更大、约600 μ mole/g或更大、约654 μ mole/g或更大、约900 μ mole/g或更大、约954 μ mole/g或更大、约966 μ mole/g或更大、约967 μ mole/g或更大、约1000 μ mole/g或更大、约1006 μ mole/g或更大、约1022 μ mole/g或更大、或约1163 μ mole/g或更大。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收:约250 μ mole/g或更大、约287 μ mole/g或更大、约600 μ mole/g或更大、约654 μ mole/g或更大、约900 μ mole/g或更大、约954 μ mole/g或更大、约966 μ mole/g或更大、约967 μ mole/g或更大、约1000 μ mole/g或更大、约1006 μ mole/g或更大、约1022 μ mole/g或更大、约1163 μ mole/g或更大、及其组合。典型地,所述组合物可具有如下的在约1000摄氏度煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收:约200至约1,500 μ mole/g、更典型地约250至约1,200 μ mole/g。

[0020] 根据一些实施方案,所述组合物可具有在约1000摄氏度煅烧10小时之后的包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收:约0.54或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比、约0.55或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比、约0.58或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比、约0.59或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比、约0.67或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比、和约0.99或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比。在一些实施方案中,所述组合物可在约1000度煅烧10小时之后具有包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收:约0.54或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比、约0.55或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比、约0.58或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比、约0.59或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比、约0.67或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比、约0.99或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比。

比、及其组合。在一些实施方案中,所述组合物可具有如下的在约1000摄氏度煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收:约0.5至约1.1的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比。在一些实施方案中,所述组合物可具有如下的在1000摄氏度煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收:约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比。

[0021] 根据一些实施方案,所述组合物可具有在约1000摄氏度煅烧10小时之后的包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收:约0.54或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.55或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.58或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.59或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.67或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、和约0.99或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比。在一些实施方案中,所述组合物可具有在约1000摄氏度煅烧10小时之后的包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收:约0.54或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.55或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.58或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.59或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.67或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.99或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、及其组合。

[0022] 根据一些实施方案,所述组合物可具有在1100摄氏度煅烧10小时之后的包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收:约250 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约287 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约600 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约654 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约900 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约954 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约966 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约967 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约1100 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约1006 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约1022 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、或约1163 $\mu\text{mole/g}$ 或更大。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1100摄氏度煅烧10小时之后的包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收:约250 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约287 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约600 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约654 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约900 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约954 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约966 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约967 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约1100 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约1006 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约1022 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约1163 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、及其组合。典型地,所述组合物可具有如下的在约1100摄氏度煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收:约200至约1,500 $\mu\text{mole/g}$ 、更典型地约250至约1,200 $\mu\text{mole/g}$ 。

[0023] 根据一些实施方案,所述组合物可具有在约1100摄氏度煅烧10小时之后的包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收:约0.54或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.55或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.58或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.59或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.67或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、和约0.99或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比。在一些实施方案中,所述组合物可具有在约1100度煅烧10小时之后的包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收:约0.54或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.55或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.58或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.59或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.67或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.99或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、及其组合。在一些实施方案中,所述组合物可具有如下的在约1100摄氏度煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收:约0.5至约1.1的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比。在一些实施方案中,所述组合物可具有如下的在1100摄氏度煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收:约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比。

[0024] 根据一些实施方案,所述组合物可具有在约1100摄氏度煅烧10小时之后的包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收:约0.54或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.55或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.58或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.59或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.67或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、和约0.99或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比。在一些实施方案中,所述组合物可具有在约1100摄氏度煅烧10小时之后的包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收:约0.54或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.55或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.58或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.59或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.67或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.99或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、及其组合。

[0025] 根据一些实施方案,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收:约250 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约287 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约600 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约654 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约900 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约954 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约966 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约967 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约1200 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约1006 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约1022 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、或约1163 $\mu\text{mole/g}$ 或更大。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收:约250 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约287 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约600 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约654 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约900 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约954 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约966 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约967 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约1200 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约1006 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约1022 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约1163 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、及其组合。典型地,所述组合物可具有如下的在约1200摄氏度煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收:约200至约1,500 $\mu\text{mole/g}$ 、更典型地约250至约1,200 $\mu\text{mole/g}$ 。

[0026] 根据一些实施方案,所述组合物可具有在约1200摄氏度煅烧10小时之后的包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收:约0.54或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.55或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.58或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.59或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.67或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、和约0.99或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比。在一些实施方案中,所述组合物可具有在约1200度煅烧10小时之后的包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收:约0.54或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.55或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.58或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.59或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.67或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.99或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、及其组合。在一些实施方案中,所述组合物可具有如下的在约1200摄氏度煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收:约0.5至约1.1的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比。在一些实施方案中,所述组合物可具有如下的在1200摄氏度煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收:约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比。

[0027] 根据一些实施方案,所述组合物可具有在约1200摄氏度煅烧10小时之后的包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收:约0.54或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.55或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.58或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.59或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.67或更多的 H_2 消耗/

CeO₂的摩尔比、和约0.99或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比。在一些实施方案中,所述组合物可具有在约1200摄氏度煅烧10小时之后的包括选自以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收:约0.54或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比、约0.55或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比、约0.58或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比、约0.59或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比、约0.67或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比、约0.99或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比、及其组合。

[0028] 根据一些实施方案,所述组合物可具有包括选自以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的BET和表观表面积(视表面积)的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.9m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约2.4m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约2.9m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约3.6m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约3.9m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.0m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.1m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.5m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.6m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约5.3m²/g或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24m²/g或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约26m²/g或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约27m²/g或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约28m²/g或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约29m²/g或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50m²/g或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约53m²/g或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约54m²/g或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55m²/g或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约58m²/g或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60m²/g或更大、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约63m²/g或更大。在一些实施方案中,所述组合物可具有包括选自以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.9m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约2.4m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约2.9m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约3.6m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约3.9m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.0m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.1m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.5m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.6m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约5.3m²/g或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的24m²/g或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10

小时的时间段之后的约 $26\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $28\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $29\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $53\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $54\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $58\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $63\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、及其组合。在一些实施方案中,所述组合物可具有如下的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.0至约 $6.0\text{m}^2/\text{g}$ 。在一些实施方案中,所述组合物可具有如下的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.9至约 $5.2\text{m}^2/\text{g}$ 。在一些实施方案中,所述组合物可具有如下的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.0至约 $6.0\text{m}^2/\text{g}$ 。在一些实施方案中,所述组合物可具有如下的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.9至约 $5.2\text{m}^2/\text{g}$ 。在一些实施方案中,所述组合物可具有如下的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $20\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $30\text{m}^2/\text{g}$ 。在一些实施方案中,所述组合物可具有如下的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $29\text{m}^2/\text{g}$ 。在一些实施方案中,所述组合物可具有如下的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $45\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $70\text{m}^2/\text{g}$ 。在一些实施方案中,所述组合物可具有如下的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $65\text{m}^2/\text{g}$ 。

[0029] 在一些实施方案中,所述组合物可具有 $2.00\text{cc}/\text{g}$ 或更大的总孔体积。在一些实施方案中,所述组合物可具有 $1.30\text{cc}/\text{g}$ 或更大的总孔体积。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的 $0.65\text{cc}/\text{g}$ 或更大的总孔体积。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的 $1.00\text{cc}/\text{g}$ 或更大的总孔体积。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的 $1.4\text{cc}/\text{g}$ 或更大的总孔体积。在一些实施方案中,所述组合物可具有 $2.00\text{cc}/\text{g}$ 或更大或 $1.30\text{cc}/\text{g}$ 或更大之一的总孔体积,并且在所述组合物中包含的一种或多种其它稀土氧化物可为氧化镧、以及氧化钪和氧化钕的一种或两种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时之后的 $0.65\text{cc}/\text{g}$ 或更大、 $1.00\text{cc}/\text{g}$ 或更大、 $1.4\text{cc}/\text{g}$ 或更大之一的总孔体积,并且一种或多种其它稀土氧化物可为氧化镧、以及氧化钪和氧化钕的一种或两种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.6至约 $2.00\text{cc}/\text{g}$ 的总孔体积。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.65至约 $2.00\text{cc}/\text{g}$ 的总孔体积。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.6至约 $2.00\text{cc}/\text{g}$ 之一的总孔体积,并且所述组合物中包含的一种或多种其它稀土氧化物可为氧化镧、以及氧化钪和氧化钕的一种或两种。在一些实施方案中,所述组合物可在氧化环境中在

1000摄氏度煅烧10小时之后具有约0.6至约2.00cc/g的总孔体积,并且所述组合物中包含的一种或多种其它稀土氧化物可为氧化镧、以及氧化铈和氧化钕的一种或两种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65至约2.00cc/g之一的总孔体积,并且所述组合物中包含的一种或多种其它稀土氧化物可为氧化镧、以及氧化铈和氧化钕的一种或两种。在一些实施方案中,所述组合物可在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时之后具有约0.65至约2.00cc/g的总孔体积,并且所述组合物中包含的一种或多种其它稀土氧化物可为氧化镧、以及氧化铈和氧化钕的一种或两种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的0.65cc/g或更大的总孔体积。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的1.00cc/g或更大的总孔体积。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的1.4cc/g或更大的总孔体积。在一些实施方案中,所述组合物可具有2.00cc/g或更大或1.30cc/g或更大之一的总孔体积,并且所述组合物中包含的一种或多种其它稀土氧化物可为氧化镧、以及氧化铈和氧化钕的一种或两种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的0.65cc/g或更大、1.00cc/g或更大、1.4cc/g或更大之一的总孔体积,并且一种或多种其它稀土氧化物可为氧化镧、以及氧化铈和氧化钕的一种或两种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.6至约2.00cc/g的总孔体积。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.65至约2.00cc/g的总孔体积。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.6至约2.00cc/g之一的总孔体积,并且所述组合物中包含的一种或多种其它稀土氧化物可为氧化镧、以及氧化铈和氧化钕的一种或两种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.6至约2.00cc/g的总孔体积,并且所述组合物中包含的一种或多种其它稀土氧化物可为氧化镧、以及氧化铈和氧化钕的一种或两种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65至约2.00cc/g之一的总孔体积,并且所述组合物中包含的一种或多种其它稀土氧化物可为氧化镧、以及氧化铈和氧化钕的一种或两种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.65至约2.00cc/g的总孔体积,并且所述组合物中包含的一种或多种其它稀土氧化物可为氧化镧、以及氧化铈和氧化钕的一种或两种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的0.65cc/g或更大的总孔体积。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的1.00cc/g或更大的总孔体积。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的1.4cc/g或更大的总孔体积。在一些实施方案中,所述组合物可具有2.00cc/g或更大或1.30cc/g或更大之一的总孔体积,并且所述组合物中包含的一种或多种其它稀土氧化物可为氧化镧、以及氧化铈和氧化钕的一种或两种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的0.65cc/g或更大、1.00cc/g或更大、1.4cc/g或更大之一的总孔体积,并且一种或多种其它稀土氧化物可为氧化镧、以及氧化铈和氧化钕的一种或两种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.6至约2.00cc/g的总孔体积。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的

时间段之后的约0.65至约2.00cc/g的总孔体积。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.6至约2.00cc/g之一的总孔体积,并且所述组合物中包含的一种或多种其它稀土氧化物可为氧化镧、以及氧化钪和氧化钕的一种或两种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.6至约2.00cc/g的总孔体积,并且所述组合物中包含的一种或多种其它稀土氧化物可为氧化镧、以及氧化钪和氧化钕的一种或两种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65至约2.00cc/g之一的总孔体积,并且所述组合物中包含的一种或多种其它稀土氧化物可为氧化镧、以及氧化钪和氧化钕的一种或两种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.65至约2.00cc/g的总孔体积,并且所述组合物中包含的一种或多种其它稀土氧化物可为氧化镧、以及氧化钪和氧化钕的一种或两种。

[0030] 根据一些实施方案,对于所述组合物,下列的两个或更多个可为成立的(真的):所述组合物可具有包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的总孔体积:约0.65cc/g或更大、约0.71cc/g或更大、约0.85cc/g或更大、约0.99cc/g或更大、约1.00cc/g或更大、约1.07cc/g或更大、约1.11cc/g或更大、约1.17cc/g或更大、约1.30cc/g或更大、约1.33cc/g或更大、约1.40cc/g或更大、约1.43cc/g或更大、约1.46cc/g或更大、约1.58cc/g或更大、约1.67cc/g或更大、约1.96cc/g或更大、约2.00cc/g或更大、约2.20cc/g或更大、约2.33cc/g或更大、约2.60cc/g或更大、约3.00cc/g或更大、或约3.23cc/g或更大、及其组合;所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收:约250 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约287 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约600 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约654 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约900 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约954 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约966 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约967 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约1000 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约1006 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约1022 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、或约1163 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、及其组合;和所述组合物可具有包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.9 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约2.4 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约2.9 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约3.6 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约3.9 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.0 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.1 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.5 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.6 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约5.3 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约26 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约27 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约28 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约29 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约53 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段

之后的约 $54\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $58\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、或在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $63\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、及其组合。

[0031] 根据一些实施方案,对于所述组合物,下列的两个或更多个可为成立的:所述组合物可具有包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的总孔体积:约 0.65cc/g 或更大、约 0.71cc/g 或更大、约 0.85cc/g 或更大、约 0.99cc/g 或更大、约 1.00cc/g 或更大、约 1.07cc/g 或更大、约 1.11cc/g 或更大、约 1.17cc/g 或更大、约 1.30cc/g 或更大、约 1.33cc/g 或更大、约 1.40cc/g 或更大、约 1.43cc/g 或更大、约 1.46cc/g 或更大、约 1.58cc/g 或更大、约 1.67cc/g 或更大、约 1.96cc/g 或更大、约 2.00cc/g 或更大、约 2.20cc/g 或更大、约 2.33cc/g 或更大、约 2.60cc/g 或更大、约 3.00cc/g 或更大、或约 3.23cc/g 或更大、及其组合;所述组合物可在1000摄氏度(和/或1100和/或1200摄氏度)煅烧10小时之后具有包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原摩尔比吸收:约0.54或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.55或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.58或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.59或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.67或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、约0.99或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比、及其组合;和所述组合物可具有包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 $1.9\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 $2.4\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 $2.9\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 $3.6\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 $3.9\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 $4.0\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 $4.1\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 $4.5\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 $4.6\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 $5.3\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $26\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $28\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $29\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $53\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $54\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $58\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $63\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、及其组合。

[0032] 根据一些实施方案,对于所述组合物,下列的两个或更多个可为成立的:所述组合物可具有包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的总孔

体积:约0.7至约3.5cc/g和约0.65至约3.20cc/g;所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收:约0.5至约1.1摩尔比的 H_2 消耗/ CeO_2 和约0.54至约0.99摩尔比的 H_2 消耗/ CeO_2 ;和所述组合物可具有包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.0至约6.0 m^2/g 、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.9至约5.2 m^2/g 、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约20 m^2/g 至约30 m^2/g 、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24 m^2/g 至约29 m^2/g 、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约45 m^2/g 至约70 m^2/g 、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50 m^2/g 至约65 m^2/g 、及其组合。

[0033] 根据一些实施方案,对于所述组合物,下列的两个或更多个可为成立的:所述组合物可具有包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的总孔体积:约0.7至约3.5cc/g和约0.65至约3.20cc/g;所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收:约200至约1,500 $\mu mole/g$ 、更典型地约250至约1,200 $\mu mole/g$;和所述组合物可具有包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.0至约6.0 m^2/g 、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.9至约5.2 m^2/g 、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约20 m^2/g 至约30 m^2/g 、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24 m^2/g 至约29 m^2/g 、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约45 m^2/g 至约70 m^2/g 、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50 m^2/g 至约65 m^2/g 、及其组合。

[0034] 根据一些实施方案,对于所述组合物,下列的两个或更多个可为成立的:所述组合物可具有包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的总孔体积:约0.65cc/g或更大、约0.71cc/g或更大、约0.85cc/g或更大、约0.99cc/g或更大、约1.00cc/g或更大、约1.07cc/g或更大、约1.11cc/g或更大、约1.17cc/g或更大、约1.30cc/g或更大、约1.33cc/g或更大、约1.40cc/g或更大、约1.43cc/g或更大、约1.46cc/g或更大、约1.58cc/g或更大、约1.67cc/g或更大、约1.96cc/g或更大、约2.00cc/g或更大、约2.20cc/g或更大、约2.33cc/g或更大、约2.60cc/g或更大、约3.00cc/g或更大、或约3.23cc/g或更大;所述组合物可具有包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的氢热程序还原吸收:约250 $\mu mole/g$ 或更大、约287 $\mu mole/g$ 或更大、约600 $\mu mole/g$ 或更大、约654 $\mu mole/g$ 或更大、约900 $\mu mole/g$ 或更大、约954 $\mu mole/g$ 或更大、约966 $\mu mole/g$ 或更大、约967 $\mu mole/g$ 或更大、约1000 $\mu mole/g$ 或更大、约1006 $\mu mole/g$ 或更大、约1022 $\mu mole/g$ 或更大、或约1163 $\mu mole/g$ 或更大;和所述组合物可具有包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.9 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约2.4 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约2.9 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约3.6 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更

种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和选自在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.0至约6.0m²/g、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.9至约5.2m²/g、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的20m²/g至约30m²/g的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有选自在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24m²/g至约29m²/g的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和选自在氧化环境中在1000摄氏度(和/或1200摄氏度)煅烧10小时的时间段之后的约45m²/g至约70m²/g的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有选自在氧化环境中在1000摄氏度(和/或1100和/或1200摄氏度)煅烧10小时的时间段之后的约50m²/g至约65m²/g的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有:包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的总孔体积:约3.00cc/g或更大和2.00cc/g或更大;以及包括选自由以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.9m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约2.4m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约2.9m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约3.6m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约3.9m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.0m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.1m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.5m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.6m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约5.3m²/g或更大、及其组合。

[0036] 在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24m²/g或更大的BET和表观表面积的一

种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约27m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.3cc/g或更大的总孔体积、和包括选自以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.9m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约2.4m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约2.9m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约3.6m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约3.9m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.0m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.1m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.5m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.6m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约5.3m²/g或更大、及其组合。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和选自如下的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.0至约6.0m²/g、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.9至约5.2m²/g、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约20m²/g至约30m²/g。在一些实施方案中,所述组合物可具有选自在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24m²/g至约29m²/g的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和选自在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约45m²/g至约70m²/g的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有选自在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50m²/g至约65m²/g的BET和表观表面积的一种或多种。

[0037] 在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约27m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65cc/g或更大的总孔体积、和包括选自以下组成的组和/或选自基本上由以下组成的组的一种或多种的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.9m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约2.4m²/g或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约2.9m²/g或更大、在氧化环

境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 $3.6\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 $3.9\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 $4.0\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 $4.1\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 $4.5\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 $4.6\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 $5.3\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、及其组合。在一些实施方案中,所述组合物可具有约 $0.65\text{cc}/\text{g}$ 或更大的总孔体积、和选自如下的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 1.0 至约 $6.0\text{m}^2/\text{g}$ 、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 1.9 至约 $5.2\text{m}^2/\text{g}$ 、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $20\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $30\text{m}^2/\text{g}$ 。在一些实施方案中,所述组合物可具有选自在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $29\text{m}^2/\text{g}$ 的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约 $0.65\text{cc}/\text{g}$ 或更大的总孔体积、和选自在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $45\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $70\text{m}^2/\text{g}$ 的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有选自在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $65\text{m}^2/\text{g}$ 的BET和表观表面积的一种或多种。

[0038] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $1.00\text{cc}/\text{g}$ 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $1.00\text{cc}/\text{g}$ 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $1.00\text{cc}/\text{g}$ 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $1.00\text{cc}/\text{g}$ 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $1.00\text{cc}/\text{g}$ 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约 $1.00\text{cc}/\text{g}$ 或更大的总孔体积、和选自如下的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 1.0 至约 $6.0\text{m}^2/\text{g}$ 、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 1.9 至约 $5.2\text{m}^2/\text{g}$ 、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $20\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $30\text{m}^2/\text{g}$ 。在一些实施方案中,所述组合物可具有选自在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $29\text{m}^2/\text{g}$ 的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约 $1.00\text{cc}/\text{g}$ 或更大的总孔体积、和选自在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $45\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $70\text{m}^2/\text{g}$ 的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有选自在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $65\text{m}^2/\text{g}$ 的BET和表观表面积的一种或多种。

[0039] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约24m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约27m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.40cc/g或更大的总孔体积、和选自如下的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.0至约6.0m²/g、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.9至约5.2m²/g、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约20m²/g至约30m²/g。在一些实施方案中,所述组合物可具有选自在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24m²/g至约29m²/g的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.40cc/g或更大的总孔体积、和选自在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约45m²/g至约70m²/g的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有选自在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50m²/g至约65m²/g的BET和表观表面积的一种或多种。

[0040] 在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250μmole/g或更大的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约600μmole/g或更大的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约1000μmole/g或更大的氢热程序还原吸收。

[0041] 在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一

些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.55或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.58或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.59或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.67或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.99或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。

[0042] 在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250μmole/g或更大的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约600μmole/g或更大的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约1000μmole/g或更大的氢热程序还原吸收。

[0043] 在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.55或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.58或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.59或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.67或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.99或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。

[0044] 在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250μmole/g或更大的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约600μmole/g或更大的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约1000μmole/g或更大的氢热程序还原吸收。

[0045] 在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在1000

摄氏度煅烧10小时之后的约0.54或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.55或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.58或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.59或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.67或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.99或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收。

[0046] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250 μ mole/g或更大的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约600 μ mole/g或更大的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约1000 μ mole/g或更大的氢热程序还原吸收。

[0047] 在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.55或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.58或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.59或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.67或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.99或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收。

[0048] 在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约250 μ mole/g或更大的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约600 μ mole/g或更大的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约

1000 $\mu\text{mol/g}$ 或更大的氢热程序还原吸收。

[0049] 在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.55或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.58或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.59或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.67或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.99或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。

[0050] 在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约250μmole/g或更大的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约600μmole/g或更大的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约1000μmole/g或更大的氢热程序还原吸收。

[0051] 在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.55或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.58或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.59或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.67或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.99或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。

[0052] 在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约250μmole/g或更大的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约600μmole/g或更大的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合

物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约1000 μ mole/g或更大的氢热程序还原吸收。

[0053] 在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.55或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.58或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.59或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.67或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.99或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。

[0054] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约250 μ mole/g或更大的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约600 μ mole/g或更大的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约1000 μ mole/g或更大的氢热程序还原吸收。

[0055] 在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.55或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.58或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.59或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.67或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.99或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在1100和/或1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。

[0056] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的

化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.59或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.67或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.99或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。

[0060] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.00cc/g或更大的总孔体积、和在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250μmole/g或更大的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.00cc/g或更大的总孔体积、和在1200摄氏度煅烧10小时之后的约600μmole/g或更大的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.00cc/g或更大的总孔体积、和在1200摄氏度煅烧10小时之后的约1000μmole/g或更大的氢热程序还原吸收。

[0061] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.00cc/g或更大的总孔体积、和在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.00cc/g或更大的总孔体积、和在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.55或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.00cc/g或更大的总孔体积、和在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.58或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.00cc/g或更大的总孔体积、和在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.59或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.00cc/g或更大的总孔体积、和在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.67或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.00cc/g或更大的总孔体积、和在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.99或更多的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.00cc/g或更大的总孔体积、和在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收。

[0062] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250μmole/g或更大的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在1200摄氏度煅烧10小时

之后的约600 $\mu\text{mole/g}$ 或更大的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在1200摄氏度煅烧10小时之后的约1000 $\mu\text{mole/g}$ 或更大的氢热程序还原吸收。

[0063] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.55或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.58或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.59或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.67或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.99或更多的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收。

[0064] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu\text{mole/g}$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu\text{mole/g}$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu\text{mole/g}$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu\text{mole/g}$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu\text{mole/g}$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约27 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0065] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约

3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约27m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0066] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约27m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0067] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000μmole/g之一或更大的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000μmole/g之一或更大的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后

的约250、600或1000 $\mu\text{mole/g}$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu\text{mole/g}$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu\text{mole/g}$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约27 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0068] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约27 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0069] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24 m^2/g 或更

大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0070] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0071] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0072] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至

约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0073] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.65cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.65cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.65cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.65cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.65cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0074] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/

CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约27m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0075] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原、约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约27m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0076] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000μmole/g的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.00cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000μmole/g的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.00cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000μmole/g的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.00cc/g

或更大的总孔体积、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或 $1000\mu\text{mole/g}$ 的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、约BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或 $1000\mu\text{mole/g}$ 的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或 $1000\mu\text{mole/g}$ 的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0077] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0078] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的

BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0079] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0080] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度

煅烧10小时的时间段之后的约 $24\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.40cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0081] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.40cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.40cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.40cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.40cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1000摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.40cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0082] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或 $1000\mu\text{mole/g}$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约 3.00cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或 $1000\mu\text{mole/g}$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约 3.00cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或 $1000\mu\text{mole/g}$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约 3.00cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或 $1000\mu\text{mole/g}$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约 3.00cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或 $1000\mu\text{mole/g}$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约 3.00cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0083] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约

3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约27m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0084] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约3.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约27m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0085] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000μmole/g之一或更大的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000μmole/g之一或更大的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后

的约250、600或1000 $\mu\text{mole/g}$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu\text{mole/g}$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu\text{mole/g}$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约27 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0086] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约27 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0087] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60 m^2/g 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24 m^2/g 或更

大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约2.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0088] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 之一或更大的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0089] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0090] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至

约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.30cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约27m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0091] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000μmole/g的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.65cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000μmole/g的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.65cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000μmole/g的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.65cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000μmole/g的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.65cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000μmole/g的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约0.65cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约27m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0092] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的H₂消耗/

CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约27m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0093] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约60m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原吸收、约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的H₂消耗/CeO₂的摩尔比的氢热程序还原、约0.65cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约27m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0094] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000μmole/g的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.00cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000μmole/g的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.00cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约55m²/g或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000μmole/g的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.00cc/g

或更大的总孔体积、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或 $1000\mu\text{mole/g}$ 的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、约BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或 $1000\mu\text{mole/g}$ 的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或 $1000\mu\text{mole/g}$ 的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0095] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0096] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.00cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的

BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.00cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0097] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约250、600或1000 $\mu mole/g$ 的一种或多种或更大的氢热程序还原吸收和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约1.40cc/g或更大的总孔体积、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0098] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60m^2/g$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约1.40cc/g或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度

煅烧10小时的时间段之后的约 $24\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54、0.55、0.58、0.59、0.67、0.99之一或更大的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.40cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0099] 在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.40cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.40cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.40cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.40cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。在一些实施方案中,所述组合物可具有在1200摄氏度煅烧10小时之后的约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比的氢热程序还原吸收、约 1.40cc/g 或更大的总孔体积、和在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的BET和表观表面积的一种或多种。

[0100] 根据一些实施方案,所述组合物可包含一种或多种其它稀土氧化物。在一些实施方案中,一种或多种稀土氧化物可为氧化镧、以及氧化钪和氧化钕的一种或两种。在一些实施方案中,一种或多种其它稀土氧化物可为氧化镧、以及氧化钪和氧化钕的一种或两种。在一些实施方案中,所述组合物可包含约1.5至约6重量%的氧化镧。

[0101] 根据一些实施方案是制备组合物的方法,其包括将水溶性锆和铈盐以适当比例、任选地与一种或多种除铈之外的水溶性稀土盐组合的步骤。该方法还可包括将水溶性锆和铈盐和任选地一种或多种除铈之外的水溶性稀土盐溶解在蒸馏去离子水中以形成包含金属的溶液的步骤。该方法还可包括向包含金属的溶液中添加过氧化氢的步骤。在一些实施方案中,该方法还可包括在向包含金属的溶液中添加过氧化氢之后,向包含金属的溶液中添加碱例如氨水。在一些实施方案中,该方法还可包括在向包含金属的溶液中添加过氧化氢之后,通过向包含金属的溶液中添加碱例如氨水或将包含金属的溶液添加至碱例如氨水溶液中或同时添加包含金属的溶液和碱例如氨水而使至少大部分金属在包含金属的溶液中沉淀。该方法还可包括从包含金属的溶液中分离沉淀的金属。在一些实施方案中,该方法可包括在从包含金属的溶液中分离沉淀的金属之后,将沉淀的金属首先用蒸馏去离子水洗涤,在水洗涤之后,用醇例如乙醇或异丙醇洗涤。在一些实施方案中,经洗涤的沉淀的金属可分散在醇例如乙醇或异丙醇中并且装填至反应器容器。根据一些实施方式,在装填反应器容器之后,可用惰性气体(例如氩气或氮气)吹扫经装填的反应器容器,之后用惰性气体对经装填的反应器容器加压,并且将反应器容器自生地加压至约25巴(在150摄氏度的温度

下)。在一些实施方案中,在将反应器容器自生地加压之后,该方法可包括在将反应器加热至约150摄氏度的温度的同时对反应器进行排出(排气)且保持约7至约10巴的反应器容器压力。该方法还可包括,在将反应器温度保持在150摄氏度的同时将加压的反应器排出至约1巴,直到将基本上所有的乙醇从反应器和沉淀的金属排出。在一些实施方案中,该方法可包括以下步骤:在将基本上所有的醇从反应器和沉淀的金属排出之后,在约950摄氏度在氧化环境中煅烧沉淀的金属约5小时以形成所述组合物。在一些实施方案中,该方法可包括在氧化环境中分别在约1000、约1100、或1200摄氏度之一进一步煅烧所述组合物约10小时以进行测试和/或老化。

[0102] 根据一些实施方案,所述组合物可包含除氧化铈之外的一种或多种其它稀土氧化物。在一些实施方案中,所述组合物可包含约5至约20重量%的除氧化铈之外的一种或多种稀土氧化物。

[0103] 根据一些实施方案,除氧化铈之外的一种或多种其它稀土氧化物可为氧化镧。在一些实施方案中,所述组合物可包含约1.5至约6重量%的氧化镧。

[0104] 根据一些实施方案,所述组合物可包含除氧化铈或氧化钕之外的一种或多种其它稀土氧化物。在一些实施方案中,所述组合物可包含约0.1至约30重量%的除氧化铈或氧化钕之外的一种或多种其它稀土氧化物。在一些实施方案中,所述组合物可包含约5至约20重量%的除氧化铈或氧化钕之外的一种或多种其它稀土氧化物。在一些实施方案中,所述组合物可包含约4至约9重量%的除氧化铈或氧化钕之外的一种或多种其它稀土氧化物。

[0105] 根据一些实施方案,所述组合物可包含氧化锆。在一些实施方案中,所述组合物可包含约1至约99重量%的氧化锆。在一些实施方案中,所述组合物可包含约60至约85重量%的氧化锆。

[0106] 根据一些实施方案,所述组合物可包含氧化铈。在一些实施方案中,所述组合物可包含约1至约99重量%的氧化铈。在一些实施方案中,所述组合物可包含约5至约30重量%的氧化铈。

[0107] 从本文所包含的配置、实施方案和方面的公开内容,这些和其它优点将变得明晰。

[0108] 如本文中使用的,“至少一种(个)”、“一种(个)或多种(个)”和“和/或”为开放式表述,其在操作中是连接性和分离性的。例如,表述“A、B和C的至少一种”、“A、B、或C的至少一种”、“A、B、和C的一种或多种”、“A、B、或C的一种或多种”和“A、B、和/或C”各自意为单独的A、单独的B、单独的C、A和B一起、A和C一起、B和C一起、或A、B和C一起。当在以上表述中的A、B、和C的每一个指代一个要素例如X、Y、和Z或一类要素例如 X_1 - X_n 、 Y_1 - Y_m 、和 Z_1 - Z_o ,所述短语意图指代选自X、Y和Z的单一要素、选自相同类别的要素的组合(例如, X_1 和 X_2)以及选自两种或更多种类别的要素的组合(例如, Y_1 和 Z_o)。

[0109] 注意,术语“一种(个)(不定冠词,a,an)”实体指代该实体的一个或多个。这样,术语“一种(个)”、“一种(个)或多种(个)”和“至少一种(个)”在此可互换地使用。还注意,术语“包括”、“包含”、“具有”可互换地使用。

[0110] 如本文中使用的术语“意为”应根据35U.S.C.,Section 112,Paragraph 6被赋予其最广泛的可能解释。因此,包括术语“意为”的权利要求应涵盖本文所阐明的所有结构、材料或作用(动作)、以及其所有等同物。另外,结构、材料或作用及其等同物应包括在发明内容、附图说明、具体实施方式、摘要和权利要求本身中描述的所有那些。

[0111] 除非另有解释,否则所有组分或组合物水平是关于该组分或组合物的活性部分,且不包括杂质,例如残留溶剂或副产物,其可存在于这样的组分或组合物的市售来源中。

[0112] 除非另有说明,否则所有百分数和比例均按总组合物重量计算。

[0113] 应理解,在整个本公开内容中给出的每个最大数值界限被认为包括每一个较低的数字界限作为替代,如同这样的较低的数字界限在本文中明确写出一样。在整个本公开内容中给出的每个最小数值界限被认为包括每一个较高的数值界限作为替代,如同这样的较高的数字界限在本文中明确写出一样。在整个本公开内容中给出的每个数值范围被认为包括落在这样的较宽数值范围内的每一个较窄的数值范围,如同这样的较窄的数值范围在本文中明确写出一样。举例而言,短语约2至约4包括整数和/或整数范围约2至约3、约3至约4和每个可能的基于实数(例如,无理数和/或有理数)的范围例如约2.1至约4.9、约2.1至约3.4等。

[0114] 以上是公开内容的简化概述以提供对本公开内容的一些方面的理解。本概述不是对本公开内容及其各方面、实施方案和配置的广泛或详尽的综述。其既不意图确定本公开内容的关键或决定要素,也不意图描绘本公开内容的范围,而是用于以简化形式呈现本公开内容的所选择的观念作为下面给出的更详细描述的介绍。如将理解的,本公开内容的其他方面、实施方案和配置单独或组合地利用以上阐述或下面详细描述的特征的一个或多个是可能的。而且,虽然根据示例性实施方案呈现本公开内容,但是应当理解,可单独地要求保护本公开内容的单独方面。

[0115] 本发明包括如下内容:

[0116] 实施方式1.组合物,其包括氧化锆、氧化铈和任选地除氧化铈和任选地钇之外的一种或多种其它稀土氧化物,其中下列的两个或更多个是成立的:

[0117] (i) 其中所述组合物具有选自基本上由以下组成的组的总孔体积:约0.7至约3.5cc/g和约0.65至约3.20cc/g;

[0118] (ii) 其中所述组合物具有选自基本上由以下组成的组的在1000摄氏度煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收:约0.5至约1.1的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比和约0.54至约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比;和

[0119] (iii) 其中所述组合物具有选自基本上由以下组成的组的BET和表观表面积的一种或多种:在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.0至约6.0 m^2/g 、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.9至约5.2 m^2/g 、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约20 m^2/g 至约30 m^2/g 、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24 m^2/g 至约29 m^2/g 、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约45 m^2/g 至约70 m^2/g 、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50 m^2/g 至约65 m^2/g 、及其组合。

[0120] 实施方式2.实施方式1的组合物,其中(i)和(ii)是成立的。

[0121] 实施方式3.实施方式2的组合物,其中所述总孔体积为约0.7cc/g,和其中在1000摄氏度煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收为约0.5的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比。

[0122] 实施方式4.实施方式2的组合物,其中所述总孔体积为约3.20cc/g,和其中在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收为约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比。

[0123] 实施方式5.实施方式2的组合物,其中所述总孔体积为约0.7cc/g,和其中在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收为约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比。

[0124] 实施方式6.实施方式2的组合物,其中所述总孔体积为约3.20cc/g,和其中在1000摄氏度煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收为约0.5的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比。

[0125] 实施方式7.实施方式1的组合物,其中(i)和(iii)是成立的。

[0126] 实施方式8.实施方式7的组合物,其中所述总孔体积为约0.7cc/g,和其中BET和表观表面积的一种或多种为在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $20m^2/g$ 。

[0127] 实施方式9.实施方式7的组合物,其中所述总孔体积为约3.20cc/g,和其中BET和表观表面积的一种或多种为在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $30m^2/g$ 。

[0128] 实施方式10.实施方式7的组合物,其中所述总孔体积为约0.7cc/g,和其中BET和表观表面积的一种或多种为在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $45m^2/g$ 。

[0129] 实施方式11.实施方式7的组合物,其中所述总孔体积为约3.20cc/g,和其中BET和表观表面积的一种或多种为在氧化环境中在1000、1100和1200摄氏度的一种或多种下煅烧10小时的时间段之后的约 $70m^2/g$ 。

[0130] 实施方式12.实施方式1的组合物,其中(ii)和(iii)是成立的。

[0131] 实施方式13.实施方式12的组合物,其中在1000摄氏度煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收为约0.5的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比,和其中BET和表观表面积的一种或多种为在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $20m^2/g$ 。

[0132] 实施方式14.实施方式12的组合物,其中在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的氢热程序还原吸收为约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比,和其中BET和表观表面积的一种或多种为在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $30m^2/g$ 。

[0133] 实施方式15.实施方式12的组合物,其中在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的氢热程序还原吸收为约0.99的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比,和其中BET和表观表面积的一种或多种为在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $45m^2/g$ 。

[0134] 实施方式16.实施方式12的组合物,其中在1000、1100和1200摄氏度的一种或多种下煅烧10小时之后的氢热程序还原吸收为约0.5的 H_2 消耗/ CeO_2 的摩尔比,和其中BET和表观表面积的一种或多种为在氧化环境中在1000、1100和1200摄氏度的一种或多种下煅烧10小时的时间段之后的约 $70m^2/g$ 。

[0135] 实施方式17.实施方式1的组合物,其中(i)、(ii)和(iii)是成立的。

[0136] 实施方式18.实施方式1的组合物,其中氧化锆占所述组合物的约1至约99重量%,其中氧化铈占所述组合物的约1至约99重量%,和其中除氧化铈或铈之外的一种或多种其它稀土氧化物占所述组合物的约0.1至约30重量%。

[0137] 实施方式19.组合物,其包括氧化锆、氧化铈和任选地除氧化铈和任选地铈之外的一种或多种其它稀土氧化物,其中氧化锆任选地占所述组合物的约1至约99重量%,其中氧化铈任选地占所述组合物的约1至约99重量%,和其中除氧化铈或铈之外的一种或多种其

它稀土氧化物占所述组合物的约0.1至约30重量%，且其中下列的一个或更多个是成立的：

[0138] (i) 其中所述组合物具有选自基本上由以下组成的组的总孔体积：约0.7至约3.5cc/g和约0.65至约3.20cc/g；

[0139] (ii) 其中所述组合物具有选自基本上由以下组成的组的在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的氢热程序还原吸收：约200至约1,500 $\mu\text{mole/g}$ 、更典型地约250至约1,200 $\mu\text{mole/g}$ ；和

[0140] (iii) 其中所述组合物具有选自基本上由以下组成的组的BET和表观表面积的一种或多种：在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.0至约6.0 m^2/g 、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.9至约5.2 m^2/g 、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约20 m^2/g 至约30 m^2/g 、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约24 m^2/g 至约29 m^2/g 、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约45 m^2/g 至约70 m^2/g 、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约50 m^2/g 至约65 m^2/g 、及其组合。

[0141] 实施方式20.实施方式19的组合物，其中(i)和(ii)是成立的。

[0142] 实施方式21.实施方式19的组合物，其中(i)和(iii)是成立的。

[0143] 实施方式22.实施方式19的组合物，其中(ii)和(iii)是成立的。

[0144] 实施方式23.实施方式19的组合物，其中(i)、(ii)和(iii)是成立的。

[0145] 实施方式24.组合物，其包括氧化锆、氧化铈和任选地除氧化铈和任选地钇之外的一种或多种其它稀土氧化物，其中下列的一个或更多个是成立的：

[0146] (i) 其中所述组合物具有选自基本上由以下组成的组的总孔体积：约0.65cc/g或更大、约0.71cc/g或更大、约0.85cc/g或更大、约0.99cc/g或更大、约1.00cc/g或更大、约1.07cc/g或更大、约1.11cc/g或更大、约1.17cc/g或更大、约1.30cc/g或更大、约1.33cc/g或更大、约1.40cc/g或更大、约1.43cc/g或更大、约1.46cc/g或更大、约1.58cc/g或更大、约1.67cc/g或更大、约1.96cc/g或更大、约2.00cc/g或更大、约2.20cc/g或更大、约2.33cc/g或更大、约2.60cc/g或更大、约3.00cc/g或更大、或约3.23cc/g或更大；

[0147] (ii) 其中所述组合物具有选自基本上由以下组成的组的氢热程序还原吸收：约250 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约287 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约600 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约654 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约900 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约954 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约966 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约967 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约1000 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约1006 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、约1022 $\mu\text{mole/g}$ 或更大、或约1163 $\mu\text{mole/g}$ 或更大；和

[0148] (iii) 其中所述组合物具有选自基本上由以下组成的组的BET和表观表面积的一种或多种：在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约1.9 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约2.4 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约2.9 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约3.6 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约3.9 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.0 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.1 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约4.5 m^2/g 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更

长的时间段之后的约 $4.6\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1200摄氏度煅烧10小时或更长的时间段之后的约 $5.3\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $24\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $26\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $27\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $28\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1100摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $29\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $53\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $54\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $55\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $58\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $60\text{m}^2/\text{g}$ 或更大、和在氧化环境中在1000摄氏度煅烧10小时的时间段之后的约 $63\text{m}^2/\text{g}$ 或更大。

附图说明

[0149] 引入说明书中和构成说明书的一部分的附图示出本公开内容的实施方案,并且与以上给出的公开内容的一般描述以及以下给出的详细描述一起用于解释本公开内容的原理。

[0150] 图1显示根据本公开内容的一些实施方案的组合物的 H_2 热程序还原组分;和

[0151] 图2显示根据本公开内容的一些实施方案的累积和微分孔体积分布。

具体实施方式

[0152] 本公开内容描述了具有解决以上所提及的需求的性质的组合物。因此,本公开内容的目标是提供具有大且热稳定的表面积、高且热稳定的孔隙度、大的孔开口、高的本体氧活动性的基于铈和锆的氧化物(其被可逆地还原和氧化),以及提供用于合成这样的氧化物的方法。根据本公开内容的一些实施方案,所述组合物可为颗粒形式,其具有在氧化环境中在约1000摄氏度煅烧约10小时之后可为约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的表面积。在一些实施方案中,所述颗粒可具有在氧化环境中在约1100摄氏度煅烧约10小时之后的 $24\text{m}^2/\text{g}$ 或更大的表面积。

[0153] 根据本公开内容的一些实施方案,所述组合物可包括氧化物(多种氧化物)。所述氧化物可为颗粒形式。此外,所述组合物可具有约 $1.33\text{cc}/\text{g}$ 或更大的孔体积。在一些实施方案中,所述组合物可具有在氧化环境中在约1100摄氏度煅烧约10小时之后的约 $0.65\text{cc}/\text{g}$ 或更大的孔体积。

[0154] 根据本公开内容的一些实施方案,氧化物可为颗粒形式。在一些实施方案中,颗粒可具有孔开口。在一些实施方案中,孔开口可为约 130Å 至约 1000Å 。在一些实施方案中,孔开口在氧化环境中在约1100摄氏度煅烧约10小时之后可为约 200Å 至约 $2\mu\text{m}$ 。典型地,孔开口可具有双峰分布。第一峰(模式,众数)可具有约 100Å 至约 1000Å 的中值。第二峰(模式,众数)可为相当宽的并且可具有约 $1.2\mu\text{m}$ 至约 $2.5\mu\text{m}$ 的中值。更典型地,孔开口在氧化环境中在约1100摄氏度煅烧约10小时之后可具有 200Å 至 $1\mu\text{m}$ 的中值。

[0155] 根据本公开内容的一些实施方案,氧化物可为可包含氧化铈(IV)的颗粒的形式。

而且,如通过温度程序还原(程序升温还原,TPR)测量的,氧化铈(IV)可具有约0.5或更大的 H_2/CeO_2 的消耗比。

[0156] 根据本公开内容的一些实施方案,氧化物可为颗粒形式,其可具有在小于约400摄氏度的温度的有(H_2)热程序还原组分。此外,氧化物可具有在大于约400摄氏度的温度的氢(H_2)热程序还原组分。

[0157] 根据本公开内容的一些实施方案为用于制造组合物的方法。典型地,所述组合物可包括两种或更多种金属氧化物。所述方法可包括通过在中等(适当的)搅拌下使两种或更多种金属的水溶性盐与碱组合来获得沉淀物的步骤。两种或更多种金属的水溶性盐可为任何形式的两种或更多种金属盐。典型地,两种或更多种金属盐各自具有大于约2g/L的水溶解度(水溶性)。更典型地,两种或更多种金属盐各自具有大于约5g/L的水溶解度,或甚至更典型地大于约10g/L的水溶解度。更甚至,典型地两种或更多种金属盐包括硝酸盐。所述方法可包括洗涤所获得的沉淀物的步骤。此外,所述方法可包括将沉淀物分散于醇溶液中以形成醇分散体的步骤。在一些实施方案中,所述方法可包括将所述醇分散体装填至反应器。此外,所述方法可包括提高包含于反应器中的醇分散体的温度和压力的一个或两者的步骤。典型地,将所述醇分散体提高至约150℃或更高的温度和压力。所述方法的一些实施方案包括在维持所述温度的同时将压力降低至大气压力的步骤。所述方法的一些实施方案可包括降低温度的步骤。此外,所述方法可包括收取新鲜的组合物的步骤。在一些实施方案中,所述方法可包括煅烧所述新鲜的组合物的步骤。典型地,所述新鲜的组合物可在约300摄氏度或更高的温度下煅烧。更典型地,所述新鲜的组合物可在约300摄氏度或更高的温度下在氧化气氛、还原气氛、惰性气氛或这些气氛的相继组合的一种下煅烧。

[0158] 本公开内容的性质和目的通过以下实施例进一步说明,其仅提供用于说明目的而非限制由权利要求所限定的本公开内容。提供以下实施例来说明本公开内容的一些方面、实施方案和配置,并且所述实施例不解释为对如在所附权利要求中阐述的本公开内容的限制。所有的份和百分比均以重量计,除非另有说明。

[0159] 实施例1:60重量% ZrO_2 ;30重量% CeO_2 ;6重量% La_2O_3 ;4重量% Y_2O_3 。

[0160] 通过下列方法合成具有约60重量% ZrO_2 、约30重量% CeO_2 、约6重量% La_2O_3 、和约4重量% Y_2O_3 的氧化物当量组成的混合氧化物。以适当的比例组合硝酸氧锆、硝酸铈(III)、硝酸镧和硝酸钇的溶液以实现锆、铈、镧和钇的目标元素组成。然后,添加蒸馏的去离子水以实现约100克/升的金属的总的基于氧化物的相对浓度。在该调整之后,将约10ml的过氧化氢(H_2O_2 ,约32重量%)添加至溶液。然后,缓慢地将该溶液添加至连续搅拌的氨水溶液(约1000ml的约4.5摩尔(浓度)的 NH_4OH)。将反应温度保持在约25摄氏度。然后,将所得的沉淀物过滤并且在55摄氏度用蒸馏的去离子水彻底洗涤。然后,用约1200ml乙醇(约99%)洗涤经过滤的固体。在这最后的步骤之后,在搅拌的Parr反应器型号4530中将固体过滤并分散在乙醇(约99%)中至约675ml的总体积。然后,用氩气充分吹扫包含所得的浆料的反应器。在该吹扫步骤之后,用氩气将反应器加压至约10巴。随后,加热反应器直至自生地产生的压力达到约25巴(在约150摄氏度的温度下),在这时,在持续加热至约150摄氏度的同时,反应器压力通过排出而降低并且通过排出而维持在约7至约10巴。在那时,通过排出将反应器压力降低至约1巴,并且在约150摄氏度的温度维持加热,直至所有乙醇被基本上从材料和反

应器清除。然后,将反应器冷却至室温,并且将所得的粉末材料在空气中在约950摄氏度煅烧约5小时。将所得的材料定义作为新鲜状态的材料。然后,将新鲜的材料进一步分别在空气中在约1000、约1100、和约1200摄氏度之一下煅烧约10小时(参见表)以用于测试(定义作为老化条件)。

[0161] 实施例2:60重量%ZrO₂;30重量%CeO₂;6重量%La₂O₃;4重量%Y₂O₃。

[0162] 通过下列方法合成具有约60重量%ZrO₂、约30重量%CeO₂、约6重量%La₂O₃、和约4重量%Y₂O₃的氧化物当量组成的混合氧化物。以适当的比例组合硝酸氧锆、硝酸铈(III)、硝酸镧和硝酸钇的溶液以实现锆、铈、镧和钇的目标元素组成。然后,添加蒸馏的去离子水以实现约100克/升的金属的总的基于氧化物的相对浓度。在该调整之后,将约10ml的过氧化氢(H₂O₂,约32重量%)添加至溶液。然后,缓慢地将该溶液添加至连续搅拌的氨水溶液(约1000ml的约4.5摩尔(浓度)的NH₄OH)。将反应温度保持在约25摄氏度。然后,将所得的沉淀物过滤并且在55摄氏度用蒸馏的去离子水彻底洗涤。然后,用约1200ml乙醇(约99%)洗涤经过滤的固体。在这最后的步骤之后,在搅拌的Parr反应器型号4530中将固体过滤并分散在乙醇(约99%)中至约675ml的总体积。然后,用氩气充分吹扫包含所得的浆料的反应器。在该吹扫步骤之后,用氩气将反应器加压至约10巴。随后,加热反应器直至自生地产生的压力达到约30巴的最大压力(在约180摄氏度),更具体地在约20至约25巴的压力(在约180摄氏度),在这时,在持续加热以保持约180摄氏度的同时,反应器压力通过排出而降低并且维持在约17至约25巴的压力。在那时,将反应器排出至1巴和继续加热且维持在180摄氏度的温度直至所有乙醇被基本上从材料和反应器中清除。然后,将反应器冷却至室温并且将所得的粉末材料在空气中在约950摄氏度煅烧约5小时。将所得的材料定义作为新鲜状态的材料。然后,将新鲜的材料进一步分别在空气中在约1000、约1100、和约1200摄氏度之一下煅烧约10小时(参见表)以用于测试(定义作为老化条件)。

[0163] 实施例3:60重量%ZrO₂;30重量%CeO₂;6重量%La₂O₃;4重量%Y₂O₃。

[0164] 通过下列方法合成具有约60重量%ZrO₂、约30重量%CeO₂、约6重量%La₂O₃、和约4重量%Y₂O₃的氧化物当量组成的混合氧化物。以适当的比例组合硝酸氧锆、硝酸铈(III)、硝酸镧和硝酸钇的溶液以实现锆、铈、镧和钇的目标元素组成。然后,添加蒸馏的去离子水以实现约100克/升的金属的总的基于氧化物的相对浓度。在该调整之后,将约10ml的过氧化氢(H₂O₂,约32重量%)添加至溶液。然后,缓慢地将该溶液添加至连续搅拌的氨水溶液(约1000ml的约4.5摩尔(浓度)的NH₄OH)。将反应温度保持在约25摄氏度。然后,将所得的沉淀物过滤并且在55摄氏度用蒸馏的去离子水彻底洗涤。然后,用约1200ml的乙醇(约99%)洗涤经过滤的固体。在这最后的步骤之后,在搅拌的Parr反应器型号4530中将固体过滤并分散在乙醇(约99%)中至约675ml的总体积。然后,用氩气充分吹扫包含所得的浆料的反应器。在该吹扫步骤之后,用氩气将反应器加压至约10巴。随后,加热反应器直至自生地产生的压力达到约50巴的最大压力(在约200摄氏度),更具体地在约40至约50巴的压力(在约200摄氏度),在这时,在约200摄氏度持续加热的同时,反应器压力通过排出而降低并且维持在约25至约35巴的压力。在那时,将反应器排出至约1巴并且继续加热并且将温度维持在约200摄氏度直至所有乙醇被基本上从材料和反应器中清除。然后,将反应器冷却至室温并且将所得的粉末材料在空气中在约950摄氏度煅烧约5小时。将所得的材料定义作为新鲜状态的材料。然后,将新鲜的材料进一步分别在空气中在约1000、约1100、和约1200摄氏度之一下

煅烧约10小时(参见表)以用于测试(定义作为老化条件)。

[0165] 实施例4:72.2重量%ZrO₂;20.8重量%CeO₂;1.7重量%La₂O₃;5.3重量%Nd₂O₃。

[0166] 通过下列方法合成具有约72.2重量%ZrO₂、约20.8重量%CeO₂、约1.7重量%La₂O₃、和约5.3重量%Y₂O₃的氧化物当量组成的混合氧化物。以适当的比例组合硝酸氧锆、硝酸铈(III)、硝酸镧和硝酸钕的溶液以实现锆、铈、镧和钕的目标元素组成。然后,添加蒸馏的去离子水以实现约100克/升的金属的总的基于氧化物的相对浓度。在该调整之后,将约7ml的过氧化氢(H₂O₂,约32重量%)添加至溶液。然后,缓慢地将该溶液添加至连续搅拌的氨水溶液(约1000ml的约4.5摩尔(浓度)的NH₄OH)。将反应温度保持在约25摄氏度的温度。然后,将所得的沉淀物过滤并且在约55摄氏度的温度用蒸馏的去离子水彻底洗涤。然后,用约1200ml的乙醇(约99%)洗涤经过滤的固体。在这最后的步骤之后,在搅拌的Parr反应器型号4530中将固体过滤并分散在乙醇(约99%)中至约675ml的总体积。然后,用氩气充分吹扫包含所得的浆料的反应器。在该吹扫步骤之后,用氩气将反应器加压至约10巴。随后,加热反应器直至自生地产生的压力达到约140巴,在此时,在持续加热至约300摄氏度的温度的同时,反应器压力通过排出而维持在约130至约140巴的压力。在那时,将反应器排出至约1巴并且继续加热直到基本上所有乙醇被从材料和反应器中消除。然后,将反应器冷却至室温并且将所得的粉末材料在空气中在约950摄氏度的温度下煅烧约5小时。将所得的材料定义作为新鲜状态的材料。然后,将新鲜的材料进一步分别在空气中在约1000、约1100、和约1200摄氏度之一下煅烧约10小时(参见表)以用于测试(定义作为老化条件)。

[0167] 实施例5:60重量%ZrO₂;30重量%CeO₂;6重量%La₂O₃;4重量%Y₂O₃。

[0168] 通过与实施例4中所述的相同方法合成具有约60重量%ZrO₂、约30重量%CeO₂、约6重量%La₂O₃、和约4重量%Y₂O₃的氧化物当量组成的混合氧化物。评价结果在表中给出。

[0169] 实施例6:84重量%ZrO₂;5重量%CeO₂;2.5重量%La₂O₃;8.5wt%Nd₂O₃。

[0170] 通过与实施例4中所述的相同方法合成具有约84重量%ZrO₂、约5重量%CeO₂、约2.5重量%La₂O₃、和约8.5重量%Nd₂O₃的氧化物当量组成的混合氧化物。评价结果在表中给出。

[0171] 实施例7:40重量%ZrO₂;50重量%CeO₂;5重量%La₂O₃;5重量%Y₂O₃。

[0172] 通过与实施例4中所述的相同方法合成具有约40重量%ZrO₂、约50重量%CeO₂、约5重量%La₂O₃、和约5重量%Y₂O₃的氧化物当量组成的混合氧化物。评价结果在表中给出。

[0173] 实施例8:60重量%ZrO₂;30重量%CeO₂;6重量%La₂O₃;4重量%Y₂O₃。

[0174] 通过下列方法合成具有约60重量%ZrO₂、约30重量%CeO₂、约6重量%La₂O₃、和约4重量%Y₂O₃的氧化物当量组成的混合氧化物。以适当的比例组合硝酸氧锆、硝酸铈(III)、硝酸镧和硝酸钕的溶液以实现锆、铈、镧和钕的目标元素组成。然后,添加蒸馏的去离子水以实现约100克/升的金属的总的基于氧化物的相对浓度。在该调整之后,将约10ml的过氧化氢(H₂O₂,约32重量%)添加至溶液。然后,缓慢地将该溶液添加至连续搅拌的氨水溶液(约1000ml的约4.5摩尔(浓度)的NH₄OH)。将反应温度保持在约25摄氏度的温度。然后,将所得的沉淀物过滤并且在约55摄氏度的温度用蒸馏的去离子水彻底洗涤。然后,用约1200ml的乙醇(约70%)洗涤经过滤的固体。在这最后的步骤之后,在搅拌的Parr反应器型号4530中将固体过滤并分散在乙醇(约70%)中至约675ml的总体积。然后,用氩气充分吹扫包含所得的浆料的反应器。在该吹扫步骤之后,用氩气将反应器加压至约10巴的压力。随后,加热反

反应器直至自生地产生的压力达到约140巴,在这时,在持续加热至约300摄氏度的温度的同时,反应器压力通过排出而维持在130至约140巴的自生压力。在那时,将反应器排出至约1巴并且继续加热直至所有乙醇被基本上从材料和反应器中清除。然后,将反应器冷却至室温并且将所得的粉末材料在空气中在约950摄氏度煅烧约5小时。将所得的材料定义作为新鲜状态的材料。然后,将新鲜的材料进一步分别在空气中在约1000、约1100、和约1200摄氏度之一下煅烧约10小时(参见表)以用于测试(定义作为老化条件)。

[0175] 实施例9:60重量%ZrO₂;30重量%CeO₂;6重量%La₂O₃;4重量%Y₂O₃。

[0176] 通过下列方法合成具有约60重量%ZrO₂、约30重量%CeO₂、约6重量%La₂O₃、和约4重量%Y₂O₃的氧化物当量组成的混合氧化物。以适当的比例组合硝酸氧锆、硝酸铈(III)、硝酸镧和硝酸钇的溶液以实现锆、铈、镧和钇的目标元素组成。然后,添加蒸馏的去离子水以实现约100克/升的金属的总的基于氧化物的相对浓度。在该调整之后,将约10ml的过氧化氢(H₂O₂,约32重量%)添加至溶液。然后,缓慢地将该溶液添加至连续搅拌的氨水溶液(约1000ml的约4.5摩尔(浓度)的NH₄OH)。将反应温度保持在约25摄氏度的温度。然后,将所得的沉淀物过滤并且在约55摄氏度的温度用蒸馏的去离子水彻底洗涤。然后,用约1200ml的异丙醇(约99%)洗涤经过滤的固体。在这最后的步骤之后,在搅拌的Parr反应器型号4530中将固体过滤并分散在异丙醇(约99%)中至约675ml的总体积。然后,用氩气充分吹扫包含所得的浆料的反应器。在该吹扫步骤之后,用氩气将反应器加压至约10巴。随后,加热反应器直至自生地产生的压力达到约140巴,在这时,在持续加热至约300摄氏度的温度的同时,反应器压力通过排出而维持在约130至约140巴。在那时,将反应器排出至约1巴并且继续加热直到基本上所有异丙醇被从材料和反应器中消除。然后,将反应器冷却至室温并且将所得的粉末材料在空气中在约950摄氏度煅烧约5小时。将所得的材料定义作为新鲜状态的材料。然后,将新鲜的材料进一步分别在空气中在约1000、约1100、和约1200摄氏度之一下煅烧约10小时(参见表)以用于测试(定义作为老化条件)。

[0177] 实施例10:60重量ZrO₂;30重量CeO₂;6重量%La₂O₃;4重量%Y₂O₃

[0178] 通过下列方法合成具有约60重量%ZrO₂、约30重量%CeO₂、约6重量%La₂O₃、和约4重量%Y₂O₃的氧化物当量组成的混合氧化物。以适当的比例组合硝酸氧锆、硝酸铈铵(硝酸高铈铵)、硝酸镧和硝酸钇的溶液以实现锆、铈、镧和钇的目标元素组成。然后,添加蒸馏的去离子水以实现约100克/升的金属的总的基于氧化物的相对浓度。然后,缓慢地将该溶液添加至连续搅拌的氨水溶液(约1000ml的约4.5摩尔(浓度)的NH₄OH)。将反应温度保持在约25摄氏度的温度。然后,将所得的沉淀物过滤并且在约55摄氏度的温度用蒸馏的去离子水彻底洗涤。然后,用约1200ml的乙醇(约99%)洗涤经过滤的固体。在这最后的步骤之后,在搅拌的Parr反应器型号4530中将固体过滤并分散在乙醇(约99%)中至约675ml的总体积。然后,用氩气充分吹扫包含所得的浆料的反应器。在该吹扫步骤之后,用氩气将反应器加压至约10巴。随后,加热反应器直至自生地产生的压力达到约140巴,在这时,在持续加热至约300摄氏度的温度的同时,反应器压力通过排出而维持在约130至约140巴的压力。在那时,将反应器排出至约1巴并且继续加热直到基本上所有乙醇被从材料和反应器中消除。然后,将反应器冷却至室温并且将所得的粉末材料在空气中在约950摄氏度的温度下煅烧约5小时。然后,将新鲜的材料进一步分别在空气中在约1000、约1100、和约1200摄氏度之一下煅烧约10小时(参见表)以用于测试(定义作为老化条件)。图1显示在约100至约1100摄氏度的

温度范围的 H_2 热程序还原组分;在300到500摄氏度之间,两个组分是明显的,其中一个组分在400摄氏度或更低的温度,以及另一个在大于400摄氏度的温度。

[0179] 使用Micromeritics Autopore IV 9500系统测量孔隙度和总孔体积。在ASTM国际测试方法D 4284-07中概述的程序如下;样品大小为0.5克,汞接触角为 130° ,汞表面张力为 0.485N/m (4845d/cm)。最佳压力增加是逐步(步进式)增加,具有10秒/步的停留时间。另外的细节在以下给出。实施例1所得的新鲜的材料的累积孔体积分布的图解实例示于图2中,其显示对于实施例1的新鲜的材料的累积和微分孔体积分布。

[0180] 通过使用Micromeritics ASAP 2000系统和氮气在约77开尔文下测定材料的表观表面积。使用ASTM国际测试方法D 3663-03(Reapproved 2008)中概述的程序,但是有一个重要的例外。众所周知,“BET表面积”测定对于包含微孔隙度的材料是不可能的。认识到表面积是一个近似,报道的值被标为“表观表面积”值,而不是“BET表面积”值。按照普遍接受的程序,表观表面积的测定,BET方程的应用被限于其中方程的术语 $n_a(1-P/P_o)$ 随 P/P_o 连续增加的压力范围。样品的除气在约300摄氏度在氮气下进行约2小时。

[0181] 使用空气作为氧化剂气体且使用氢气作为还原气体采用Altamira Instruments AMI-390温度程序还原(TPR)设备进行各样品的还原性。所述系统使用在氧化铝上的1% Co_3O_4 上的1%Re作为基线材料进行校准。使用的测量程序如下。首先,将0.05克的1000摄氏度老化的样品放在TPR机器样品管中。然后,将样品管连接至设备,并且在 25cc/分钟 流动的 O_2/He (10:90体积%)气氛中在 400°C 将样品预氧化15分钟。在该处理之后,在相同的气流下容许样品冷却。一旦冷却至约 100°C ,将气流改变为具有 25cc/分钟 的流速的 H_2/Ar 混合物(5:95体积%)。然后,在同时用TCD检测器监控系统输出时,将温度以 10°C/分钟 升至 1000°C 。计算样品中相对于 CeO_2 摩尔当量含量的 H_2 总消耗。

[0182] 表

[0183]

实施 例	总孔体积(cc/g)		氢气 TPR 信号积分面积(100 摄氏度-1000 摄氏度)		煅烧 10 小时之后的 表观表面积(m^2/g)		
	新鲜 的	1100 $^\circ\text{C}$ /10 小时	H_2 消耗积分 ($\mu\text{mol/g}$)	H_2 消耗/ CeO_2 摩尔比	1000 $^\circ\text{C}$	1100 $^\circ\text{C}$	1200 $^\circ\text{C}$
1	1.33	0.65	1022	0.59	54	24	1.9
2	1.43	0.71	966	0.55	53	27	2.4
3	1.67	0.85	967	0.55	55	27	2.9
4	1.96	0.99	654	0.54	54	28	3.9
5	2.00	1.58	950	0.55	58	28	4
6	2.20	1.11	287	0.99	54	29	4.6
7	2.33	1.07	1163	0.67	55	26	3.6
8	2.60	1.17			63	28	4.1
9	3.23	1.46	1006	0.58	60	27	4.5
10		1.19	934	0.54	58	28	5.2

[0184] 可使用本公开内容的许多变型和修改。可提供本公开内容的一些特征而不提供其它特征。

[0185] 本公开内容在各方面、实施方案和配置中包括基本上如本文所描绘和描述的组分、方法、过程、系统和/或设备,包括各方面、实施方案、配置、子组合及其子集。在了解本公开内容之后,本领域技术人员将理解如何制造和使用各方面、方面、实施方案和配置。本公开内容在各个方面、实施方案和配置中包括在不存在本文中或在其各方面、实施方案和配置中未描绘和/或描述的项目的情况下提供设备和方法,包括在不存在如可已在先前的设备或过程中使用的这样的项目的情况下,例如用于改善性能、实现容易些和/或降低实施成本。

[0186] 为了说明和描述的目的已经呈现了对本公开内容的上述讨论。前述内容不意图将本公开内容限于本文所公开的形式。例如在前面的具体实施方式中,为了简化本公开内容的目的,本发明内容的各特征被一起集合于一个或多个方面、实施方案和配置中。本公开内容的方面、实施方案和配置的特征可在除上述讨论的那些之外的替代方面、实施方案和配置中组合。公开内容的该方法不被解释为反映以下意图:所要求保护的公开内容需要比在各权利要求中明确叙述的更多特征。相反,如所述权利要求所反映的,本发明的方面在于单一前述公开的方面、实施方案和配置的所有特征。因此,所附权利要求被并入具体实施方式中,其中各权利要求独立地作为本公开内容的单独的优选实施方案。

[0187] 此外,尽管对本公开的描述包括对一个或多个方面、实施方案或配置以及一些变型和修改的描述,但是在理解本公开内容之后,其它变型、组合和修改在本公开内容的范围内,例如可在本领域技术人员的那些技术和知识之内。意图获得以下权利:其包括在容许范围内的替代方面、实施方案和配置,包括所要求保护的那些的替代的、可互换的和/或等同的结构、功能、范围或步骤,无论这样的替代的、可互换的和/或等同的结构、功能、范围或步骤在本文中是否公开,并且不意图向公众奉献任何可获得专利的主题。

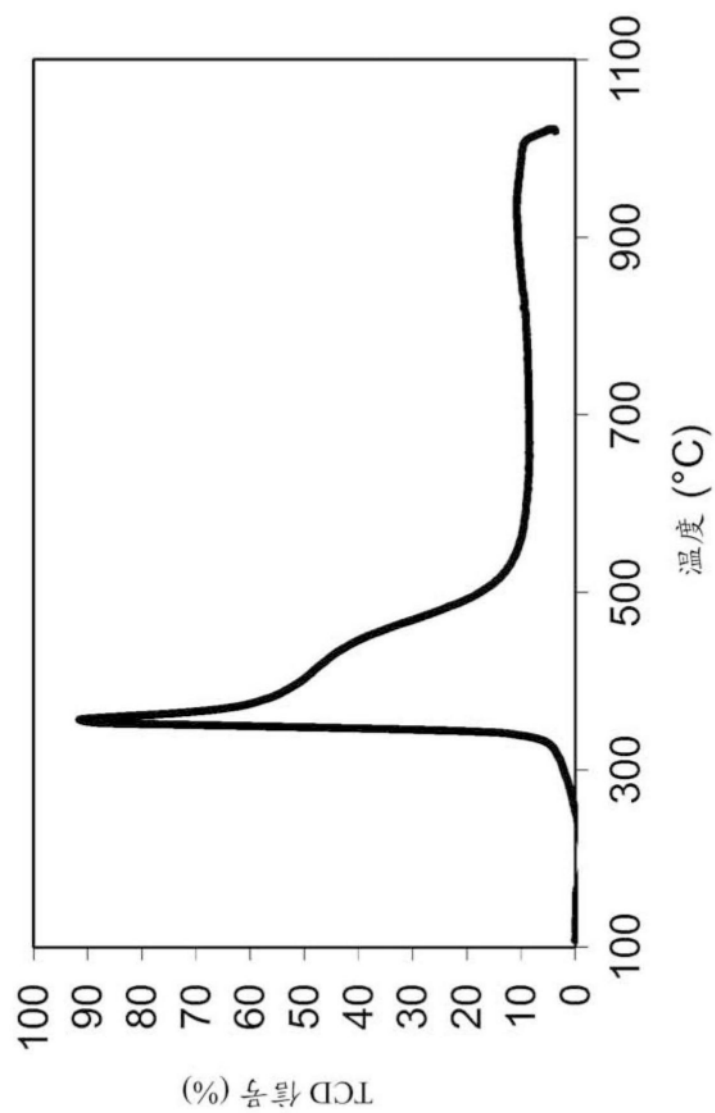


图1

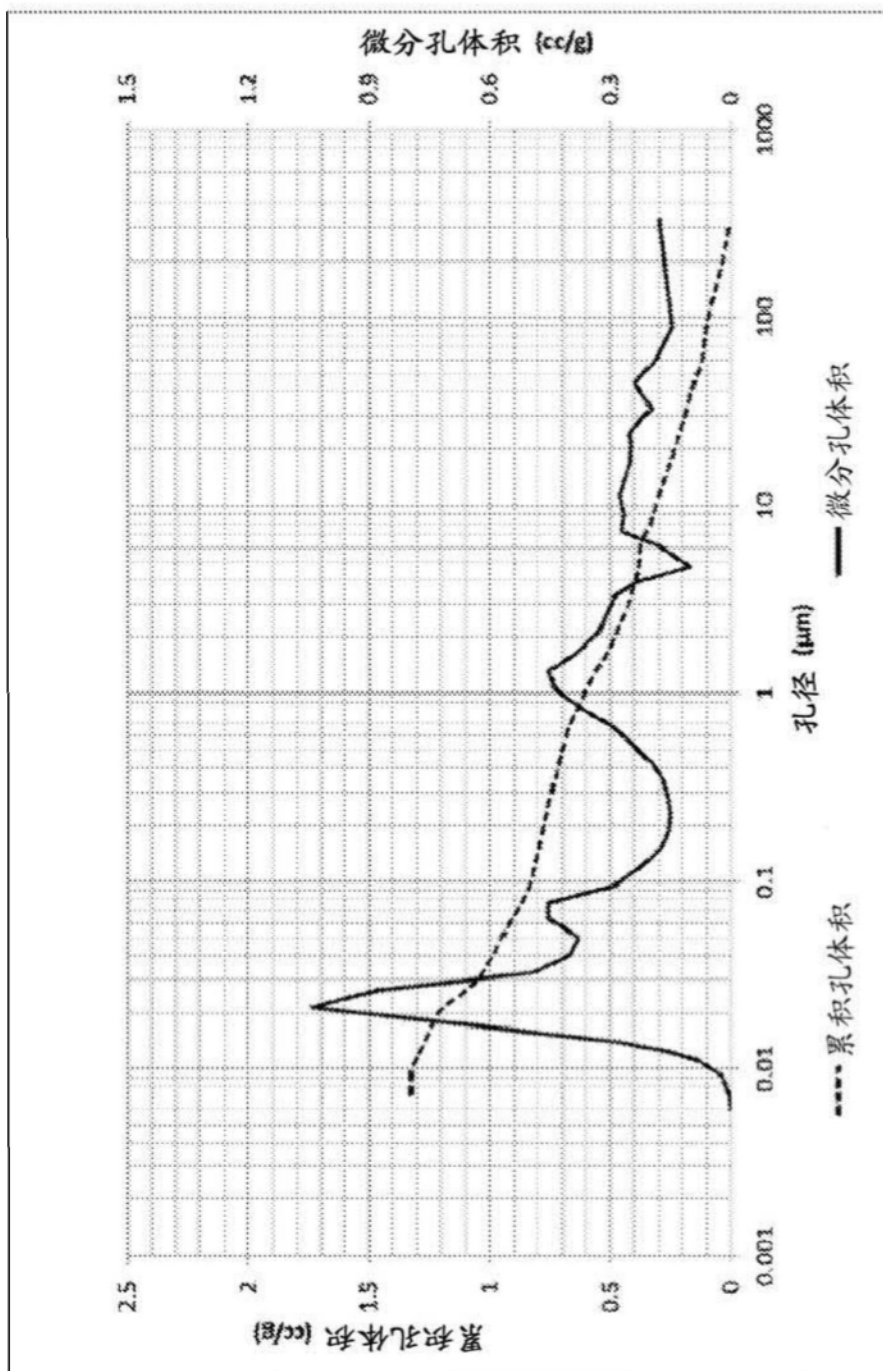


图2