

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480016579.5

[51] Int. Cl.

A24B 15/18 (2006.01)

A24D 3/06 (2006.01)

[43] 公开日 2006年7月19日

[11] 公开号 CN 1805695A

[22] 申请日 2004.6.10

[21] 申请号 200480016579.5

[30] 优先权

[32] 2003.6.13 [33] US [31] 10/460,303

[86] 国际申请 PCT/IB2004/002176 2004.6.10

[87] 国际公布 WO2004/110184 英 2004.12.23

[85] 进入国家阶段日期 2005.12.13

[71] 申请人 菲利普莫里斯生产公司

地址 瑞士纳沙泰尔

[72] 发明人 李平 F·拉苏利

M·哈亚莱戈尔

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所
代理人 陈季壮

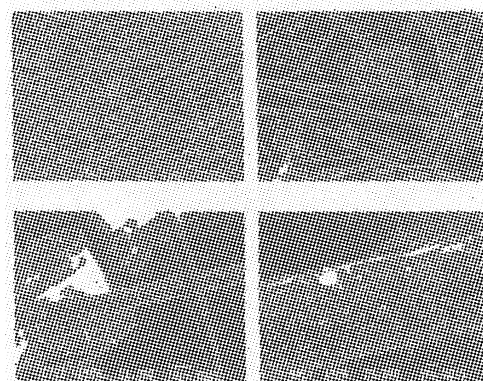
权利要求书6页 说明书17页 附图3页

[54] 发明名称

从香烟的主流烟雾中降低一氧化碳和氮氧化物的催化剂

[57] 摘要

提供短切填料组合物，香烟，制造香烟的方法和吸烟方法，其牵涉使用能将一氧化碳转化成二氧化碳和/或将氮氧化物转化成氮气的催化剂。提供香烟，该香烟包括具有至少一种催化剂的短切填料。该催化剂包括承载在纤维载体上的纳米级金属和/或金属氧化物颗粒。可通过结合纳米级颗粒与纤维载体，或者通过结合金属前体溶液与纤维载体，然后热处理纤维载体，从而制备该催化剂。



1. 一种短切填料组合物，它包括烟草和使主流烟雾内的一氧化碳转化成二氧化碳和/或使主流烟雾内的氮氧化物转化成氮气的催化剂，其中该催化剂包括承载在纤维载体上的纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒。

2. 权利要求1的短切填料组合物，其中纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒包括选自元素周期表中第IB、IIB、IIIB、IVB、VB、VIB、VIIB、VIII、IIIA和IVA族元素中的一种或多种金属元素。

3. 权利要求1的短切填料组合物，其中纳米级金属氧化物颗粒包括选自氧化铁、羟基氧化铁、一氧化铜及其混合物中的氧化物。

4. 权利要求1的短切填料组合物，其中纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒不含碳。

5. 权利要求1的短切填料组合物，其中纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒的比表面积为约 $20 - 2500\text{m}^2/\text{g}$ 。

6. 权利要求1的短切填料组合物，其中纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒的平均粒度小于约 50nm 。

7. 权利要求1的短切填料组合物，其中纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒的平均粒度小于约 10nm 。

8. 权利要求1的短切填料组合物，其中纤维载体包括选自氧化物键接的碳化硅、氧化硼、氧化铝、氧化硅、硅铝酸盐、氧化钛、氧化钇、氧化铈、玻璃、任选的用氧化钙或氧化镁稳定的氧化锆，及其混合物中的氧化物。

9. 权利要求1的短切填料组合物，其中纤维载体包括陶瓷纤维和玻璃纤维。

10. 权利要求1的短切填料组合物，其中纤维载体的比表面积为约 $0.1 - 200\text{m}^2/\text{g}$ 。

11. 权利要求1的短切填料组合物，其中纤维载体包括毫米、微米、亚微米和/或纳米级纤维。

12. 权利要求 1 的短切填料组合物, 其中纤维载体包括催化活性的纤维。

13. 权利要求 1 的短切填料组合物, 其中纳米级金属氧化物包括氧化铁和纤维载体包括陶瓷纤维和/或玻璃纤维, 催化剂以足以将至少 10% 主流烟雾内的一氧化碳转化成二氧化碳和/或将至少 10% 主流烟雾内的氮氧化物转化成氮气的用量存在于短切填料内。

14. 权利要求 1 的短切填料组合物, 其中小于单层的纳米级颗粒沉积在纤维载体以内和/或其上。

15. 权利要求 1 的短切填料组合物, 其中催化剂包括 0.1 - 50wt% 承载在纤维载体上的纳米级颗粒。

16. 一种含短切填料的香烟, 其中短切填料包括烟草和催化剂, 所述催化剂能充当将一氧化碳转化成二氧化碳和/或将氮氧化物转化成氮气的催化剂, 其中该催化剂包括承载在纤维载体上的纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒。

17. 权利要求 16 的香烟, 其中纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒包括选自元素周期表中第 IB、IIB、IIIB、IVB、VB、VIB、VIIB、VIII、IIIA 和 IVA 族元素中的一种或多种金属元素。

18. 权利要求 16 的香烟, 其中纳米级金属氧化物颗粒包括选自氧化铁、羟基氧化铁、一氧化铜及其混合物中的氧化物。

19. 权利要求 16 的香烟, 其中纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒不含碳。

20. 权利要求 16 的香烟, 其中纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒的比表面积为约 $20 - 2500\text{m}^2/\text{g}$ 。

21. 权利要求 16 的香烟, 其中纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒的平均粒度小于约 50nm。

22. 权利要求 16 的香烟, 其中纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒的平均粒度小于约 10nm。

23. 权利要求 16 的香烟, 其中纤维载体包括选自氧化物键接的碳化硅、氧化硼、氧化铝、氧化硅、硅铝酸盐、氧化钛、氧化钇、氧化铈、

玻璃、任选的用氧化钙或氧化镁稳定的氧化锆，及其混合物中的氧化物。

24. 权利要求 16 的香烟，其中纤维载体包括陶瓷纤维和玻璃纤维。

25. 权利要求 16 的香烟，其中纤维载体的比表面积为约 $0.1 - 200\text{m}^2/\text{g}$ 。

26. 权利要求 16 的香烟，其中纤维载体包括毫米、微米、亚微米和/或纳米级纤维。

27. 权利要求 16 的香烟，其中纤维载体包括催化活性的纤维。

28. 权利要求 16 的香烟，其中纳米级金属氧化物包括氧化铁和催化剂以足以将至少 10% 主流烟雾内的一氧化碳转化成二氧化碳和/或将至少 10% 主流烟雾内的氮氧化物转化成氮气的用量存在于香烟内。

29. 权利要求 16 的香烟，其中小于单层的纳米级颗粒沉积在纤维载体以内和/或其上。

30. 权利要求 16 的香烟，其中催化剂包括 $0.1 - 50\text{wt}\%$ 承载在纤维载体上的纳米级颗粒，催化剂存在于短切填料、卷烟纸和/或香烟的过滤嘴内。

31. 权利要求 16 的香烟，其中香烟包括最多约 200mg 催化剂/根香烟。

32. 一种制造香烟的方法，该方法包括：

(i) 添加催化剂到烟草短切填料、卷烟纸包装物和/或香烟过滤嘴中，其中该催化剂包括承载在纤维载体上的纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒；

(ii) 提供短切填料到制烟机中，形成烟草柱；

(iii) 将包装纸绕烟草柱放置形成烟草棒；和

(iv) 任选的将香烟过滤嘴连接到烟草棒上，形成香烟。

33. 权利要求 32 的方法，它包括结合纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒与纤维载体，形成催化剂，其中纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒包括选自元素周期表中第 IB、IIB、IIIB、IVB、VB、VIB、VIIB、VIII、IIIA 和 IVA 族元素中的一种或多种金属元素，和纤维载体包括选自氧化物键接的碳化硅、氧化硼、氧化铝、氧化硅、

硅铝酸盐、氧化钛、氧化钇、氧化铈、玻璃、任选的用氧化钙或氧化镁稳定的氧化锆，及其混合物中的氧化物。

34. 权利要求 32 的方法，它包括结合含氧化铁、羟基氧化铁、一氧化铜及其混合物的纳米级金属氧化物颗粒与纤维载体，形成催化剂。

35. 权利要求 32 的方法，其中小于单层的纳米级颗粒沉积在纤维载体以内和/或其上。

36. 权利要求 32 的方法，它包括添加催化剂到烟草短切填料、卷烟纸包装物和/或香烟过滤嘴中，其中所述催化剂具有约 0.1-50wt% 承载在纤维载体上的纳米级颗粒。

37. 权利要求 32 的方法，其中将催化剂加入到短切填料中，和所生产的香烟包括 200mg 或更低的催化剂/根香烟。

38. 权利要求 32 的方法，其中催化剂以足以将至少 10% 主流烟雾内的一氧化碳转化成二氧化碳和/或将至少 10% 主流烟雾内的氮氧化物转化成氮气的用量与香烟结合。

39. 权利要求 32 的方法，进一步包括通过下述步骤形成催化剂：
使纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒和液体混合成分散体；

使该分散体与纤维载体混合；

加热该纤维载体除去液体，并在纤维载体以内和/或其上沉积纳米级颗粒。

40. 权利要求 39 的方法，包括结合纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒和液体，形成分散体，所述纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒包括元素周期表中第 IB、IIB、IIIB、IVB、VB、VIB、VIIB、VIII、IIIA 和 IVA 族元素中的一种或多种金属元素。

41. 权利要求 39 的方法，包括结合平均粒度小于约 50nm 的纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒和液体，形成分散体。

42. 权利要求 39 的方法，包括结合纤维载体与分散体，所述纤维载体包括选自氧化物键接的碳化硅、氧化硼、氧化铝、氧化硅、硅铝酸盐、氧化钛、氧化钇、氧化铈、玻璃、任选的用氧化钙或氧化镁稳定的

氧化锆，及其混合物中的氧化物。

43. 权利要求 39 的方法，包括结合纤维载体与分散体，所述纤维载体具有毫米、微米、亚微米和/或纳米级纤维和/或催化活性的纤维。

44. 权利要求 39 的方法，包括结合含玻璃纤维和/或陶瓷纤维的纤维载体与分散体。

45. 权利要求 39 的方法，包括结合含氧化铁的纳米级金属氧化物颗粒与液体，形成分散体。

46. 权利要求 39 的方法，包括结合纳米级颗粒与选自蒸馏水、乙醇、甲醇、氯仿、醛类、酮类、芳烃及其混合物中的液体。

47. 权利要求 39 的方法，其中分散体喷洒在加热的纤维载体上。

48. 权利要求 32 的方法，进一步包括通过下述步骤形成催化剂：

使金属前体和溶剂混合成金属前体溶液；

使纤维载体与该金属前体溶液接触；

干燥该纤维载体；和

加热该纤维载体到足以使金属前体热分解，在纤维载体以内和/或其上形成纳米级颗粒的温度。

49. 权利要求 48 的方法，包括结合金属前体与溶剂，形成金属前体溶液，其中所述金属前体具有选自元素周期表中第 IB、IIB、IIIB、IVB、VB、VIB、VIIB、VIII、IIIA 和 IVA 族元素中的至少一种金属。

50. 权利要求 48 的方法，包括加热纤维载体到足以形成平均粒度小于约 50nm 的纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒的温度。

51. 权利要求 48 的方法，包括结合纤维载体与金属前体溶液，其中所述纤维载体选自氧化物键接的碳化硅、氧化硼、氧化铝、氧化硅、硅铝酸盐、氧化钛、氧化钇、氧化铈、玻璃、任选的用氧化钙或氧化镁稳定的氧化锆，及其混合物。

52. 权利要求 48 的方法，包括结合纤维载体与金属前体溶液，所述纤维载体具有毫米、微米、亚微米和/或纳米级纤维和/或催化活性的纤维。

53. 权利要求 48 的方法，包括结合含玻璃纤维和/或陶瓷纤维的纤

维载体与金属前体溶液。

54. 权利要求 48 的方法，包括结合含铁的金属粉末与溶剂，形成金属前体溶液。

55. 权利要求 48 的方法，包括结合选自蒸馏水、乙醇、甲醇、氯仿、醛类、酮类、芳烃及其混合物中的溶剂与金属前体。

56. 权利要求 48 的方法，其中金属前体溶液喷洒在加热的纤维载体上。

57. 权利要求 48 的方法，进一步包括添加纳米级颗粒的分散体到金属前体溶液中。

58. 权利要求 48 的方法，包括结合选自金属 β -二酮酸盐，金属二酮化物、金属草酸盐、金属氢氧化物及其混合物中的金属前体与溶剂。

59. 权利要求 48 的方法，其中通过加热金属前体到约 200 - 400EC 的温度，使金属前体分解成纳米级金属和/或金属氧化物颗粒。

60. 权利要求 48 的方法，其中使金属前体分解，形成不含碳的纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒。

61. 权利要求 48 的方法，其中小于单层的纳米级颗粒沉积在纤维载体以内和/或其上。

62. 权利要求 48 的方法，包括加热纤维载体，形成约 0.1 - 50wt% 沉积在纤维载体上的纳米级颗粒。

63. 吸权利要求 16 的香烟方法，包括点燃香烟，形成烟雾，并通过香烟抽吸烟雾，其中在香烟的吸烟过程中，催化剂充当将一氧化碳转化成二氧化碳和/或将氮氧化物转化成氮气的催化剂。

从香烟的主流烟雾中降低一氧化碳 和氮氧化物的催化剂

发明领域

本发明一般地涉及降低在抽烟期间香烟的主流烟雾中的诸如一氧化碳之类成分的方法。更具体地说，本发明涉及短切填料组合物，香烟，制造香烟的方法和吸烟方法，它们牵涉使用能降低烟草烟雾中各种成分含量的纳米颗粒添加剂。

背景技术

在以下的说明中，将参考一些结构和方法，然而，这种参考不应当然地解释为根据合适的法定条款承认这些结构和方法作为现有技术是合格的。申请人保留权利证明任何参考的主题不构成现有技术。

烟制品，例如香烟或雪茄烟，在一阵喷烟中产生主流烟雾和在静态燃烧过程中产生侧流烟雾。主流烟雾和侧流烟雾二者中的一种成分是一氧化碳(CO)。降低烟雾中的一氧化碳是所需的。

在下述中公开了用于烟制品的催化剂、吸附剂和/或氧化剂：授予 Snider 等的美国专利 No. 6371127，授予 Bowen 等的美国专利 No. 6286516，授予 Yamazaki 等的美国专利 No. 6138684、授予 Rongved 的美国专利 No. 5671758、授予 Quincy, III 等的美国专利 No. 5386838，授予 Shannon 等的美国专利 No. 5211684、授予 Deffeves 等的美国专利 No. 4744374、授予 Cohn 的美国专利 No. 4453553、授予 Owens 的美国专利 No. 4450847，授予 Seehofer 等的美国专利 No. 4182348、授予 Martin 等的美国专利 No. 4108151、美国专利 No. 3807416 和美国专利 No. 3720214。已公开的申请 W002/24005、W087/06104、W000/40104 和美国专利申请公开 Nos. 2002/979A1、2003/792A1 和 2002/834A1 也涉及催化剂、吸附剂和/或氧化剂。

公开了铁和/或氧化铁用于香烟产品(参见，例如美国专利

No. 4197861、4489739 和 5728462)。公开了氧化铁作为着色剂(例如美国专利 Nos. 4119104、4195645、5284166)和作为燃烧调节剂(例如美国专利 Nos. 3931824、4109663 和 4195645)，且氧化铁已被用于改进味道、颜色和/或外观(例如美国专利 Nos. 6095152、5598868、5129408、5105836 和 5101839)。

尽管到迄今为止的开发研究，但仍需要降低在抽烟期间在烟制品的主流烟雾内的一氧化碳含量的改进和更有效的方法和组合物。

发明概述

提供烟草短切组合物，香烟填料和/或卷烟纸，香烟，制造香烟的方法和吸烟方法，它们牵涉使用使主流烟雾内的一氧化碳转化成二氧化碳和/或使主流烟雾内的氮氧化物转化成氮气的催化剂。

一个实施方案提供短切填料组合物，它包括烟草和使主流烟雾内的一氧化碳转化成二氧化碳和/或使主流烟雾内的氮氧化物转化成氮气的催化剂，其中该催化剂包括承载在纤维载体上的纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒。

另一实施方案提供一种香烟，它包括短切填料和能使主流烟雾内的一氧化碳转化成二氧化碳和/或使主流烟雾内的氮氧化物转化成氮气的催化剂，其中该催化剂包括承载在纤维载体上的纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒。

进一步的实施方案提供制造香烟的方法，该方法包括(i)添加催化剂到烟草短切填料、卷烟纸包装物和/或香烟过滤嘴中，其中该催化剂包括承载在纤维载体上的纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒；(ii)提供短切填料到制烟机上形成烟草棒；(iii)将包装纸绕烟草柱放置形成烟草棒；和(iv)任选的将香烟过滤嘴连接到烟草柱上形成香烟。根据本发明生产的香烟优选包括最多约 200mg 或更多的催化剂/根香烟。

在优选的实施方案中，纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒包括选自元素周期表中第 IB-VIIB、VIII、IIIA 和 IVA 族元素及其混合物中的金属元素。例如，纳米级金属氧化物颗粒可包括氧化铁、

羟基氧化铁和一氧化铜及其混合物。纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒可具有介于约 $20 - 2500\text{m}^2/\text{g}$ 的比表面积，小于约 50nm ，优选小于约 10nm 的平均粒度。尽管纳米级金属颗粒和金属氧化物颗粒可进一步包括碳，但优选纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物可不含碳。

纤维载体可包括耐火碳化物和氧化物，其选自氧化物键接的碳化硅、氧化硼、氧化铝、氧化硅、硅铝酸盐、氧化钛、氧化钇、氧化铈、玻璃、任意的用氧化钙或氧化镁稳定的氧化锆，及其混合物。纤维载体可具有约 $0.1 - 200\text{m}^2/\text{g}$ 的比表面积，和可包括毫米、微米、亚微米和/或纳米级纤维。

根据优选的实施方案，纳米级金属氧化物颗粒包括氧化铁、羟基氧化铁、一氧化铜及其混合物。可将用量足以将至少 10% 主流烟雾内的一氧化碳转化成二氧化碳和将至少 10% 主流烟雾内的氮氧化物转化成氮气的催化剂加入到香烟中。优选地，小于单层的纳米级颗粒沉积在纤维载体内和/或其上。例如，催化剂可包括 $0.1 - 50\text{wt}\%$ 承载在纤维载体上的纳米级颗粒，该催化剂存在于短切填料、卷烟纸和/或香烟过滤嘴内。

根据一种优选的方法，通过 (i) 使纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒和液体混合成分散体；(ii) 使该分散体与纤维载体混合；和 (iii) 加热该纤维载体，以除去液体，并在纤维载体载体内和/或其上沉积纳米级颗粒，从而形成催化剂。

根据另一优选的方法，通过 (i) 使金属前体和溶剂混合成金属前体溶液；(ii) 使纤维载体与金属前体溶液接触；(iii) 干燥该纤维载体；和 (iv) 加热该纤维载体到足以使金属前体热分解，以便在纤维载体内和/或其上形成纳米级颗粒的温度，从而形成催化剂。例如，纳米级颗粒的分散体或金属前体溶液可喷洒在纤维载体上，优选加热的纤维载体上。任选地，纳米级颗粒的分散体可加入到金属前体溶液中。

金属前体可以是一种或多种的金属 β -二酮酸盐，金属二酮化物和金属草酸盐和金属氢氧化物，和在金属前体内的金属可包括至少一种

选自元素周期表中第 IB - VIIB、VIII、IIIA 和 IVA 族元素及其混合物中的金属元素。形成纳米级颗粒的分散体所使用的液体，和形成金属前体溶液所使用的溶剂可包括蒸馏水、戊烷、己烷、芳烃、环己烷、二甲苯、乙酸乙酯、甲苯、苯、四氢呋喃、丙酮、二硫化碳、二氯苯、硝基苯、吡啶、甲醇、乙醇、丁醇、醛类，酮类，氯仿、溶剂油及其混合物。金属前体可通过加热到约 200 - 4000EC 的温度，分解成纳米级金属和/或金属氧化物颗粒。

又一实施方案是提供以上所述的吸烟方法，该方法牵涉点燃香烟形成烟雾并通过香烟吸烟，其中在吸烟过程中，催化剂充当将一氧化碳转化成二氧化碳和/或将氮氧化物转化成氮气的催化剂。

附图简述

图 1 示出了根据实施方案制备的催化剂的 SEM 图像，其中纳米级氧化铁颗粒沉积在纤维石英棉载体上。

图 2 描述了平均粒度为约 3nm 的 Fe_2O_3 纳米级颗粒(获自 MACH I, Inc., King of Prussia, PA 的 NANOCAT Superfine Iron Oxide (SFIO)) 和平均粒度为约 5 微米的 Fe_2O_3 粉末(获自 Aldrich Chemical Company) 之间的比较。

图 3 描述了 CuO 和 Fe_2O_3 纳米级颗粒作为用氧气氧化一氧化碳产生二氧化碳的催化剂的转化速度的温度相关性。

优选实施方案的详细说明

提供烟草短切填料组合物，香烟，制造香烟的方法和吸烟方法，其牵涉使用在纤维载体上的具有纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒的催化剂，该催化剂能充当将一氧化碳(CO)转化成二氧化碳(CO_2)和/或将氮氧化物(NO_x)转化成氮气(N_2)的催化剂。

催化剂能影响化学反应的速度，例如增加一氧化碳氧化成二氧化碳的速度和/或增加氮氧化物还原成氮气的速度且不是作为反应物或反应产物参与反应。氧化剂例如通过将氧供给反应物，能氧化反应物，以便氧化剂本身被还原。

“吸烟”意味着香烟加热或燃烧形成可通过香烟抽吸的烟雾。一

一般来说，吸烟牵涉点燃香烟一端，且当包含在其内的烟草进行燃烧反应时，通过香烟的烟嘴端抽吸香烟烟雾。香烟也可通过其它方式抽吸。例如，可通过加热香烟和/或使用电加热器方式加热，从吸烟，例如如共同转让的美国专利 Nos. 6053176、5934289、5591368 和 5322075 中所述。

术语“主流”烟雾是指从烟草棒中向下流动并通过过滤嘴端冒出的气体混合物，即在香烟的吸烟过程中，从香烟的烟嘴端冒出或抽吸的烟雾量。

除了在烟草内的成分以外，在吸烟过程中，在香烟内的温度和氧气浓度是影响一氧化碳和氮氧化物和二氧化碳的形成和反应的因素。例如，在吸烟过程中形成的一氧化碳的总量来自于三个主要来源的组合：热分解（约 30%）、燃烧（约 36%）和用碳化的烟草还原二氧化碳（至少 23%）。由热分解形成一氧化碳（其主要通过化学动力学来控制）在约 180EC 的温度下开始并在约 1050EC 下结束。在燃烧过程中形成一氧化碳和二氧化碳主要通过氧气扩散到表面 (k_a) 和藉助表面反应 (k_b) 来控制。在 250EC 下， k_a 和 k_b 接近相同。在 400EC 下，反应变为扩散控制。最后，用碳化烟草或木炭还原二氧化碳在约 390EC 和更高的温度下发生。

在吸烟过程中，在香烟内存在三个不同的区域：燃烧区、热解/蒸馏区和冷凝/过滤区。尽管不希望受到理论的束缚，据信本发明的催化剂可以在吸烟过程中在香烟不同区域内发生的各种反应为目标。

首先，燃烧区是在香烟吸烟过程中产生的香烟燃烧区域，通常在香烟的点火端。在燃烧区内的温度范围为约 700EC - 约 950EC，和加热速度可高达 500EC/秒。由于氧气在烟草的燃烧中被消耗产生一氧化碳、二氧化碳和氮氧化物、水蒸气和各种有机化合物，因此在燃烧区内氧气浓度低。与高温相结合的低氧气浓度导致通过碳化烟草二氧化碳还原成一氧化碳。在这一区域内，催化剂可通过催化和氧化这两种机理将一氧化碳转化成二氧化碳，和催化剂可通过催化和还原这两种机理将氮氧化物转化成氮气。燃烧区高度放热且所成的热量被携带到

热解/蒸馏区。

热解区是在燃烧区后方的区域，在此处温度范围为约 200EC - 约 600EC。热解区是其中大多数一氧化碳和氮氧化物的区域。主反应是利用在燃烧区内生成的热量，使烟草热解(即热降解)，产生一氧化碳、二氧化碳、氮氧化物、烟雾组分和焦炭。在这一区域内存在一些氧气，因此催化剂可充当将一氧化碳转化成二氧化碳和/将氮氧化物还原成氮气的催化剂。催化反应在 150EC 下开始并在约 300EC 下达到最大活性。

在冷凝/过滤区内，温度范围为环境温度到约 150EC。在这一区域内的主要过程是烟雾组分的冷凝/过滤。一些量的一氧化碳、二氧化碳和氮氧化物从烟中扩散出，而一些氧气扩散入香烟内。在冷凝/过滤区内的氧气分压通常没有恢复到大气水平。

催化剂包括承载在纤维载体上金属和/或金属氧化物纳米级颗粒。纳米级颗粒可包括选自元素周期表中第 IB - VIIB、VIII、IIIA 和 IVA 族元素及其混合物中的金属元素，例如 B、C、Mg、Al、Si、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ge、Y、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Pd、Ag、Sn、Ce、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt 和 Au。纤维载体可包括氧化物键接的碳化硅、氧化硼、氧化铝、氧化硅、硅铝酸盐、氧化钛、氧化钇、氧化铈、玻璃、任意的用氧化钙或氧化镁稳定的氧化锆，及其混合物。尽管优选在烟草短切填料内直接放置催化剂，但催化剂可放置在香烟过滤嘴内，或者掺入到卷烟纸内。催化剂也可放置在烟草短切填料内和其它位置内。

纳米级颗粒是其区别特征为其平均粒度、颗粒或其它结构尺寸低于约 100 纳米的一组新材料。纳米级颗粒的平均粒度可以小于约 100nm，优选小于约 50nm，最优选小于约 10nm。纳米级颗粒具有非常高的表面积对体积比，这使得它们对于催化应用来说具有吸引力。

通过在纤维载体上分散纳米级颗粒，与未承载的纳米级颗粒相比，颗粒比较容易处理且比较容易与烟草短切填料结合。通过本发明的方法，可在将烟草短切填料掺入到香烟内之前和/或之中，结合纳米级颗

粒与烟草短切填料。纤维载体可充当分离剂，所述分离剂在短切填料的燃烧过程中抑制颗粒一起积聚或烧结。颗粒烧结会不利地延长燃烧区，这可导致过量的 CO 和 NO_x 产生。纤维载体最小化颗粒烧结，并因此最小化燃烧区的延长和活性表面积的损失。

为了最大化催化可获得的纳米级颗粒的表面积量，优选小于单层纳米级颗粒沉积在纤维载体以内和/或其上。例如，催化剂可包括约 0.1 - 50wt% 承载在纤维载体上的纳米级颗粒。通过调节纳米级颗粒在纤维载体上的负载，可调节催化剂/氧化剂的活性。通过沉积小于单层的纳米级颗粒，相邻的纳米级颗粒将不那么可能地烧结在一起。

催化活性的纳米级颗粒与催化活性的纤维载体的协同组合可产生更有效的催化剂。因此，布置在纤维载体上的纳米级颗粒有利地使得可使用小量的催化剂催化例如 CO 氧化成 CO₂ 和/或 NO_x 还原成 N₂。

根据优选的方法，纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒，例如纳米级一氧化铜和/或纳米级氧化铁颗粒可分散在液体中并与纤维载体紧密接触，干燥所述纤维载体，在纤维载体以内或者其上产生纳米级颗粒的紧密分散体。

根据另一优选方法，可在加热与金属前体化合物接触的纤维载体时就地形成纳米级颗粒。例如，金属前体，如二酮化铜可溶解在溶剂如醇内，并与纤维载体接触。浸渍的载体可加热到相对低温，例如 200 - 400°C，其中金属前体的热分解导致在纤维载体以内或者其上形成并沉积纳米级金属或金属氧化物颗粒。

纳米级金属氧化物颗粒的实例是氧化铁颗粒。例如，MACH I, Inc., King of Prussia, PA 以商品名 NANOCAT Superfine Iron Oxide (SFIO) 和 NANOCAT Magnetic Iron Oxide 销售 Fe₂O₃ 纳米级颗粒。NANOCAT Superfine Iron Oxide 是自由流动的粉末形式的无定形氧化铁，其粒度为约 3nm，比表面积为约 250m²/g，和堆积密度为约 0.05g/ml。通过气相法合成 NANOCAT Superfine Iron Oxide (SFIO)，该方法使得它不含有可能存在于常规催化剂内的杂质，且适合于在食品、药物和化妆品中使用。NANOCAT Magnetic Iron Oxide 是一种自

由流动粉末，其粒度为约 25nm 和比表面积为约 $40\text{m}^2/\text{g}$ 。

纤维载体可包括耐火碳化物和氧化物的混合物，其中包括这种纤维材料的无定形和结晶形式。可用作纤维载体的例举的一组陶瓷材料包括煅制石英和煅制氧化硅。煅制石英和煅制氧化硅是超纯的单组分玻璃。煅制石英和煅制氧化硅二者对大多数物质呈惰性。使用粉化石英晶体作为原料制造煅制石英，和它通常透明，而煅制氧化硅产品通常由高纯硅砂生产。在这两种情况下，在高温(超过 2000EC)下，使用任何合适的加热技术，例如以电为功率的电路或火焰熔融工艺进行熔融工艺。

用作纤维载体的纤维的比表面积优选较低，典型地小于约 $200\text{m}^2/\text{g}$ ，但大于约 $0.001\text{m}^2/\text{g}$ ，优选介于约 $0.1 - 200\text{m}^2/\text{g}$ 。纤维的长度优选大于约 1cm，例如大于约 2.5cm，但典型地小于约 25cm。优选地，纤维不是象布料一样的织造纤维，相反，是象非织造垫或地毯一样随机地捻合。优选地，纤维是催化活性纤维。

可使用分子有机分解(MOD)制备纳米级颗粒。MOD方法以溶解在合适溶剂内的含所需金属元素的金属前体为原料。例如，该方法可牵涉带有一个或多个金属原子的单一金属前体，或者该方法可牵涉在溶液内结合以形成溶液混合物的多种单一金属前体。如上所述，可使用MOD，制备纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒，之后将该颗粒加入到纤维载体中，或者通过使纤维载体与金属前体溶液接触并热分解该金属前体，得到纳米级颗粒，从而就地制备纳米级颗粒。

金属前体的分解温度是配体基本上从金属原子中解离(或者挥发)时的温度。在这一工艺过程中，在配体和金属原子之间的化学键断裂，结果配体挥发或者从金属中分离。优选所有配体分解。然而，纳米级颗粒也可含有从存在于金属前体和/或溶剂内的有机或无机组分的部分分解而获得的碳。

在MOD处理中使用的金属前体优选高纯、无毒且容易处理和储存(具有长的储存寿命)。所需的物理性能包括在溶剂体系内的溶解度，与多组分合成用的其它前体的相容性，和低温处理时的粘度。

可由单一金属(同质金属)前体的混合物或者由其中一种或多种金属元素化学缔合的单一来源的混合金属(异质金属)前体分子获得多组分纳米级颗粒。所得颗粒的所需化学计量量可与金属前体溶液的化学计量量相匹配。

在制备多组分纳米级颗粒中,使用不同的单一金属前体的优点是,设计前体流变学以及产品化学计量量的灵活性。另一方面,异质金属前体可提供到达其中单一金属前体具有非所需溶解度、挥发性或相容性的金属体系的通路。

可借助路易斯酸碱反应或者取代反应,通过混合金属醇盐和/或其它金属前体,例如乙酸盐、 β -二酮酸盐或硝酸盐获得混合金属物种。然而,由于通过热动力学控制组合反应,因此,一旦分离的异质化合物的化学计量量可能没有反映在由其制备的混合物内的组成比。另一方面,可结合大多数金属醇盐,产生与起始材料相比,常常更加可溶的异质金属物种。

制造催化剂的此处所述的本发明的一个方面是可获得纳米级颗粒的商业所需的化学计量量。例如,可通过选择第一金属原子对第二金属原子之比等于所需原子比的金属前体或金属前体的混合物来实现在纳米级颗粒内的所需原子比。

金属前体化合物优选是金属有机化合物,其具有键合到桥连原子(例如 N、O、P 或 S)上的中心主要基团,过渡金属、镧系或铜系金属或准金属原子,而所述桥连原子反过来键合到有机基团上。中心金属或准金属原子的实例包括,但不限于, B、C、Mg、Al、Si、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ge、Y、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Pd、Ag、Sn、Ce、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt 和 Au。这种金属化合物可包括醇盐、 β -二酮酸盐、羧酸盐、草酸盐、柠檬酸盐、氢化物、硫醇酸盐、酰胺、硝酸盐、碳酸盐、氰酸盐、硫酸盐、溴化物、氯化物及其水化物。金属前体也可以是所谓的有机金属化合物,其中中心金属原子键合到有机基团的一个或多个碳原子上。以下将讨论具有这些金属前体的加工方面。

合成纳米级氧化物的前体是具有预存在的金属-氧化学键的分子,例如金属醇盐 $M(OR)_n$ 或氧基醇盐 $MO(OR)_n$ (R =饱和或不饱和的有机基团,烷基或芳基)、 β -二酮酸盐、 $M(\beta\text{-二酮酸根})_n$ ($\beta\text{-二酮酸根}=\text{RCOCHCOR}'$) 和金属羧酸盐 $M(O_2CR)_n$ 。金属醇盐兼有良好的溶解度和挥发性且容易适合于 MOD 处理。然而,一般来说,这些化合物是高度吸湿的且要求在惰性氛围下储存。与硅的醇盐相反,它为液体且是单体,而基于大多数金属的醇盐是固体。另一方面,金属醇盐键的高度反应性可使得这些金属前体材料可用作各种 heteroleptic 物种(即具有不同类配体的物种)的起始化合物,如 $M(OR)_{n-x}Z_x$ ($Z=\beta\text{-二酮酸根}$ 或 O_2CR)。

金属醇盐 $M(OR)_n$ 容易与许多分子的质子反应。这使得容易化学改性并因此通过使用有机羟基化合物,例如醇、硅烷醇 (R_3SiOH)、二元醇 $OH(CH_2)_nOH$ 、羧酸和羟基羧酸、羟基表面活性剂等来控制化学计量。

氟化醇盐 $M(OR_F)_n$ ($R_F=\text{CH}(\text{CF}_3)_2, \text{C}_6\text{F}_5, \dots$) 可容易溶于有机溶剂内且对水解不如非氟化醇盐那么敏感。这些材料可用作氟化物、氧化物或氟化物掺杂的氧化物,如 F-掺杂的氧化锡(它们可用作纳米级金属氧化物颗粒)的前体。

金属醇盐的改性降低水解所获得的 $M-OR$ 键的数量并因此降低水解敏感度。因此,可通过使用例如金属 β -二酮酸盐(例如,乙酰丙酮化物)或羧酸(例如乙酸)作为改性剂或者替代醇盐,从而就地控制溶液化学。

金属 β -二酮酸盐 $[M(\text{RCOCHCOR}')_n]_m$ 因其挥发性和高溶解度,因此是用于 MOD 处理的具有吸引力的前体。其挥发性主要受到 R 和 R' 基团的体积以及金属的性质控制,这些决定了在上式中表示的其解离度, m 。乙酰丙酮化物 ($R=R'=\text{CH}_3$) 因其可提供良好的产率,因此是有利的。

金属 β -二酮酸盐易于发生螯合行为,螯合行为可导致这些前体亲核性的下降。这些配体可充当表面封闭剂和聚合抑制剂。因此,在水解 $M(OR)_{n-x}(\beta\text{-二酮酸根})$ 之后可获得小的颗粒。乙酰丙酮例如可稳定纳米级胶体。因此,对于制备纳米级颗粒来说,优选金属 β -二酮酸盐

前体。

金属羧酸盐，例如乙酸盐 ($M(O_2CMe)_n$) 以水合物形式商购，可通过与乙酸酐一起或与 2-甲氧基乙醇一起加热，使得该水合物无水。许多金属羧酸盐通常在有机溶剂内具有差的溶解度，这是因为羧酸盐配体大多数充当桥连的螯合配体，容易形成低聚物或聚合物。然而，2-乙基己酸盐 ($M(O_2CCH_2t_nBu)_n$) (它是具有最小碳原子数的羧酸盐) 通常可溶于大多数有机溶剂内。对于铝来说，可获得许多羧酸衍生物。纳米级铝-氧大分子和簇状体 (铝氧烷) 可用作纳米级颗粒。例如，可由便宜的材料三水铝石或勃姆石制备甲酸盐 $Al(O_2CH_3)(H_2O)$ 和羧酸根铝氧烷 $[AlO_x(OH)_y(O_2CR)_z]_n$ 。

在 MOD 处理中所使用的溶剂基于许多标准来选择，其中包括对金属前体化合物的高溶解度，对金属前体化合物的化学惰性，与所使用的沉积技术的流变学相容性 (例如，所需的粘度、润湿性和/或其它流变学调节剂的相容性)，沸点，蒸汽压和汽化速度，和经济因素 (例如成本、回收率、毒性等)。

可在 MOD 处理中使用的溶剂包括蒸馏水、戊烷、己烷、芳烃、环己烷、二甲苯、乙酸乙酯、甲苯、苯、四氢呋喃、丙酮、二硫化碳、二氯苯、硝基苯、吡啶、甲醇、乙醇、丁醇、醛类，酮类，氯仿、溶剂油及其混合物。

纳米级金属颗粒可通过本领域已知的方法，如离子交换、浸渍、或者物理混合，掺入到纤维载体内。例如，纳米级颗粒和/或金属前体可悬浮或溶解在液体内，和纤维载体可与具有分散颗粒和/或溶解的金属前体的液体接触、混合或喷洒。可在涂布步骤之中或之后干燥和/或热处理纤维载体。

根据第一个实施方案，可结合纳米级颗粒的液体分散体和纤维载体。纳米级颗粒可悬浮或溶解在液体内，和纤维载体可与具有分散颗粒的液体混合或者用其喷洒。可例如通过在比液体的沸点高的温度下，加热纤维载体，或者通过降低纤维载体周围的大气的压力，以便颗粒保留在载体上，从而基本上从纤维载体中除去液体。形成纳米级颗粒

的分散体所使用的液体可包括蒸馏水、戊烷、己烷、芳烃、环己烷、二甲苯、乙酸乙酯、甲苯、苯、四氢呋喃、丙酮、二硫化碳、二氯苯、硝基苯、吡啶、甲醇、乙醇、丁醇、醛类，酮类，氯仿、溶剂油及其混合物。

一般来说，可以以任何合适的比例结合纳米级颗粒和纤维载体，以便在载体上得到所需的金属颗粒负载。例如，纳米级氧化铁颗粒或一氧化铜颗粒可与陶瓷纤维结合，产生约 0.1% - 50% wt%，例如 10wt% 或 20wt% 在陶瓷纤维上的氧化铁或一氧化铜的纳米级颗粒。

作为实例，使用超声在蒸馏水内分散 5% NANOCAT 氧化铁颗粒的混合物。将该分散体喷洒在 200mg 在涂布步骤过程中加热到约 50EC 的石英棉载体上，然后在空气中干燥，得到在石英棉上含 100mg 纳米级氧化铁的催化剂。图 1 示出了所得催化剂的 SEM 图像。将该催化剂在 500ml/min 的流速下掺入到在连续抽吸条件下吸烟的实验香烟的短切填料内。使用多气体分析仪测量 CO 和 NO。比较通过实验香烟抽吸的 CO 和 NO 量与通过不含催化剂的对照香烟抽吸的量。表 1 的数据说明通过使用纳米级颗粒/石英棉催化剂获得的改进。

表 1. 使用 NANOCAT/石英棉催化剂时 CO 和 NO 的下降

	CO (mg)	NO (mg)
对照	23.7	0.233
实验	10.5	0.167
下降 (%)	55.7	28.3

根据第二个实施方案，可在纤维载体上借助金属前体化合物的热分解就地形成纳米级颗粒。合适的金属或金属氧化物纳米级颗粒的前体化合物是在相对低温下热分解的那些，例如以上所述的那些。金属前体在溶剂内的浓度范围通常为约 0.001mol (M) - 10M，优选约 0.1 - 1M。金属前体溶液和纤维载体可在接近环境温度下，例如通过喷洒或者浸涂或者在升高的温度下，例如通过回流结合。混合温度范围典型地为接近室温，例如 23EC 到约 50EC。优选在环境压力下进行混合。

在使纤维与含金属前体的溶液接触之后，可在空气中，在温度范围为约 23EC 到低于金属前体的分解温度的温度下，典型地介于 23EC 和 100EC 之间的温度下干燥纤维载体。根据一个优选的实施方案，可加热干燥的前体纤维载体（例如高于 100EC），使金属前体分解并形成在纤维载体上含纳米级颗粒的催化剂材料。根据另一实施方案，干燥的前体纤维载体可与短切填料结合。

可通过热处理金属前体到高于其分解温度，使金属前体分解，形成在纤维载体以内或者其上分散的纳米级颗粒。热处理引起金属前体分解，使构成的金属原子分解，于是金属原子可结合形成纳米级金属或金属氧化物颗粒。在金属前体包括大于一种金属元素的情况下，纳米级颗粒可具有约等于金属前体溶液内金属的化学计量比例的原子比。

可在各种氛围内进行热处理。例如，纤维载体可与金属前体溶液接触，和可在氧化氛围存在下加热接触的载体，然后在基本上不存在氧化氛围下加热，形成纳米级金属氧化物颗粒。氧化氛围可包括空气或氧气。或者，纤维载体可与金属前体溶液接触，和可在惰性或者还原氛围下加热接触的载体，形成纳米级金属颗粒。还原氛围可包括氢气、氮气、氨气、二氧化碳及其混合物。优选的还原氛围是氢气-氮气混合物（例如形成 (forming) 气体）。

优选加热与金属前体接触的载体到等于或大于金属前体分解温度的温度。优选的加热温度将取决于所使用的特定配体以及取决于金属和将要保留的任何其它所需基团的分解温度。然而，优选温度为约 200EC - 400EC，例如 300EC 或 350EC。均匀分散的金属前体的热分解优选导致在纤维载体表面以内和/或其上均匀沉积纳米级颗粒。

作为例举，通过均匀混合石英棉与 0.5M 戊二酮化铜在醇内的溶液到早期润湿点，从而在石英棉上形成纳米级一氧化铜颗粒。在室温下干燥载体过夜，然后在空气中加热到 400EC，形成用石英棉涂布或者与石英棉混合的含纳米级一氧化铜颗粒的催化剂材料。

一般来说，可以以任何合适的比例结合金属前体和纤维载体，得

到在载体上的所需金属颗粒负载。例如，草酸铁或戊二酮化铜可与石英棉结合，产生约 0.1% - 50wt%，例如 10wt%或 20wt%氧化铁、羟基氧化铁或一氧化铜在石英棉上的纳米级颗粒。

纤维载体可包括任何热稳定/耐火材料，当在其表面上加热金属前体转化成金属时的温度下，所述材料没有完全熔融、气化或者没有变为不能承载纳米级颗粒。

在 CO 转化成 CO₂ 的过程中，氧化物纳米级颗粒可被还原。例如，在 CO 反应成 CO₂ 的过程中，纳米级 Fe₂O₃ 颗粒可被还原成 Fe₃O₄、FeO 或 Fe。纤维载体有利地充当纳米级颗粒之间的间隔剂且防止它们在一起烧结，烧结将导致表面积和催化活性的损失。

氧化铁是催化剂中的优选成分，这是因为它可具有双重功能，在氧气存在下，充当 CO 催化剂，和在不存在氧气时充当 CO 和/或 NO 的氧化剂以供直接氧化 CO 和/或还原 NO。也可用作氧化剂的催化剂特别地用于一些应用，例如在其中氧气的分压可能非常低的燃烧香烟内。

图 2 示出了平均粒度为约 3nm 的 Fe₂O₃ 纳米级颗粒 (50mg 样品) (获自 MACH I, Inc., King of Prussia, PA 的 NANOCAT Superfine Iron Oxide (SFIO)) (曲线 A) 和平均粒度为约 5 微米的 Fe₂O₃ 粉末 (获自 Aldrich Chemical Company) (曲线 B) 之间的比较。气体 (3.4%CO、20.6%O₂、余量 He) 流速为 1000ml/min，和加热速度为 12K/min。与较大的 Fe₂O₃ 颗粒相比，Fe₂O₃ 纳米级颗粒显示出将一氧化铜转化成二氧化碳的高得多的转化率百分数。

如上所述，Fe₂O₃ 纳米级颗粒能充当氧化剂以供一氧化碳转化成二氧化碳和充当催化剂以供一氧化碳转化成二氧化碳和/或氮氧化物转化成氮气。例如，Fe₂O₃ 纳米级颗粒可充当热解区内的催化剂和可充当燃烧区内的氧化剂。

纳米级氧化铁颗粒可充当催化剂，用以根据方程式 $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$ ，将 CO 转化成 CO₂ 和用以根据方程式 $CO + 2NO \rightarrow N_2 + CO_2$ ，将 NO 转化成 N₂。纳米级氧化铁颗粒可充当氧化剂，用以根据方程式 $CO + Fe_2O_3 \rightarrow CO_2 + 2FeO$ 将 CO 转化成 CO₂。

为了阐述纳米级金属氧化物的有效性，图 3 示出了在石英管反应器内使用 50mgCuO 颗粒和 50mgFe₂O₃ 纳米级颗粒作为催化剂，对于 CuO (曲线 A) 和 Fe₂O₃ (曲线 B) 纳米级颗粒来说，转化速度与温度的相关性的比较。气体 (3.4%CO、20.6%O₂、余量 He) 流速为 1000ml/min，和加热速度为 12.4K/min。尽管 CuO 纳米级颗粒在较低温度下具有较高的转化速度，但在较高的温度下，CuO 和 Fe₂O₃ 具有相当的转化速度。

表 2 示出了当使用 CuO 和 Fe₂O₃ 纳米级颗粒时，一氧化碳转化成二氧化碳，和氧气消耗的百分数的比较。

表 2. CuO 和 Fe₂O₃ 纳米级颗粒之间的比较

纳米级颗粒	CO/CO ₂	O ₂ 消耗 (%)
无	0.51	48
CuO	0.29	67
Fe ₂ O ₃	0.23	100

在不存在纳米级颗粒时，一氧化碳对二氧化碳之比为约 0.51，和氧气的消耗率为约 48%。在表 2 中的数据说明了通过使用纳米级颗粒获得的改进。对于 CuO 和 Fe₂O₃ 纳米级颗粒来说，一氧化碳对二氧化碳之比分别下降 0.29 和 0.23。对于 CuO 和 Fe₂O₃ 纳米级颗粒来说，氧气消耗率分别增加到 67% 和 100%。

催化剂优选分布在香烟的烟草棒部分中。通过在整个烟草棒中提供催化剂，可降低通过香烟抽吸的一氧化碳和氮氧化物量，和尤其在燃烧区和在热解区内的一氧化碳和氮氧化物量。

可通过在烟草上分配催化剂或者将催化剂掺入到短切填料烟草内，沿着烟草棒的长度提供含承载在纤维载体上的纳米级颗粒的催化剂。也可将催化剂加入到将供应至制烟机中的短切填料烟草原料上或者加入到烟草棒上，之后绕香烟棒包裹卷烟纸。根据一个优选的实施方案，当使用以上所述的 MOD 处理就地形成纳米级颗粒时，可加热含金属前体溶液的纤维载体到足以使该金属前体热分解成纳米级颗粒的温度，之后将浸渍的载体加入到香烟中。

可选择催化剂的用量，以便在香烟的吸烟过程中，降低主流烟雾内的一氧化碳和/或氮氧化物的含量。优选地，催化剂的用量为催化活性量，例如约数毫克，例如 5mg/根香烟到约 200mg/根香烟。

一个实施方案提供短切填料组合物，它包括烟草和以上所述的至少一种催化剂，所述催化剂能将一氧化碳转化成二氧化碳和/或将氮氧化物转化成氮气，其中催化剂为承载在纤维载体上的纳米级金属颗粒和/或纳米级金属氧化物颗粒形式。

任何合适的烟草混合物可用于短切填料中，烟草材料的合适类型的实例包括烟道处理的、Burley、Maryland 或 Oriental 烟草、稀有或专用烟草及其共混物。可以以烟草薄片、处理过的烟草材料，如体积膨胀的或 puffed 烟草、处理过的烟草茎，如切辊或 cut-puffed 茎，回用烟草材料或其共混物形式提供烟草材料。烟草也可包括烟草替代物。

在香烟制造中，烟草通常以短切填料形式，即以切割成宽度范围为约 1/10 英寸 - 约 1/20 英寸或者甚至 1/40 英寸的碎条或绳股形式使用。绳股的长度范围可介于约 0.25 英寸 - 约 3.0 英寸。香烟可进一步包括本领域已知的一种或多种调味剂或其它添加剂（例如燃烧添加剂、燃烧改性剂、着色剂、粘合剂等）。

另一实施方案提供含烟草棒的香烟，其中该烟草棒包括具有如上所述的至少一种催化剂的烟草短切填料，该催化剂能将一氧化碳转化成二氧化碳和/或将氮氧化物转化成氮气。催化剂除了位于烟草短切填料内以外，还可位于卷烟纸和/或香烟的过滤嘴内。

进一步的实施方案提供制造香烟的方法，该方法包括 (i) 添加催化剂到烟草短切填料、卷烟纸和/或香烟过滤嘴中；(ii) 提供短切填料到制烟机中，形成烟草柱；(iii) 将纸包装机绕烟草柱放置，形成烟草棒；和 (iv) 任意的将香烟过滤嘴连接到烟草柱上，形成香烟。

香烟制造的技术是本领域已知的。可使用任何常规或改性的制烟技术掺入催化剂。可使用标准或改性的制烟技术和设备，将所得香烟制成任何已知的规格。典型地，短切填料组合物任选地与其它香烟添

加剂结合，并提供给制烟机，以产生烟草棒，然后在卷烟纸内包裹，并任选地在尖头装上过滤嘴。

香烟长度可以是约 50mm - 约 120mm。一般来说，规格的香烟为约 70mm 长，“King Size”为约 85mm 长，“Super King Size”为约 100mm 长，和“Long”为约 120mm 长。周长为约 15mm - 约 30mm，和优选约 25mm。烟草的堆积密度范围地介于约 $100\text{mg}/\text{cm}^3$ - 约 $300\text{mg}/\text{cm}^3$ ，和优选 $150\text{mg}/\text{cm}^3$ - 约 $275\text{mg}/\text{cm}^3$ 。

再一实施方案提供使以上所述的香烟吸烟的方法，其牵涉使香烟点火形成烟雾，并通过香烟抽吸烟雾，其中在香烟的吸烟过程中，催化剂充当将一氧化碳转化成二氧化碳和/或氮氧化物转化成氮气的催化剂。

尽管参考优选的实施方案描述了本发明，但要理解，对于领域的技术人员来说，作出各种改性和改变是显而易见的。这种改变和改性被视为在所附权利要求定义的本发明的精神和范围内。

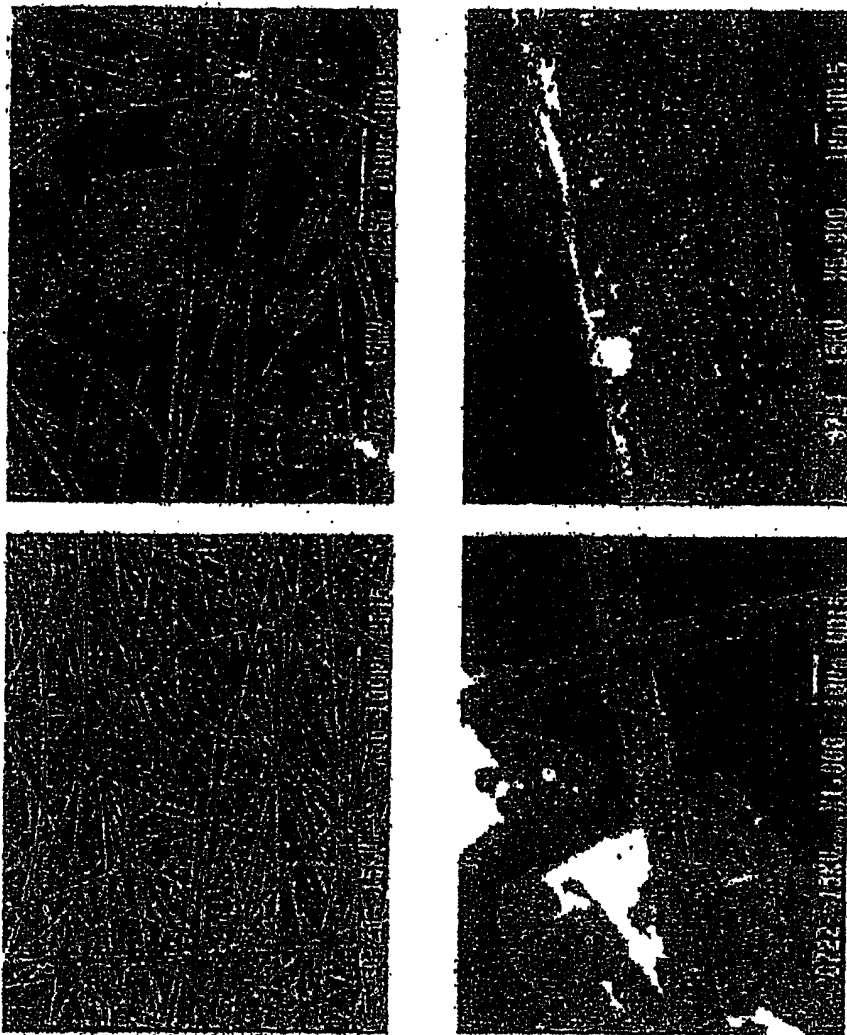


图1

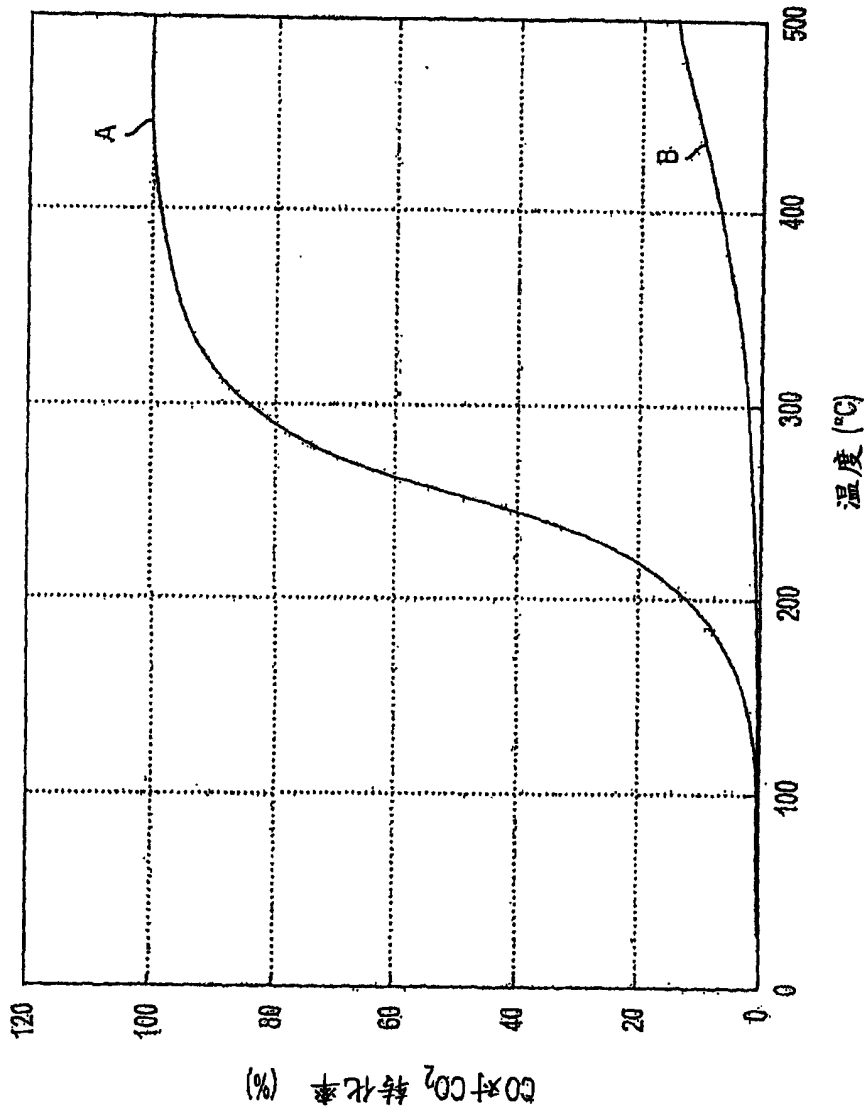


图2

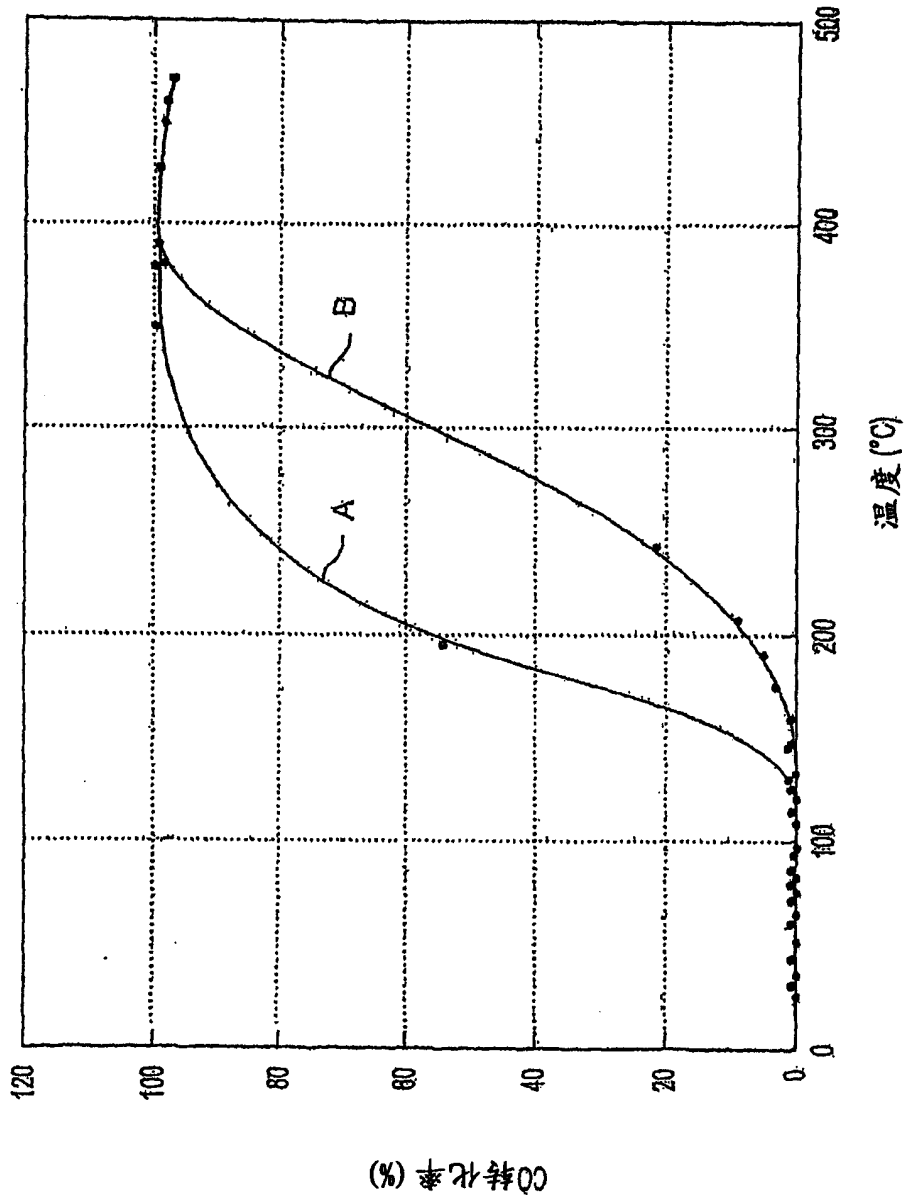


图3