



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101952210 B

(45) 授权公告日 2013.05.29

(21) 申请号 200880127422.8

(22) 申请日 2008.12.15

(30) 优先权数据

61/017,994 2007.12.31 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010.08.24

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/086766 2008.12.15

(87) PCT申请的公布数据

W02009/088647 EN 2009.07.16

(73) 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 布雷德利·W·伊顿

迈克尔·R·贝里甘

威廉·J·费伊三世

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

代理人 张爽 樊卫民

(51) Int. Cl.

G02F 3/10 (2006.01)

B01D 39/00 (2006.01)

审查员 王芳

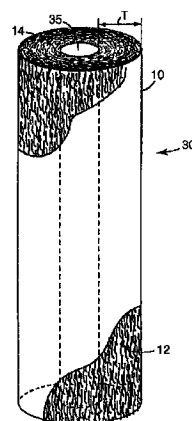
权利要求书4页 说明书29页 附图5页

(54) 发明名称

流体过滤制品及其制造和使用方法

(57) 摘要

本发明提供了包括复合非织造纤维网的流体过滤制品以及制造此类制品和将此类制品用作气体或液体过滤元件的方法。所述制品包括具有至少1微米(μm)的群体中值直径、并形成成为第一层的粗微纤维的群体以及具有小于 $10\mu\text{m}$ 的群体中值直径、并形成成为第二层的细旦纤维的群体,第二层邻接第一层。可以定向纤维群体中的至少一个。在一个具体实施中,粗微纤维和细旦纤维是聚合物型的,粗微纤维具有至少 $10\mu\text{m}$ 的群体中值直径,细旦纤维具有小于 $10\mu\text{m}$ 的群体中值直径。在另一个实施例中,细旦纤维的群体具有小于 $1\mu\text{m}$ 的群体中值直径。任选地,第一层和第二层中的一层或两层可以包括颗粒。



1. 一种流体过滤介质,其包括:
微纤维的群体,所述微纤维的群体具有至少 $1\text{ }\mu\text{m}$ 的群体中值直径,并形成成为第一层;
以及
亚微米纤维的群体,所述亚微米纤维的群体具有小于 $1\text{ }\mu\text{m}$ 的群体中值直径,并形成成为第二层,所述第二层与所述第一层邻接,
其中定向所述纤维群体中的至少一个。
2. 根据权利要求 1 所述的流体过滤介质,其中所述微纤维的群体具有范围从 $2\text{ }\mu\text{m}$ 至 $100\text{ }\mu\text{m}$ 的群体中值纤维直径。
3. 根据权利要求 1 所述的流体过滤介质,其中所述亚微米纤维的群体具有范围从 $0.2\text{ }\mu\text{m}$ 至 $0.9\text{ }\mu\text{m}$ 的群体中值纤维直径。
4. 根据权利要求 1 所述的流体过滤介质,其中所述亚微米纤维的群体和所述微纤维的群体中的至少一个包括聚合物纤维。
5. 根据权利要求 4 所述的流体过滤介质,其中所述聚合物纤维包含聚丙烯、聚乙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚酰胺、聚氨酯、聚丁烯、聚乳酸、聚乙烯醇、聚苯硫醚、聚砜、流体结晶聚合物、聚乙烯-醋酸乙烯酯共聚物、聚丙烯腈、环状聚烯烃、聚甲醛、聚烯烃热塑性弹性体或其组合。
6. 根据权利要求 4 所述的流体过滤介质,其中所述聚合物纤维包括聚烯烃纤维。
7. 根据权利要求 1 所述的流体过滤介质,其中所述第一层覆盖所述第二层。
8. 根据权利要求 7 所述的流体过滤介质,其中所述第二层是起褶的。
9. 根据权利要求 1 所述的流体过滤介质,其进一步包括多孔支承层。
10. 根据权利要求 9 所述的流体过滤介质,其中所述多孔支承层邻接所述第二层,并与所述第一层相对。
11. 根据权利要求 9 所述的流体过滤介质,其中所述多孔支承层邻接所述第一层,并与所述第二层相对。
12. 根据权利要求 9 所述的流体过滤介质,其中所述多孔支承层包括非织造织物、织造织物、针织织物、泡沫层、筛网、多孔膜、穿孔膜、长丝阵列或其组合。
13. 根据权利要求 9 所述的流体过滤介质,其中所述多孔支承层包括热塑性网片。
14. 根据权利要求 9 所述的流体过滤介质,其中所述多孔支承层包括粘合的短纤维网,进一步地,其中所述多孔支承层利用热粘合、粘合剂粘合、粉状粘合剂、水缠绕、针刺法、压延法或其组合来粘合。
15. 根据权利要求 9 所述的流体过滤介质,其中所述多孔支承层包括微纤维。
16. 根据权利要求 15 所述的流体过滤介质,其中形成所述多孔支承层的所述微纤维与形成所述第一层的所述微纤维的群体在组分上相同。
17. 根据权利要求 1 所述的流体过滤介质,其中所述第一层和所述第二层中的至少一个还包括多个颗粒。
18. 根据权利要求 17 所述的流体过滤介质,其中所述多个颗粒选自吸收剂、吸附剂、阴离子交换树脂、阳离子交换树脂或其组合。
19. 根据权利要求 18 所述的流体过滤介质,其中所述吸附剂是分子筛。
20. 根据权利要求 17 所述的流体过滤介质,其中所述第一层和所述第二层中的至少一

个呈现出纤维群体中值直径的梯度、颗粒群体平均直径的梯度、颗粒浓度的梯度或其组合。

21. 根据权利要求 1 所述的流体过滤介质,其中所述第一层和所述第二层被布置成多边形叠堆、叠堆的圆盘或圆柱体卷绕叠堆的形式。

22. 根据权利要求 9 所述的流体过滤介质,其中所述第一层和所述第二层在所述多孔支承层上布置为叠堆,进一步地,其中所述第一层邻接所述多孔支承层。

23. 根据权利要求 1 所述的流体过滤介质,其中所述第一层和所述第二层被卷绕成具有中空芯的三维几何形的形状,其中所述第二层形成与所述中空芯相邻的内层,且所述第一层形成远离所述中空芯的外层。

24. 根据权利要求 23 所述的流体过滤介质,其中所述三维几何形的形状选自圆柱体、圆盘、椭圆盘或多边形盘。

25. 根据权利要求 23 所述的流体过滤介质,其还包括设置在所述中空芯内的网片。

26. 一种使用权利要求 23 所述的流体过滤介质的方法,该方法包括使渗透流体穿过所述流体过滤介质,其中所述渗透流体在穿过所述第二层之前穿过所述第一层。

27. 一种使用权利要求 23 所述的流体过滤介质的方法,该方法包括使渗透流体穿过所述流体过滤介质,其中所述渗透流体在穿过所述第一层之前穿过所述第二层。

28. 一种使用权利要求 1 所述的流体过滤介质的方法,该方法包括使渗透流体穿过所述流体过滤介质,其中所述渗透流体在穿过所述第二层之前穿过所述第一层。

29. 一种使用权利要求 1 所述的流体过滤介质的方法,该方法包括使渗透流体穿过所述流体过滤介质,其中所述第二层是起褶的,并且其中所述渗透流体在穿过所述第一层之前穿过所述第二层。

30. 一种制造流体过滤介质的方法,该方法包括:

a. 形成第一层,所述第一层包括具有至少 $1\mu\text{m}$ 的群体中值纤维直径的微纤维的群体;以及

b. 形成压印到所述第一层上的第二层,所述第二层包括具有小于 $1\mu\text{m}$ 的群体中值纤维直径的亚微米纤维的群体,

其中,定向所述纤维群体中的至少一个。

31. 根据权利要求 30 所述的方法,该方法还包括在所述第一层和所述第二层之间形成区域,其中所述微纤维的群体的至少一部分与所述亚微米纤维的群体的至少一部分混合。

32. 根据权利要求 30 所述的方法,其中所述第二层覆盖在所述第一层上。

33. 根据权利要求 30 所述的方法,该方法还包括增加多孔支承层,所述多孔支承层邻接所述第二层,并与所述第一层相对。

34. 根据权利要求 33 所述的方法,其中所述多孔支承层包括粘合的短纤维的网,其中所述多孔支承层利用热粘合、粘合剂粘合、粉状粘合剂、水缠绕、针刺法、压延法或其组合来粘合。

35. 根据权利要求 33 所述的方法,其中所述多孔支承层包括微纤维。

36. 根据权利要求 35 所述的方法,其中形成所述多孔支承层的所述微纤维与形成所述第一层的所述微纤维的群体在组分上相同。

37. 根据权利要求 30 所述的方法,其中所述第一层和所述第二层中的至少一个还包括吸收剂、吸附剂、阴离子交换树脂、阳离子交换树脂或其组合。

38. 根据权利要求 37 所述的方法,其中所述吸附剂是活性炭或分子筛。

39. 根据权利要求 30 所述的方法,其中所述第一层和所述第二层被卷绕成具有中空芯的三维几何形的形状,其中所述第二层形成与所述中空芯相邻的内层,和所述第一层形成远离所述中空芯的外层。

40. 根据权利要求 30 所述的方法,其中形成具有小于 $1\mu\text{m}$ 的中值纤维直径的亚微米纤维的群体包括熔喷、熔体纺丝、静电纺丝、丛丝成形、气体射流原纤维成形或其组合。

41. 根据权利要求 30 所述的方法,其中形成具有至少 $1\mu\text{m}$ 的中值纤维直径的微纤维的群体包括熔喷、熔体纺丝、长丝挤制、丛丝成形或其组合。

42. 根据权利要求 30 所述的方法,其中结合所述亚微米和微纤维的步骤是混合纤维料流、水缠绕、湿法成形、丛丝成形或其组合。

43. 一种复合非织造纤维制品,其包括:

粗聚合物微纤维的群体,所述粗聚合物微纤维的群体具有至少 $1\mu\text{m}$ 的群体中值直径,并形成第一层;以及

细聚合物微纤维的群体,所述细聚合物微纤维的群体具有小于 $10\mu\text{m}$ 的群体中值直径,并形成邻接所述第一层的第二层,

其中定向所述纤维群体中的至少一个。

44. 根据权利要求 43 所述的制品,其中所述细微纤维的群体包括具有小于 $1\mu\text{m}$ 的群体中值直径的亚微米纤维的群体。

45. 根据权利要求 43 所述的制品,其中所述第一层还包括多个颗粒。

46. 根据权利要求 45 所述的制品,其中所述多个颗粒选自吸收剂、吸附剂、阴离子交换树脂、阳离子交换树脂或其组合。

47. 根据权利要求 46 所述的制品,其中所述吸附剂是活性炭或分子筛。

48. 根据权利要求 45 所述的制品,其中所述多个颗粒包括具有小于 $1\mu\text{m}$ 的群体中值直径的颗粒的群体。

49. 根据权利要求 45 所述的制品,其中所述多个颗粒包括具有至少 $1\mu\text{m}$ 的群体中值直径的颗粒的群体。

50. 根据权利要求 43 所述的制品,其中所述第二层覆盖所述第一层。

51. 根据权利要求 50 所述的制品,其中所述第二层是起褶的。

52. 根据权利要求 43 所述的制品,其还包括多孔支承层。

53. 根据权利要求 52 所述的制品,其中所述多孔支承层邻接所述第二层,并与所述第一层相对。

54. 根据权利要求 52 所述的制品,其中所述多孔支承层邻接所述第一层,并与所述第二层相对。

55. 根据权利要求 52 所述的制品,其中所述第一层和所述第二层被卷绕成具有中空芯的三维几何形的形状,其中所述第二层形成与所述中空芯相邻的内层,且所述第一层形成远离所述中空芯的外层。

56. 根据权利要求 55 所述的制品,该制品还包括设置在所述中空芯内的网片,其接触所述第二层的至少一部分。

57. 一种制造根据权利要求 43 所述的制品的方法,该方法包括:

a. 形成所述第一层,所述第一层包括具有至少 $1\mu\text{m}$ 的群体中值纤维直径的粗聚合物微纤维的群体;

b. 形成所述第二层,所述第二层包括具有小于 $10\mu\text{m}$ 的群体中值纤维直径的细聚合物微纤维的群体;

c. 定向所述第一层和所述第二层中的一层或两层;以及

d. 任选将所述第一层结合到所述第二层。

58. 一种使用权利要求 43 所述的制品的方法,该方法包括使渗透流体穿过所述第一层和所述第二层,其中所述渗透流体在穿过所述第二层之前穿过所述第一层。

59. 一种流体过滤制品,其包括:

微纤维的群体,所述微纤维的群体具有至少 $1\mu\text{m}$ 的群体中值直径,并形成第一层;

超细微纤维的群体,所述超细微纤维的群体具有小于 $2\mu\text{m}$ 的群体中值直径,并形成邻接所述第一层的第二层;

流体可渗透外壳,所述流体可渗透外壳包围所述第一层和第二层,其中所述外壳包括与所述第一层流体连通的至少一个流体入口以及与所述第二层流体连通的至少一个流体出口。

60. 根据权利要求 59 所述的流体过滤制品,其中所述超细微纤维的群体具有小于 $1\mu\text{m}$ 的群体中值直径。

61. 根据权利要求 59 所述的流体过滤制品,其中所述流体是液体。

流体过滤制品及其制造和使用方法

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请要求于 2007 年 12 月 31 日提交的美国临时专利申请 No. 61/017,994 的优先权,该专利的公开内容全文以引用方式并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及流体过滤制品及制造和使用此类制品的方法。本发明进一步涉及复合非织造纤维网,所述复合非织造纤维网包括可用于流体过滤制品的细旦纤维,例如亚微米纤维和微纤维。

背景技术

[0004] 市售了许多类型的流体过滤系统(如,例如用于家庭饮水过滤和呼吸器的过滤系统)。非织造纤维网在很多情况下用作此类流体过滤系统中的过滤介质。此类非织造纤维网可以包括两种或更多种类型的纤维,例如,两种不同的微纤维群体,其各自具有不同的平均直径,以便该非织造纤维网可以过滤宽的尺寸范围的粒子。一般而言,不同的纤维群体在单层网内混合。

[0005] 可用作过滤介质的多层非织造纤维网的一个实例在美国专利申请公布 No. US 2004/0035095(Healey) 中有所描述。多层非织造纤维网的另一个实例由所谓的 SMS(纺粘-熔喷-纺粘)网提供,所述 SMS(纺粘-熔喷-纺粘)网包括纺粘纤维层、熔喷微纤维层以及另一个纺粘纤维层。在一些可用作过滤介质的非织造纤维网中,已发现,将诸如活性炭的吸附剂颗粒在该网内混合是有利的。

发明内容

[0006] 现在正需要提供小型的流体过滤系统,例如,家庭使用的水过滤系统。在加工以形成流体过滤制品期间,还希望将可用作过滤介质的非织造纤维网的劣化或对其损害降到最低。还需要提供流体过滤制品,在没有增加整个水过滤系统内的压降的情况下,所述流体过滤制品具有高度装填的活性颗粒,例如吸收剂和/或吸附剂颗粒。还希望提供颗粒装填的非织造纤维网,所述非织造纤维网有效地将颗粒保留在纤维基质内,从而防止粒子释放进渗透流体中。此外,一直需要提供具有提高的使用寿命和过滤效率的流体过滤制品。

[0007] 在一个方面,本发明涉及复合非织造纤维网形式的制品,所述复合非织造纤维网包括粗微纤维的群体,其具有至少 1 微米(μm)的群体中值直径、形成为第一层;以及细旦纤维的群体,其具有小于 $10\mu\text{m}$ 的群体中值直径,形成为第二层,该第二层邻接该第一层。可以定向纤维群体中的至少一个。

[0008] 在一个示例性实施例中,粗微纤维和细旦纤维是聚合物型的,粗微纤维群体具有至少 $1\mu\text{m}$ 的群体中值直径,并且细旦纤维群体具有小于 $10\mu\text{m}$ 的群体中值直径。在另一个示例性实施例中,细旦纤维的群体具有小于 $1\mu\text{m}$ 的群体中值直径。可以定向纤维群体中的至少一个。在某些实施例中,第一和第二层中的一层或两层包括多个颗粒。

[0009] 在另一个方面,本发明涉及一种包括复合非织造纤维网的流体过滤介质,所述复合非织造纤维网还包括微纤维的群体,其具有至少 $1\mu\text{m}$ 的中值直径,形成为第一层;以及亚微米纤维的群体,其具有小于 $1\mu\text{m}$ 的中值直径,形成为第二层,该第二层邻接该第一层。可以定向纤维群体中的至少一个。在某些示例性实施例中,至少第一层包括多个颗粒,该颗粒可以是吸附剂颗粒。

[0010] 在又一个方面,本发明涉及一种使用如上所述的流体过滤介质的方法,该方法包括使渗透流体穿过第一层和第二层,其中渗透流体在穿过第二层之前穿过第一层。在其他示例性实施例中,第二层是起褶的,并且渗透流体在穿过第一层之前穿过第二层。

[0011] 在又一个方面,本发明涉及一种制造包括复合非织造纤维网的流体过滤介质的方法,该方法包括:形成第一层,该第一层包括具有至少 $1\mu\text{m}$ 的群体纤维中值直径的粗聚合物微纤维的群体;形成第二层,该第二层包括具有小于 $10\mu\text{m}$ 的群体纤维中值直径的细聚合物微纤维的群体;定向第一层和第二层中的一层或两层;以及将该第一层结合到该第二层。在某些示例性实施例中,第一层和第二层中的一层或两层包括多个颗粒。

[0012] 在又一个方面,本发明涉及一种制造包括复合非织造纤维网的流体过滤介质的方法,该方法还包括:形成第一层,该第一层包括具有至少 $1\mu\text{m}$ 的中值纤维直径的微纤维的群体;以及形成压印到该第一层上的第二层,该第二层包括具有小于 $1\mu\text{m}$ 的中值纤维直径的亚微米纤维的群体,其中可以定向纤维群体中的至少一个。在某些示例性实施例中,至少该第一层包括多个颗粒,该颗粒可以是吸附剂颗粒。

[0013] 在又一个方面,本发明涉及一种流体过滤制品,该流体过滤制品包括:具有至少 $1\mu\text{m}$ 的群体中值直径的微纤维的群体,形成为第一层;亚微米纤维的群体,其具有小于 $1\mu\text{m}$ 的群体中值直径,形成为第二层,该第二层邻接该第一层;以及流体可渗透外壳,其环绕第一层和第二层,其中该外壳包括与该第一层流体连通的至少一个流体入口以及与该第二层流体连通的至少一个流体出口。在一些示例性实施例中,流体可以是液体,例如,水。在其他示例性实施例中,流体可以是气体,例如,空气。

[0014] 已经概述了本发明的示例性实施例的各个方面和优点。以上发明内容并非意图描述本发明的每个图示实施例或每种实施方式。附图和具体实施方式更具体地例证了使用本文所公开的原则的某些优选实施例。

附图说明

[0015] 参照附图进一步描述本发明的示例性实施例,其中:

[0016] 图 1A 是用于制备流体过滤介质的示例性多孔复合非织造纤维网的示意图;

[0017] 图 1B 是用于制备流体过滤介质的示例性多孔、装填粒子的复合非织造纤维网的示意图;

[0018] 图 2 是用于制备流体过滤介质的示例性多孔复合非织造纤维网叠堆的示意图;

[0019] 图 3 是用于示例性流体过滤制品的图 2 的示例性多孔复合非织造纤维网叠堆的示意图;

[0020] 图 4 是可用于示例性流体过滤制品的示例性圆柱状卷绕的多孔网叠堆的横截面;

[0021] 图 5 是根据图 4 的示例性圆柱状卷绕的多孔网叠堆的横截面端视图,其被构造用作流体过滤制品的一个示例性实施例;

[0022] 图 6 是根据图 4 的示例性圆柱状卷绕的多孔网叠堆的横截面端视图,其被构造用作流体过滤制品的另一个示例性实施例;

[0023] 图 7 是示出根据本发明的示例性流体过滤制品的取决于渗透体积的浊度的一个曲线图;

[0024] 图 8 是示出根据本发明的示例性流体过滤制品的取决于渗透体积的浊度的另一个曲线图;以及

[0025] 图 9 是示出根据本发明的示例性流体过滤制品的取决于渗透体积的浊度的另一个曲线图;

[0026] 图 10 是在根据本发明的示例性流体过滤制品内的层的扫描电子显微照片。

具体实施方式

[0027] 术语表

[0028] 如本文所用:

[0029] “微纤维”意指具有至少 1 微米 (μm) 的中值直径的纤维。

[0030] “粗微纤维”意指具有至少 $10\mu\text{m}$ 的中值直径的微纤维。

[0031] “细微纤维”意指具有小于 $10\mu\text{m}$ 的中值直径的微纤维。

[0032] “超细微纤维”意指具有 $2\mu\text{m}$ 或更小的中值直径的微纤维;

[0033] “亚微米纤维”意指具有小于 $1\mu\text{m}$ 的中值直径的纤维。

[0034] 当本文中提及一批、一组、一阵列等某一特定种类的微纤维时,例如,提及“一阵列亚微米纤维”时,其是指该阵列中微纤维的全体,或单批微纤维的全体,而不仅仅是指该阵列或该批中为亚微米尺寸的部分。

[0035] “连续定向的微纤维”指的是从模具涌出并通过处理工位移动的基本连续纤维,纤维在处理工位被永久拉伸且纤维内至少部分的聚合物分子被永久定向为与纤维的纵向轴线对齐(相对于纤维使用的“定向的”指的是至少部分的纤维聚合物分子沿着纤维的纵向轴线对齐)。

[0036] “熔喷纤维”意指通过将熔融的成纤材料挤压穿过模头中的孔口进入高速气体流而制备的纤维,在该气体流中,该挤出材料首先被拉细并然后固化成一团纤维。

[0037] “单独制备的微纤维”指的是由微纤维形成装置(如模具)制备的微纤维流,所述微纤维形成装置的布置方式使得微纤维流初始时与较大尺寸的微纤维流在空间上是分开的(例如,有约 1 英寸(25mm)或更大的距离),但将在行程中与之合并以及分散到其中。

[0038] “非织造网”意指以纤维缠结或点粘合为特征的纤维网。

[0039] 术语“自支承”是指网具有足够的抱合力和强度,以便可以在基本上不会被撕裂或破裂的情况下被悬挂和进行处理。

[0040] “网基重”由 $10\text{cm}\times 10\text{cm}$ 网样品的重量计算出。

[0041] “网厚度”是在施加 150Pa 的压力下、利用具有 $5\text{cm}\times 12.5\text{cm}$ 尺寸的测试脚的厚度检验计在 $10\text{cm}\times 10\text{cm}$ 的网样品上测量的。

[0042] “堆密度”是取自文献的每单位体积的组成网的本体聚合物或共混聚合物的质量。

[0043] “有效纤维直径”是基于空气渗透试验的纤维网中纤维的视直径,其中在空气在 1 个大气压和室温下以特定的厚度和面速度(通常 5.3 厘米/秒)穿过网样品,并测

量对应的压降。基于测量到的压降,有效纤维直径得以计算,如在 Davies, C. N. 的 The Separation of Airborne Dust and Particles (气载尘埃和粒子的分离) (Institution of Mechanical Engineers, London Proceedings, 1B(1952)) 中提出。

[0044] “分子相同的聚合物”指的是具有基本相同的重复分子单元的聚合物,但是其在分子量、制造方法、商业形式等方面可以不相同。

[0045] “熔喷”和“熔喷工艺”是指一种通过下列方式形成非织造网的方法:将成纤材料挤压穿过多个孔,以形成原丝,同时使原丝和空气或其他细化用流体接触,以便将原丝细化成纤维,此后收集细化的纤维层。

[0046] “将原丝细化为纤维”意指将一段原丝转变成长度更长且直径更小的一段。

[0047] “纺粘法”和“纺粘加工”是指一种通过下列方式形成非织造网的方法:将低粘度的熔体挤出穿过多个孔,以形成原丝,用空气或其他流体将原丝骤冷,从而至少使原丝的表面固化,将至少部分固化的原丝与空气或其他流体接触,以将原丝细化成纤维,收集细化纤维层,并对其任选进行压延。

[0048] “纺粘纤维”意指利用纺粘方法制得的纤维。这样的纤维一般是连续的且充分缠结或点粘合,因此,通常不能从一团这样的纤维中移除一根完整的纺粘纤维。

[0049] “模具”意指用于聚合物熔体加工和纤维挤制工艺的加工组件,所述工艺包括(但不限于)熔喷和纺粘工艺。

[0050] “粒子”和“颗粒”基本上可互换地使用。一般来讲,粒子或颗粒意指细分形式的材料的不同小块或单个部分。但是,颗粒还可以包括以细分形式结合或聚集在一起的单个粒子的聚集。从而,用于本发明的某些示例性实施例的单个颗粒可以成团、物理上互相配合、静电联合、或以别的方式联合以形成颗粒。在某些情形下,可以有意地形成单个粒子的团聚体形式的颗粒,例如在美国专利 No. 5,332,426 (Tang 等人) 中所描述的那些。

[0051] “装填粒子的熔喷介质”或“复合非织造纤维网”意指非织造网,其具有开放结构的缠块纤维,例如亚微米纤维以及可任选的微纤维,包含陷入纤维中的粒子,所述粒子可任选地是吸收剂和/或吸附剂。

[0052] “陷入”意指粒子分散并物理地固定在网的纤维中。一般来讲,沿纤维和粒子存在点和线接触,以使得粒子的几乎整个表面区域可用于与流体相互作用。

[0053] “自生粘合”意指在烘箱或者通风粘合器中,在未施加诸如点粘合或压延的固体接触压力的条件下获得的高温下的纤维间的粘合。

[0054] “压延”意指将诸如装填的聚合物吸收剂的网的产品穿过辊,以获得压缩材料的过程。辊可以可任选地被加热。

[0055] “致密化”表示一个过程,即,在沉积之前或之后,已经直接或间接沉积在过滤卷绕心轴或轴柄上的纤维被压缩,并且无论是通过设计还是作为一些处理形成或成型的过滤器的一些人工方法,使得纤维形成总体或局部较低孔隙度的区域。致密化还包括压延网的工艺。

[0056] “流体处理单元”、“流体过滤制品”或“流体过滤系统”意指包含流体过滤介质的制品,例如多孔复合非织造纤维网。这些制品通常包括用于流体过滤介质的过滤外壳以及用来使经处理的流体从该过滤外壳以适当方式穿出的出口。术语“流体过滤系统”还包括任何相关的将原始流体(例如,未经处理的气体或液体)从经处理的流体分离的方法。

[0057] “空隙体积”意指通过测量过滤器的重量和体积、然后将该过滤器重量与相同体积相同组成材料的固体块的理论重量相比较而算得的、多孔主体（例如，过滤器）内的未填充空间的百分比或分数值。

[0058] “孔隙度”意指材料中空隙空间的量度。小孔和空隙的尺寸、频率、数目和 / 或互相连接都有助于材料的孔隙度。

[0059] “层”意指形成在两个主表面之间的单层。层可以内部地存在于单网内，如，形成在单网中的多层内的单层具有限定该网厚度的第一和第二主表面。当具有限定第二网厚度的第一和第二主表面的第二网位于第一网之上或之下时，层（例如，具有限定第一网厚度的第一和第二主表面的第一网中的单层）还可以存在于包括多个网的复合制品中，在这种情况下，第一和第二网各自形成至少一层。另外，层可以同时存在于单网内以及该网和一个或多个其他网之间，各网形成层。

[0060] 相对于特定第一层的“邻接”意指在某一位置与另一个第二层连接或附连，在该位置处，第一层和第二层靠近（即，相邻）并直接接触彼此，或彼此邻接但不直接接触（即，在第一层和第二层之间插入附加的一层或多层）。

[0061] “颗粒密度梯度”、“吸附剂密度梯度”和“纤维群体密度梯度”意指特定纤维群体内的颗粒、吸附剂或纤维材料的量（如，在网的限定区域内每单位体积给定材料的数量、重量或体积）不需要在整个复合非织造纤维网上是均匀的，并且该量可以变化，以在网的某些区域中提供更多的材料，而在其他区域中提供较少的材料。

[0062] 现在将具体参照附图描述本发明的各种示例性实施例。在不脱离本发明的精神和范围的情况下，可以对本发明的示例性实施例进行各种修改和更改。因此，应当理解，本发明的实施例并不限于以下所述的示例性实施例，而是受权利要求书及其任何等同物中提出的限制约束。

[0063] A. 复合非织造纤维网（流体过滤介质和制品）

[0064] 在一个方面，本发明提供了一种复合非织造纤维网形式的制品，所述复合非织造纤维网包括微纤维或粗微纤维的群体，其具有至少 1 微米（ μm ）的群体中值直径，形成第一层；以及细旦纤维的群体，其具有小于 10 μm 的群体中值直径，形成第二层，与第一层邻接。可以定向纤维群体中的至少一个。

[0065] 在一个示例性实施例中，粗微纤维和细旦纤维是聚合物型的，微纤维或粗微纤维群体具有至少 1 μm 的群体中值直径，并且细旦纤维群体具有小于 10 μm 的群体中值直径。在另一个示例性实施例中，细旦纤维的群体具有小于 1 μm 的群体中值直径。可以定向纤维群体中的至少一个。在某些实施例中，第一层和第二层中的一层或两层包括多个颗粒。

[0066] 在另一个方面，本发明提供了一种复合非织造纤维网形式的流体过滤介质，所述复合非织造纤维网进一步包括微纤维的群体，其具有至少 1 μm 的中值直径，形成第一层；以及亚微米纤维的群体，其具有小于 1 微米（ μm ）的中值直径，形成第二层，与第一层邻接。可以定向纤维群体中的至少一个。在某些示例性实施例中，至少第一层包括多个颗粒，该颗粒可以是吸附剂颗粒。

[0067] 定向的纤维是纤维内有分子定向的纤维。完全定向和部分定向的聚合物纤维是已知且市售的。纤维的定向可以以多种方式测量，包括双折射、热收缩、X 射线散射以及弹性模量（参见，如，Principles of Polymer Processing, Zehev Tadmor 和 Costas Gogos, John

Wiley and Sons, 纽约, 1979, 第 77-84 页)。重要的是, 要注意分子定向不同于结晶度, 因为晶体材料和无定形材料可以呈现出独立于结晶的分子定向。从而, 尽管由熔喷或静电纺丝制得的商业上已知的亚微米纤维未定向, 但是有已知的将分子定向赋予到利用这些工艺制得的纤维的方法。但是, 由 Torobin 描述的工艺 (参见, 如, 美国专利 No. 4, 536, 361) 未显示出产生分子定向的纤维。

[0068] 参见图 1A, 示出了根据本发明的示例性实施例的用于制备流体过滤介质的示例性复合非织造纤维制品的示意图。复合非织造纤维网 10 包括第一层, 该第一层包括微纤维的群体 12, 其被第二层 14 覆盖, 第二层可以包括细微纤维、超细微纤维和 / 或亚微米纤维的群体。微纤维的群体 12 可以是粗微纤维。示出了跨越网 10 的厚度 T 的从粗到细的纤维群体中值直径的梯度。然而, 应当理解, 可以使用其他梯度 (附图未示出); 例如, 跨越网厚度的从细到粗的纤维群体中值直径的梯度。在其他示例性实施例中, 可以产生跨越或穿过一层或两层厚度的颗粒浓度和 / 或颗粒尺寸的梯度。

[0069] 在另外的实施例中, 包括可任选的支承层 (未示出) 的附加层 (未示出) 还可以包括在其他示例性实施例中。在可供选择的实施例 (未示出) 中, 第一 (如, 微纤维) 层可以覆盖在第二 (如, 细旦纤维) 层之上。

[0070] 图 1B 是根据本发明的示例性实施例的用于制备流体过滤介质的另一个示例性复合非织造纤维制品的示意图。复合非织造纤维网 10 包括第一层, 该第一层包括微纤维的群体 12, 其被第二层覆盖, 第二层可以包括细微纤维、超细微纤维和 / 或亚微米纤维的群体。微纤维的群体 12 可以是粗微纤维。多个颗粒 16 分布在第一层中的微纤维 12 内。示出了跨越网 10 厚度 T 的从粗到细的纤维群体中值直径的梯度。在可供选择的实施例 (未示出) 中, 第一 (如, 微纤维) 层可以覆盖在第二 (如, 细旦纤维) 层上。包括可任选的支承层 (未示出) 的附加层 (未示出) 还可以包括在其他示例性实施例中。

[0071] 图 2 是示出了根据本发明的示例性实施例的用于制备流体过滤介质或元件的另一个示例性复合非织造纤维制品的示意图。复合非织造纤维元件 24 包括覆盖以形成两个不同层的两个网。在图示实施例中, 包括微纤维的群体 12 的第一层 20 被第二层 10' 覆盖, 该第二层可以包括细旦纤维、超细旦纤维和 / 或亚微米纤维的群体 14。微纤维的群体 12 可以是粗微纤维。多个颗粒 16 分布在第一层 20 中的微纤维的群体 12 中。在可供选择的实施例 (未示出) 中, 第一 (如, 微纤维) 层 20 可以覆盖第二 (如, 细旦纤维) 层 10'。在其他实施例 (未示出) 中, 通过另外位于其之上或之下的网, 或通过形成跨越复合非织造纤维制品 10' 厚度 T 的 (如, 从粗到细, 从细到粗等的) 纤维群体中值直径、(如, 从粗到细, 从细到粗等的) 颗粒群体平均直径和 / 或 (如, 从高浓度到低浓度, 从低浓度到高浓度等的) 的颗粒浓度 (例如, 表示为每单位质量的纤维中的颗粒质量) 的梯度, 可以形成附加层。

[0072] 在又一个方面, 本发明涉及一种流体过滤制品, 该流体过滤制品包括微纤维的群体, 其具有至少 $1\ \mu\text{m}$ 的群体中值直径, 形成为第一层; 亚微米纤维的群体, 其具有小于 $1\ \mu\text{m}$ 的群体中值直径, 形成为第二层, 与第一层邻接; 以及流体不可渗透的外壳, 其包围该第一层和第二层, 其中该外壳包括与第一层流体连通的至少一个流体入口以及与第二层流体连通的至少一个流体出口。在一些示例性实施例中, 流体可以是液体, 例如, 水。在其他示例性实施例中, 流体可以是气体, 例如, 空气。

[0073] 图 3 是用于示例性的堆叠的流体过滤制品 28 中的图 2 的示例性多层复合非织造

纤维网的示意图,其中流体是气体,例如(举例来说),空气。尽管从气体过滤方面描述了图3,但是应当理解,可以使用其他流体,例如液体(如,水)。

[0074] 图3示出示例性流体(如,气体)过滤制品28的截面剖视图,其可以用作例如呼吸器。如图3所示,示例性流体(如,气体)过滤制品28使用图2所示的堆叠构造的复合非织造纤维元件24。复合非织造纤维元件24包括覆盖以形成两个不同层的两个网。

[0075] 在图示实施例中,包括微纤维的群体(图2中的12)的第一层20被第二层10'覆盖并与之邻接,该第二层可以包括细微纤维、超细微纤维和/或亚微米纤维的群体(图2中的14)。微纤维的群体(图2中的12)可以是粗微纤维。多个颗粒16分布在第一层20中。在可供选择的实施例中(未示出),第一(如,微纤维)层20可以覆盖并邻接第二(如,细旦纤维)层10'。在其他实施例(未示出)中,通过其他位于其之上或之下的邻接网,或通过形成跨越复合非织造纤维制品24的厚度T的(如,从粗到细,从细到粗等的)纤维群体中值直径、(如,从粗到细,从细到粗等的)颗粒群体平均直径和/或(如,从高浓度到低浓度,从低浓度到高浓度等的)颗粒浓度(例如,表示为每单位质量的纤维中的颗粒质量)的梯度,可以形成附加层。

[0076] 示例性流体(如,气体)过滤制品28的内部可以至少部分地填充有复合非织造纤维元件24。包括穿孔盖体22的外壳29包围复合非织造纤维元件24。外壳29包括与第一层20流体连通的至少一个流体入口23以及与第二层10'流体连通的至少一个流体出口25。例如,如图3所示,流体(如,环境空气)通过外壳29的穿孔盖体22中的流体(如,气体)入口23而进入过滤制品28,穿过复合非织造纤维元件24(因此,此类流体中潜在的有害物质可以被分布在第一层20中的颗粒16吸收和/或吸附),并通过流体排出口25(如,安装在外壳29的支架26上的空气阀25)流出流体(如,气体)过滤制品28。凸缘27使得流体(如,气体)过滤制品28可替换地附连到流体(如,气体)过滤装置,例如,呼吸机(未示出)。适合的呼吸机是本领域技术人员已知的。

[0077] 如图3所示,示例性流体(如,气体)过滤制品28使用图2所示的复合非织造纤维元件24。在可供选择的实施例中,可以使用其他复合非织造纤维制品,例如,图1A和图1B的描述中所示或所述的那些复合非织造纤维制品。在一个可供选择的实施例(未示出)中,第一(如,微纤维)层20可以覆盖第二(如,细旦纤维)层10'。在其他实施例(未示出)中,通过其他位于其之上和之下的网,或通过形成跨越复合非织造纤维制品10'的厚度T的(如,从粗到细,从细到粗等的)纤维群体中值直径、(如,从粗到细,从细到粗等的)颗粒群体平均直径和/或(如,从高浓度到低浓度,从低浓度到高浓度等的)颗粒浓度(例如,表示为每单位质量的纤维中的颗粒质量)的梯度,可以形成附加层,如图1A和图1B所示。附加层(未示出)可以包括如本文所述的可任选的支承层(未示出)。

[0078] 图4是可用于圆柱体流体过滤介质30中的示例性圆柱体卷绕的多孔网的横截面。图1A中的复合非织造纤维网10已被卷绕,以形成具有中空芯35的圆柱体,圆柱体卷绕使得包括微纤维群体的第一微纤维层12形成被第二细旦纤维层14覆盖的外径层,该外径层可以包括细微纤维、超细微纤维、和/或亚微米纤维的群体。微纤维的群体可以是粗微纤维。在从第一层微纤维层12的外缘到中空芯35的外缘的径向移动过程中,示出了跨越网10的厚度T的从粗到细的纤维群体中值直径的梯度。在其他实施例(图4中未示出)中,在从第一微纤维层的外缘到中空芯的外缘的径向移动过程中,可以使用从细到粗的纤维群

体中值直径的梯度。在可供选择的实施例（未示出）中，第一（如，微纤维）层可以覆盖第二（如，细旦纤维）层。

[0079] 在另外的示例性实施例中，第一层和第二层中的一层或两层可以包括多个颗粒（图 4 中未示出）。多个颗粒可以分布在第一微纤维层和第二细旦纤维层的一层或两层中，以便呈现出沿径向跨越网 10 的厚度 T 的（如，从粗到细，从细到粗等的）颗粒群体平均直径和 / 或（从高浓度到低浓度，从低浓度到高浓度等的）颗粒浓度（例如，表示为每单位质量的纤维中的颗粒质量）的梯度（图 4 中未示出）。包括可任选的支承层（未示出）的附加层（未示出）还可以包括在另外的示例性实施例中。

[0080] 图 5 是根据图 4 所示构思的圆柱体卷绕多孔网的示例性实施例的横截面端视图，其被构造用作圆柱体流体过滤介质 30 的示例性实施例。在图 5 中示出没有可任选的颗粒（图 2 中的 16）的图 2 所示的复合非织造纤维网 24 示出围绕与第二层 14 邻接的中空芯 35 内设置的多孔圆柱体网层 36 卷绕为圆柱状，其包括细微纤维、超细微纤维和 / 或亚微米纤维的群体。包括微纤维群体的第一层 12 形成被第二层 14 覆盖的外径层。微纤维的群体可以是粗微纤维。示出了沿径向跨越网 10 的从粗到细的纤维群体中值直径的梯度。在可供选择的实施例（未示出）中，第一（如，微纤维）层可以覆盖第二（如，细旦纤维）层。在其他实施例（在图 5 中未示出）中，在沿径向从第一微纤维层的外缘移动到多孔圆柱体网层的外缘的过程中，可以使用从细到粗的纤维群体中值直径的梯度。在可供选择的实施例（未示出）中，第一（如，微纤维）层可以覆盖第二（如，细旦纤维）层。

[0081] 在另外的示例性实施例中，第一和第二层中的一层或两层可以包括多个颗粒（图 5 中未示出）。多个颗粒可以分布在第一微纤维层和第二细旦纤维层的一层或两层中，以便呈现出沿径向的跨越网 10 的（如，从粗到细，从细到粗等的）颗粒群体平均直径和 / 或（从高浓度到低浓度，从低浓度到高浓度等的）颗粒浓度（例如，表示为每单位质量的纤维中的颗粒质量）的梯度（图 5 中未示出）。包括可任选的支承层（未示出）的附加层（未示出）还可以包括在另外的示例性实施例中。

[0082] 图 6 是根据图 4 的示例性圆柱状卷绕多孔网的横截面端视图，其被构造用作圆柱体流体过滤介质 30 的另一个示例性实施例。图 1A 中的复合非织造纤维网 10 示出围绕被定位以填充与第二层 14 邻接的中空芯（图 6 中未示出）的多孔圆柱芯 36' 卷绕为圆柱体，其包括细微纤维、超细微纤维和 / 或亚微米纤维的群体。包括微纤维群体的第一层 12 形成被第二层 14 覆盖的外径层。微纤维的群体可以是粗微纤维。示出了沿径向跨越网 10 的从粗到细的纤维群体中值直径的梯度。在可供选择的实施例（未示出）中，第一（如，微纤维）层可以覆盖第二（如，细旦纤维）层。在其他实施例（图 6 中未示出）中，在沿径向从第一微纤维层的外缘移动到多孔圆柱芯的外缘的过程中，可以使用从细到粗的纤维群体中值直径的梯度。在可供选择的实施例（未示出）中，第一（如，微纤维）层可以覆盖第二（如，细旦纤维）层。

[0083] 在另外的示例性实施例中，第一层和第二层中的一层或两层可以包括多个颗粒（图 6 中未示出）。多个颗粒可以分布在第一微纤维层和第二细旦纤维层的一层或两层中，以便呈现出沿径向跨越网 10 的（如，从粗到细，从细到粗等的）颗粒群体平均直径和 / 或（从高浓度到低浓度，从低浓度到高浓度等的）颗粒浓度（例如，表示为每单位质量的纤维中的颗粒质量）的梯度（图 6 中未示出）。包括可任选的支承层（未示出）的附加层（未

示出)还可以包括在另外的示例性实施例中。

[0084] 图4至图6所示的每个示例性圆柱体流体过滤介质30可以用于流体过滤制品中,该制品包括环绕第一层和第二层的流体可渗透外壳(图4至图6中未示出),其中外壳包括与第一微纤维层(图4至图6中的12)流体连通的至少一个流体入口(在图中未示出)和与第二细旦纤维层(图4至图6中的14)流体连通的至少一个流体出口(在图中未示出,但是通常连接到图4至图5中的中空芯35或图6中的多孔圆柱体网片层36)。此类流体不可渗透外壳是本领域已知的。在某些示例性实施例中,可以选择流体为液体,例如,水。

[0085] 在附图未示出的其他示例性实施例中,多层复合非织造纤维网可以通过将复合非织造纤维网覆盖在支承层(如,网)上而形成,以便纤维的至少一部分在单层复合非织造纤维网的主表面上接触该支承层,该复合非织造纤维网包括在垫层上的粗微纤维的覆盖层,所述垫层包括细微纤维、超细微纤维或亚微米纤维的群体。

[0086] 在附图未示出的另外的示例性实施例中,复合非织造纤维网可以通过将复合网覆盖在支承层(如,网)上而形成,该复合网包括与微纤维的群体混合的亚微米纤维的群体,以在该支承层上形成不均匀的纤维混合物。在另外的实施例中,多层复合非织造纤维网可以通过将单层复合网覆盖在支承层上使得单层复合网的主表面接触支承层而形成。此外,支承层可以在接触支承层的单层复合网主表面的相对侧具有与支承层相邻或邻接的附加层和/或组件(未示出)。

[0087] 在复合非织造纤维网的前述实施例的每一个中,应当理解,术语“覆盖层”旨在描述图2和图3实际所示的实施例。然而,通过将任何所示的复合非织造纤维网关于层间的界面翻转180度(其被描述为覆盖层可以变成垫层),并且本发明旨在涵盖对所示实施例的此类修改。此外,提到“一层”旨在意指至少一层,因此多层复合非织造纤维网的各个所示实施例可以在本发明的范围内包括一层或多层的附加层(未示出)。此外,提到“一层”旨在描述至少部分覆盖一层或多层附加层(未示出)的层。

[0088] 对于根据本发明的复合非织造纤维网的任何示例性实施例而言,单层复合非织造纤维网将呈现出根据网的具体最终用途而变化的基重。通常,单层复合非织造纤维网具有小于约1000克/平方米(gsm)的基重。在一些实施例中,单层复合非织造纤维网具有从约1.0gsm至约500gsm的基重。在其他实施例中,单层复合非织造纤维网具有从约10gsm至约300gsm的基重。

[0089] 在某些另外的实施例中,复合非织造纤维网包括多层构造,其至少包括第一微纤维层和第二层,该第二层包括细微纤维、超细微纤维和/或亚微米纤维的群体。在一些实施例中,第一微纤维层具有从约1.0gsm至约500gsm的基重,更优选地,具有从约10至约300gsm的基重。在另外的实施例中,第二层具有从约0.1至约200gsm的基重,更优选地,具有从约0.5至约100gsm的基重。

[0090] 与基重一样,复合非织造纤维网将呈现出会根据网的具体最终用途而变化的厚度。通常,单层复合非织造纤维网具有小于约300mm的厚度,更优选地,具有100mm或更小的厚度。在一些实施例中,单层复合非织造纤维网具有从约0.1mm至约150mm的厚度。在另外的实施例中,单层复合非织造纤维网具有从约0.2mm至约100mm的厚度。在另外的实施例中,单层复合非织造纤维网具有从约0.5mm至约75mm的厚度。在其他的实施例中,单层复合非织造纤维网具有从约1.0mm至约50mm的厚度。

[0091] 现在将描述根据本发明的示例性复合非织造纤维网的各种组分。

[0092] B. 复合非织造纤维网组分

[0093] 本发明的复合非织造纤维网可以包括一种或多种下面的组分。

[0094] 1. 纤维组分

[0095] 如上所述,根据本发明的示例性复合非织造纤维网包括微纤维或粗微纤维的群体,其具有至少 $1\mu\text{m}$ 的群体中值直径,形成为第一层;以及细旦纤维的群体,其具有小于 $10\mu\text{m}$ 的群体中值直径,形成为第二层,与第一层邻接。可以定向纤维群体中的至少一个。在某些示例性实施例中,微纤维或粗微纤维和细旦纤维是聚合物型的。在其他示例性实施例中,微纤维或粗微纤维群体具有至少 $3\mu\text{m}$ 、至少 $5\mu\text{m}$ 或至少 $10\mu\text{m}$ 的群体中值直径;并且细旦纤维群体具有小于 $10\mu\text{m}$ 、小于 $5\mu\text{m}$ 、小于 $3\mu\text{m}$ 或小于 $1\mu\text{m}$ 的群体中值直径。

[0096] 在另外的示例性实施例中,纤维群体中的至少一个包括定向的聚合物纤维。定向的纤维是在纤维内有分子定向的纤维。完全定向和部分定向的聚合物纤维是已知并市售的。纤维的定向可以以多种方式测量,包括双折射、热收缩、X 射线散射以及弹性模量(参见,如, Principles of Polymer Processing, Zehev Tadmor 和 Costas Gogos, John Wiley and Sons, 纽约, 1979, 第 77-84 页)。

[0097] 重要的是,要注意分子定向不同于结晶度,因为晶体材料和无定形材料可以呈现出独立于结晶的分子定向。从而,尽管由熔喷或静电纺丝制得的商业上已知的亚微米纤维未被定向,但是有已知的将分子定向赋予到利用这些工艺制得的纤维的方法。然而,由 Torobin 描述的过程(参见如美国专利 No. 4, 536, 361) 未显示出产生分子定向的纤维。

[0098] a. 微纤维

[0099] 本发明的复合非织造纤维网包括微纤维组分或粗微纤维组分中的至少一层,例如,微纤维组分。在一些实施例中,优选的微纤维或粗纤维包括具有至少 $1\mu\text{m}$ 的群体中值直径的微纤维的群体。在其他示例性实施例中,优选的粗纤维包括具有至少 $10\mu\text{m}$ 的群体中值纤维直径的微纤维(更优选地,聚合微纤维)的群体。在某些其他示例性实施例中,微纤维组分包括具有范围从约 $2\mu\text{m}$ 至约 $100\mu\text{m}$ 的群体纤维中值直径的纤维群体。在另外的示例性实施例中,微纤维组分包括具有范围从约 $5\mu\text{m}$ 至约 $50\mu\text{m}$ 的中值纤维直径的纤维群体。

[0100] 在本发明中,在给定的微纤维组分中的纤维的“纤维中值直径”是通过(例如)使用扫描电子显微镜来生成纤维结构的一个或多个图像而确定;测量一个或多个图像中清晰可见的纤维的纤维直径,得到纤维直径的总数, x ; 并且计算 x 纤维直径的纤维中值直径。通常, x 大于约 50, 并有利地范围在从约 50 至约 200。然而,在一些情况下, x 可以选择为低至 30 或甚至低至 20。 x 的这些较低值对于大直径纤维或者对高度缠结的纤维会是特别有用的。

[0101] 在一些示例性实施例中,微纤维组分可以包括一种或多种聚合物材料。一般来讲,任何成纤的聚合物材料均可以用于制备微纤维,尽管通常且优选地成纤材料是半结晶性的。特别有用的是通常用于纤维形成的聚合物,例如聚乙烯、聚丙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、尼龙和氨基甲酸酯。也可以由无定形聚合物(诸如,聚苯乙烯)来制备网。这里所列的具体聚合物仅为示例,且可使用多种其它聚合物材料或形成纤维的材料。

[0102] 合适的聚合物材料包括(但不限于)诸如聚丁烯、聚丙烯和聚乙烯之类聚烯烃;诸

如聚对苯二甲酸乙二醇酯和聚对苯二甲酸丁二醇酯之类聚酯；聚酰胺（尼龙-6 和尼龙-6,6）；聚氨酯；聚丁烯；聚乳酸；聚乙烯醇；聚苯硫醚；聚砜；流体结晶聚合物；聚乙烯-共-乙酸乙烯酯；聚丙烯腈；环状聚烯烃；聚甲醛；多烯属热塑性弹性体；或它们的组合。

[0103] 可以使用各种合成纤维聚合物材料，包括热塑性塑料并且特别是可延展的热塑性塑料，例如，直链低密度聚乙烯（如，Midland, Michigan 的 Dow Chemical 公司市售的商品名为 DOWLEX™ 的产品）、热塑性多烯属弹性体（TPE's, 如，Midland, Michigan 的 Dow Chemical 公司市售的商品名为 ENGAGE™ 的产品；以及 Houston, Texas 的 Exxon-Mobil Chemical 公司市售的 VISTAMAXX™ 产品）、乙烯- α -烯烃共聚物（如，Houston, Texas 的 Exxon-Mobil Chemical 公司市售的商品名为 EXACT™ 的乙烯丁烯、乙烯己烯或乙烯辛烯共聚物；以及 Midland, Michigan 的 Dow Chemical 公司市售的 ENGAGE™）、乙烯-醋酸乙烯聚合物（如，Wilmington, Delaware 的 E. I. 的 DuPont de Nemours & 公司市售的商品名为 ELVAX™ 的产品）、聚丁烯弹性体（如，Wilmington, Delaware 的 E. I. DuPont de Nemours & 公司市售的商品名为 CRASTIN™ 的产品；以及 Wilmington, Delaware 的 Basell Polyolefins 公司市售的 POLYBUTENE-1™）、弹性体苯乙烯嵌段共聚物（如，Houston, Texas 的 Kraton Polymers 公司市售的商品名为 KRATON™ 的产品；以及 Houston, Texas 的 Dynasol Elastomers 公司市售的 SOLPRENE™）以及聚醚嵌段共聚多酰胺弹性体材料（如，法国 Colombes 的 Arkema 公司市售的商品名为 PEBAX™ 的产品）。热塑性多烯属弹性体（TPE's）是特别优选的。

[0104] 各种天然成纤材料还可以被制成根据本发明的示例性实施例的非织造微纤维。优选的天然纤维材料可以包括（如，用于制造碳纤维）的沥青或柏油。成纤材料可以是熔化形式的或载于适合的溶剂中。还可以使用反应性单体，并随着其经过或穿过模具而相互反应。非织造网可以包含（例如，利用两个紧密间隔的共用普通模具头的模具腔来制造的）单层、（例如，利用多个叠堆布置的模具腔来制造的）多层、或一层或多层的多组分纤维（例如，美国专利 No. 6, 057, 256 (Krueger 等人) 中所述的那些多组分纤维）中的纤维的混合物。

[0105] 也可以由共混材料形成纤维，包括已经混入诸如颜料或染料的某些添加剂的材料。可以制备诸如皮芯型或并列型双组分纤维的双组分微纤维（本文所说的“双组分”包括具有两个或更多个组分的纤维，每个组分占据纤维横截面积的一部分并在基本上纤维的长度上延伸），如可以是双组分亚微米纤维那样。然而，本发明的示例性实施例可以利用单组分纤维是特别有用的且是有利的（其中纤维在其整个横截面上具有基本相同的组成，但“单组分”包括共混物或包含添加剂的材料，其中基本均匀组分的连续相在整个横截面和纤维长度上延伸）。在其它有益效果中，能够使用单一组分的纤维降低了制造的复杂性，并且对幅材的使用限制较少。

[0106] 除了上述的成纤材料，各种添加剂可以添加到纤维熔化物，并通过挤压以将添加剂结合到纤维中。通常，基于纤维的总重量，添加剂的量小于约 25 重量%，有利地，高达大约 5.0 重量%。合适的添加剂包括（但不限于）颗粒、填充剂、稳定剂、增塑剂、增粘剂、流动控制剂、固化阻滞剂、增粘剂（例如，硅烷和钛酸盐）、辅助剂、抗冲改性剂、可发微球体、导热颗粒、导电颗粒、二氧化硅、玻璃、粘土、滑石、颜料、着色剂、玻璃珠或气泡、抗氧化剂、荧光增白剂、抗微生物剂、表面活性剂、阻燃剂和含氟化合物。

[0107] 上述添加剂中的一种或多种可用于减少所得纤维和层的重量和 / 或成本、调节粘度或改变纤维的热特性或使衍生自添加剂物理特性活性的物理特性具有一定的范围，该物

理特性包括电学特性、光学特性、与密度相关的特性、与流体阻隔或粘合剂粘性相关的特性。

[0108] b. 细旦纤维

[0109] 本发明的复合非织造纤维网包括至少一层的细旦纤维组分。在某些示例性实施例中，细旦纤维组分包括具有小于 $10\text{ }\mu\text{m}$ 的群体纤维中值直径的细微纤维的群体。在其他示例性实施例中，细旦纤维组分包括具有小于约 $2\text{ }\mu\text{m}$ 的群体中值直径的超细微纤维的群体。在某些目前优选的实施例中，细旦纤维组分包括具有小于 $1\text{ }\mu\text{m}$ 的群体中值直径的亚微米纤维的群体。

[0110] 在一些示例性实施例中，亚微米纤维组分包括范围从约 $0.2\text{ }\mu\text{m}$ 至约 $0.9\text{ }\mu\text{m}$ 的群体纤维中值直径的纤维群体。在其他示例性实施例中，亚微米纤维组分包括具有范围从约 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 至约 $0.7\text{ }\mu\text{m}$ 的群体纤维中值直径的纤维群体。

[0111] 在本发明中，在给定的亚微米纤维组分中纤维的“纤维中值直径”是通过例如使用扫描电子显微镜来生成纤维结构的一个或多个图像而确定的；测量一个或多个图像中清晰可见的纤维的纤维直径，得到纤维直径的总数， x ；并且计算 x 纤维直径的纤维中值直径。通常， x 大于约 50，并且有利地范围在从约 50 至约 200。然而，在一些情况下， x 可以选择为低至 30 或甚至低至 20。 x 的这些较低值对于高度缠结的纤维是特别有用的。

[0112] 在一些示例性实施例中，亚微米纤维组分可以包括一种或多种聚合物材料。合适的聚合物材料包括但不限于诸如聚丙烯和聚乙烯之类聚烯烃；诸如聚对苯二甲酸乙二醇酯和聚对苯二甲酸丁二醇酯之类聚酯；聚酰胺（尼龙 -6 和尼龙 -6,6）；聚氨酯；聚丁烯；聚乳酸；聚乙烯醇；聚苯硫醚；聚砜；流体结晶聚合物；聚乙烯 - 共 - 乙酸乙烯酯；聚丙烯腈；环状聚烯烃；聚甲醛；多烯属热塑性弹性体；或它们的组合。

[0113] 亚微米纤维组分可以包括单组分纤维，其包括任何一种上述的聚合物或共聚物。在该示例性实施例中，单组分纤维可以包含下面所述的添加剂，但包括选自于上述聚合物材料的单个成纤材料。此外，在该示例性实施例中，单组分纤维通常包括至少 75 重量%的上述聚合材料中的任何一种以及最多 25 重量%的一种或多种添加剂。有利地，单组分纤维包括至少 80 重量%、更有利地至少 85 重量%、至少 90 重量%、至少 95% 重量以及 100 重量%那么多的上述聚合材料中的任何一种，其中各种重量均是基于所述纤维的总重量。

[0114] 亚微米纤维组分还可以包括多组分纤维，其由 (1) 两种或更多种上述聚合物材料和 (2) 一种或多种下面所述的添加剂形成。如本文所用，术语“多组分纤维”用来指的是由两种或多种聚合物材料形成的纤维。适合的多组分纤维构造包括（但不限于）皮 / 芯型构造、并列型构造、分层构造或分割饼 / 楔型构造（例如，美国专利 No. 4, 729, 371 描述了分层的双组分熔喷纤维，其也称为条纹状纤维；以及 PCT 专利公布 WO 2008/085545 在图 1a- 图 1e 中描述了分割饼 / 楔型纤维和分层纤维）以及“海岛形”构造（例如，日本 Okayama 的 Kuraray 有限公司生产的纤维）。

[0115] 对于由多组分纤维形成的亚微米纤维组分而言，有利地，基于纤维的总重量，多组分纤维包括 (1) 从约 75 重量%至约 99 重量%的两种或更多种上述聚合物和 (2) 从约 25 重量%至约 1 重量%的一种或多种添加的成纤材料。

[0116] 2. 可任选的颗粒组分

[0117] 如上所述，根据本发明的示例性复合非织造纤维网在第一和第二层的一层或两层

中任选包括多个颗粒。可以选择任何适合的颗粒材料。适合的颗粒可以具有各种物理形式（如，固体粒子、多孔粒子、中空泡、凝聚物、短纤维、人造短纤维、薄片等）；形状（如，球形、椭圆形、多边形、针状等）；形状均匀性（如，单分散、基本均匀、非均匀或不规则等）；组分（如，无机颗粒、有机颗粒或其组合）；以及尺寸（如，亚微米尺寸、微尺寸等）。

[0118] 特别参照颗粒尺寸，在一些示例性实施例中，可能需要控制颗粒群体的尺寸。在某些示例性实施例中，颗粒被物理地拖入或陷入纤维基质中。在此类实施例中，颗粒的群体优选地选择为具有至少 $50\text{ }\mu\text{m}$ 、较优选地至少 $75\text{ }\mu\text{m}$ 、更优选地至少 $100\text{ }\mu\text{m}$ 的中值直径。

[0119] 在其他示例性实施例中，优选地使用较细的颗粒，其利用粘合剂例如热熔粘合剂、和 / 或将热施加到热塑性颗粒或热塑性纤维的一种或两种之上（即，热粘合）而粘结性地粘合到纤维。在此类实施例中，一般优选的是，颗粒具有至少 $25\text{ }\mu\text{m}$ 、更优选至少 $30\text{ }\mu\text{m}$ 、最优选至少 $40\text{ }\mu\text{m}$ 的中值直径。

[0120] 然而，在粘合剂和热粘合同时用来将颗粒粘附到纤维的一些示例性实施例中，颗粒可以包括亚微米尺寸颗粒的群体，其具有小于 $1\text{ }\mu\text{m}$ 、较优选地小于约 $0.9\text{ }\mu\text{m}$ 、更优选地小于约 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 、最优选小于约 $0.25\text{ }\mu\text{m}$ 的群体中值直径。此类亚微米尺寸的颗粒可以特别地用在需要大表面积和 / 或高吸收性和 / 或吸附能力的应用中。在另外的示例性实施例中，亚微米尺寸颗粒的群体具有至少 $0.001\text{ }\mu\text{m}$ 、较优选地至少约 $0.01\text{ }\mu\text{m}$ 、更优选地至少约 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 、最优选至少约 $0.2\text{ }\mu\text{m}$ 的群体中值直径。

[0121] 在另外的示例性实施例中，颗粒包括微尺寸颗粒的群体，其具有最多约 $2,000\text{ }\mu\text{m}$ 、更优选地最多约 $1,000\text{ }\mu\text{m}$ 、最优选地最多约 $500\text{ }\mu\text{m}$ 的群体中值直径。在其他示例性实施例中，颗粒包括微尺寸颗粒的群体，其具有最多约 $10\text{ }\mu\text{m}$ 、较优选地最多约 $5\text{ }\mu\text{m}$ 、更优选地最多约 $2\text{ }\mu\text{m}$ （如，超细微纤维）的群体中值直径。

[0122] 还可以在单一成品网内使用多种颗粒。使用多种颗粒，即便一种颗粒不会与其他相同类型的粒子结合，也可以产生连续的颗粒网。这类系统的一个实例将会是使用两类粒子，一类是将颗粒粘合到一起（如，聚合物短纤维颗粒），而另一类是用作用于网所需目的的活性颗粒（如，诸如活性炭的吸附剂颗粒）。此类示例性实施例可以特别用于流体过滤应用。

[0123] 在某些此类示例性实施例中，可能有利的是，使用至少一个颗粒，其具有可以制成具有粘合性或“粘性的”表面，以便将颗粒结合在一起来形成用于纤维组分的网片或支承基质。就这一点而言，可用的颗粒可以包括聚合物，例如，热塑性聚合物，其可以是短纤维形式。适合的聚合物包括聚烯烃，特别是 TPE's（如，Houston, Texas 的 Exxon-Mobil Chemical 公司市售的 VISTMAXX™）。在另外的示例性实施例中，可以优选的是包括 TPE 的颗粒，特别是作为表层或表面涂层的颗粒，因为 TPE's 一般有点发粘，其可以帮助将颗粒粘合在一起，以在添加纤维之前形成三维网络，从而形成复合非织造纤维网。在某些示例性实施例中，包括 VISTMAXX™ TPE 的颗粒可以提供对苛刻化学环境、特别是在低 pH（如，不超过约 3 的 pH）和高 pH（如，至少约 9 的 pH）下以及有机溶剂中的改良抗性。

[0124] 在另外的示例性实施例中，可能有利的是，使用至少一个吸附剂颗粒，例如，吸收剂、吸附剂、活性炭、阴离子交换树脂、阳离子交换树脂、分子筛或其组合。可采用多种吸附剂粒子。有利地，吸附剂粒子将能够吸收或吸附预计在拟定使用条件下出现的气体、气雾剂或流体。

[0125] 吸附剂粒子可呈任何可使用的形式,包括小珠、薄片、粒子或聚集物。优选的吸附剂颗粒包括活性炭;氧化铝和其他金属氧化物;碳酸氢钠;金属粒子(如,银粒子),其可以通过吸附、化学反应或汞齐化而将组分从流体中去除;粒状催化剂,例如,霍加拉特(其可以催化一氧化碳的氧化);粘土和其他由酸性溶液(例如乙酸)或碱性溶液(例如氢氧化钠水溶液)处理过的矿物;离子交换树脂;分子筛和其他沸石;二氧化硅;杀生物剂;杀真菌剂和杀病毒剂。活性炭和氧化铝是尤其优选的吸附剂粒子。尽管还可以采用吸附剂粒子的混合物(例如)来吸收气体混合物,但在实践中,对于处理气体混合物来说,制备一种在各层中分别采用单独的吸附剂粒子的多层薄片制品会更好。

[0126] 在某些示例性实施例中,流体过滤介质包括吸收剂、吸附剂、活性炭、阴离子交换树脂、阳离子交换树脂、分子筛或其组合。在目前优选的示例性实施例中,吸附剂粒子包括活性炭、硅藻土、离子交换树脂、金属离子交换吸附剂、活性氧化铝、抗菌化合物、酸性气体吸收剂、砷还原材料、碘化树脂或其组合。某些目前优选的实施例提供具有范围从约 0.20g/cc 至约 0.5g/cc 的吸附剂粒子密度的网。

[0127] 希望的吸附剂粒度可能变化很大,且通常部分地根据拟定使用条件来选择吸附剂粒度。作为一般指导,吸附剂粒子可以在从约 0.001 至约 3000 μm 中值直径的尺寸内变化。优选地,吸附剂粒子具有从约 0.01 至约 1500 μm 的中值直径、更优选地从约 0.02 至约 750 μm 的中值直径以及最优选地从约 0.05 至约 300 μm 的中值直径。在某些示例性实施例中,吸附剂粒子可以包括具有小于 1 μm 的群体中值直径的纳米粒子。多孔纳米粒子可以具有如下优点,即,提供用于从流体介质吸附(如,吸收和/或吸附)污染物的大表面积。在使用超细或纳米粒子的此类示例性实施例中,优选地,颗粒利用粘合剂(例如,热熔粘合剂)和/或将热施加到热塑性颗粒或热塑性纤维的一种或两种之上(即,热粘合)而粘结性地粘合到纤维。

[0128] 也可以采用由具有不同尺寸范围的吸附剂粒子形成的混合物(如双峰式混合物),但在实际中,可以更好地制备在上游层采用较大的吸附剂粒子而在下游层采用较小的吸附剂粒子的多层薄片制品。将至少 80 重量%的吸附剂粒子、更优选为至少 84 重量%以及最优选为至少 90 重量%的吸附剂粒子嵌入到纤维网中。以网基重表示的吸附剂粒子装填量可以(例如)是对于相对较细(如,亚微米尺寸)的吸附剂粒子而言至少约 500gsm,以及对于相对较粗(如,微米尺寸)的吸附剂粒子而言至少约 2,000gsm。

[0129] 3. 可任选的支承层

[0130] 本发明的复合非织造纤维网还可以包括可任选的支承层(图中未示出)。在某些目前优选的实施例中,可任选的支承层是多孔的。当存在时,可任选的支承层可以提供复合非织造纤维制品的大部分强度。在一些实施例中,上述亚微米纤维组分往往会具有非常低的强度,并且会在正常处理期间被损坏。在保持高孔隙率并因此保持所需的亚微米纤维组分的吸收剂特性同时,将亚微米纤维组分附连到支承层会为亚微米纤维组分增添强度。多层复合非织造纤维网结构还可以提供足以用于进一步加工的强度,所述加工可以包括(但不限于)将网卷绕为卷筒形、将网从卷筒中去除、模铸、成褶、折叠、网装固定、编织等。

[0131] 各种支承层可以用于本发明中。适合的支承层包括(但不限于)非织造织物、织造织物、针织织物、泡沫层、膜、纸层、背胶层、箔片、网片、弹性织物(即,具有弹性性能的任何上述织造、针织或非织造织物)、开孔网、背胶层或其组合。在一个示例性实施例中,多孔

支承层包括聚合物非织造织物。适合的非织造聚合物织物包括（但不限于）纺粘织物、熔喷织物、定长长度纤维（如，具有小于约 100mm 纤维长度的纤维）的梳理网、针刺织物、裂膜网、水缠绕网、气流短纤维网或其组合。在某些示例性实施例中，支承层包括粘合短纤维的网。如下面进一步所述，可以使用例如热粘合、粘结性粘合、粉状粘结剂粘合、水缠绕、针刺法、压延法或其组合来实现粘合的步骤。

[0132] 支承层可以具有根据复合非织造纤维制品的具体最终用途而定的基重和厚度。在本发明的一些实施例中，需要复合非织造纤维制品的整体基重和 / 或厚度保持在最低水平。在其他实施例中，对于给定的应用，可能需要整体最低的基重和 / 或厚度。通常，支承层具有小于约 150gsm 的基重。在一些实施例中，支承层具有从约 5.0gsm 至约 100gsm 的基重。在其他实施例中，支承层具有从约 10gsm 至约 75gsm 的基重。

[0133] 与基重一样，支承层可以具有根据复合非织造纤维制品的具体最终用途而变化的厚度。通常，支承层具有小于约 150 毫米 (mm)、更优选地小于 100mm、最优选小于 50mm 的厚度。在某些实施例中，支承层具有至少约 0.1m、更优选至少 0.5mm、最优选地至少 1.0mm 的厚度。在一些实施例中，支承层具有从约 1.0mm 至约 35mm 的厚度。在其他实施例中，支承层具有从约 2.0mm 至约 25mm 的厚度。

[0134] 在某些示例性实施例中，支承层可以包括微纤维组分，例如，微纤维的群体。在此类实施例中，会优选的是，将上述亚微米纤维群体直接沉积到微纤维支承层上，以形成多层复合非织造纤维网。可任选地，上述微纤维群体可以与微纤维支承层上的亚微米纤维群体一起沉积，或沉积在其上方。在某些示例性实施例中，包括支承层的微纤维的群体与形成覆盖层的微纤维群体在组分上相同。

[0135] 亚微米纤维组分可以永久或临时粘合到给定的支承层上。在本发明的一些实施例中，亚微米纤维组分永久地粘合到支承层（即，亚微米纤维组分以永久粘合到其上的目的附连到多孔支承层）。

[0136] 在本发明的一些实施例中，上述亚微米纤维组分可以临时地粘合到支承层（即，可从支承层上去除），该支撑层例如是隔离衬垫。在此类实施例中，亚微米纤维组分可以在临时支承层上支持一段需要的时间，并可任选地在临时支承层上进一步加工，并随后永久地粘合到第二支承层。

[0137] 在本发明的一个示例性实施例中，支承层包括纺粘织物，其包含聚丙烯纤维。在本发明的另一个示例性实施例中，支承层包括定长长度纤维的梳理网，其中定长长度纤维包括：(i) 低熔点或粘合剂纤维；以及 (ii) 高熔点或结构纤维。通常，尽管粘合剂纤维与结构纤维的熔点之间的差值可能大于 10°C，但粘合剂纤维具有至少 10°C 的熔点，这小于结构纤维的熔点。适合的粘合剂纤维包括（但不限于）任何上述的聚合物纤维。适合的结构纤维包括（但不限于）任何上述的聚合物纤维以及无机纤维，例如陶瓷纤维、玻璃纤维及金属纤维；以及有机纤维，例如纤维素纤维。

[0138] 在某些目前优选的实施例中，支承层包括定长长度纤维的梳理网，其中该定长长度纤维包括 PET 单组分和 PET/coPET 双组分短纤维的共混物。在一个目前优选的示例性实施例中，支承层包括定长长度纤维的梳理网，其中该定长长度纤维包括：(i) 约 20 重量%的双组分粘合剂纤维（如，Wichita, Kansas 的 Invista 公司市售的 INVISTA™ T254 纤维），12d×1.5"；以及 (ii) 约 80 重量%的结构纤维（如，INVISTA™T293PET 纤维），32d×3"。

[0139] 如上所述,支承层可以包括一层或多层的相互结合的层。在一个示例性实施例中,支承层包括第一层,例如非织造织物或膜;以及在亚微米纤维组分相对侧的第一层上的粘合剂层。在此实施例中,粘合剂层可以覆盖第一层的一部分或全部的外表面。粘合剂可以包括任何已知的粘合剂,包括压敏粘合剂、热激活粘合剂等。当粘合剂层包含压敏粘合剂时,复合非织造纤维制品还可以包括隔离衬垫,用于提供对压敏粘合剂的临时保护。

[0140] 4. 可任选的附加层

[0141] 本发明的复合非织造纤维网可以包括与亚微米纤维层、微纤维层、可任选的支承层或上述所有层结合的附加层(图中未示出)。

[0142] 适合的附加层包括(但不限于)含颜色的层(如,打印层);任何上述的支承层;具有不同平均纤维直径和/或物理组分的一种或多种附加的亚微米纤维组分;用于附加绝缘性能的次细亚微米纤维层(例如,熔喷网或玻璃纤维织物);泡沫;粒子层;箔层;薄膜;装饰织物层;隔膜(即具有受控渗透性的薄膜,例如,透析膜、反渗透膜等);结网;网片;布线或管道网络(即传输电的线层或传输多种流体的管道群/导管群,例如,用于加热毯的布线网络和使冷却剂流经冷却毯的管道网络);或它们的组合。

[0143] 5. 可任选的粘合剂

[0144] 在某些示例性实施例中,本发明的复合非织造纤维网还可以包括一种或多种粘合剂,以使得复合非织造纤维制品能够附连到基底。如以上所讨论的,粘合剂可以用来附连复合非织造纤维制品的层。目前优选的粘合剂包括热熔粘合剂和固化性粘合剂,例如,热固化和辐射固化粘合剂,如环氧、氨基甲酸酯及丙烯酸酯粘合剂。除了粘合剂外,可以使用其他附连装置,例如,钩环扣件、胶带、夹具等。

[0145] C. 制造复合非织造纤维网的方法

[0146] 本发明还涉及制造复合非织造纤维网的方法。在另一个方面,本发明提供了一种制造复合非织造纤维网的方法,该方法包括:形成第一层,该第一层包括聚合物型粗微纤维的群体,其具有至少 $10\mu\text{m}$ 的群体纤维中值直径;形成第二层,该第二层包括聚合物型细微纤维的群体,其具有小于 $10\mu\text{m}$ 的群体纤维中值直径;定向第一层和第二层中的一层或两层;以及将第一层结合到第二层。在某些示例性实施例中,第一层和第二层中的一层或两层包括多个颗粒。

[0147] 在另一个方面,本发明提供了一种制造复合非织造纤维网的方法,该方法包括:形成第一层,该第一层包括微纤维的群体,其具有至少 $1.0\mu\text{m}$ 的纤维中值直径;以及形成压印到第一层上的第二层,该第二层包括亚微米纤维的群体,其具有小于 $1\mu\text{m}$ 的纤维中值直径,其中可以定向纤维群体中的至少一个。在某些示例性实施例中,至少第一层包括多个颗粒,该颗粒可以是吸附剂颗粒。

[0148] 1. 纤维的形成

[0149] 由其制造根据本发明的示例性实施例的复合非织造纤维网的合适的纤维料流包括已知的生产非织造纤维的方法,以及给颗粒与网成形过程中所形成的纤维料流提供结合机会的其他方法。在某些示例性实施例中,纤维料流可以包括亚微米纤维、超细微纤维、细微纤维、微纤维或其一种或多种的共混物。

[0150] 许多工艺可以用来生产亚微米纤维料流,包括(但不限于)熔喷、熔体纺丝、静电纺丝、气体射流原纤维成形或其组合。特别适合的工艺包括(但不限于)美国专

利 No. 3, 874, 886 (Levecque 等人)、No. 4, 363, 646 (Torobin)、No. 4, 536, 361 (Torobin)、No. 5, 227, 107 (Dickenson 等人)、No. 6, 183, 670 (Torobin)、No. 6, 269, 513 (Torobin)、No. 6, 315, 806 (Torobin)、No. 6, 743, 273 (Chung 等人)、No. 6, 800, 226 (Gerking); 德国专利 DE 19929709C2 (Gerking); 以及公开 PCT 申请 No. WO 2007/001990A2 (Krause 等人) 中公开的工艺。

[0151] 用于形成亚微米纤维的合适工艺还包括静电纺丝工艺, 例如, 美国专利 No. 1, 975, 504 (Formhals) 中描述的那些工艺。用于形成亚微米纤维的其他合适工艺在美国专利 No. 6, 114, 017 (Fabbriante 等人)、No. 6, 382, 526B1 (Reneker 等人) 和 No. 6, 861, 025B2 (Erickson 等人) 中有所描述。

[0152] 许多工艺还可以用来生产微纤维料流, 包括 (但不限于) 熔喷、熔体纺丝、长丝挤制、从丝成形、纺粘、湿纺丝、干纺丝或其组合。用于形成微纤维的合适工艺在美国专利 No. 6, 315, 806 (Torobin)、No. 6, 114, 017 (Fabbriante 等人)、No. 6, 382, 526B 1 (Reneker 等人) 以及 No. 6, 861, 025B2 (Erickson 等人) 中有所描述。或者, 微纤维的群体可以形成或转变为短纤维, 并利用例如美国专利 No. 4, 118, 531 (Hauser) 中所述的工艺与亚微米纤维的群体结合。

[0153] 在一些示例性实施例中, 制造复合非织造纤维网的方法包括: 通过混合纤维料流、水缠绕、湿形成型、从丝成型或其组合, 将微纤维或粗微纤维群体与细微纤维群体、超细纤维群体或亚微米纤维群体结合。在将微纤维或粗微纤维群体与细、超细或亚微米纤维群体结合时, 可以使用一种或两种类型纤维的多股料流, 并且料流可以以任何顺序结合。这样, 可以形成非织造复合纤维网, 其呈现出各种所需的浓度梯度和 / 或分层结构。

[0154] 例如, 在某些示例性实施例中, 细、超细、或亚微米纤维的群体可以与微纤维或粗微纤维的群体结合, 以形成不均匀的纤维混合物。在某些示例性实施例中, 细、超细或亚微米纤维的群体的至少一部分与微纤维的群体的至少一部分混合。在其他示例性实施例中, 细、超细或亚微米纤维的群体可以形成为包括微纤维的群体的垫层上的覆盖层。在某些其他示例性实施例中, 微纤维的群体可以形成为包括细、超细或亚微米纤维的群体的垫层上的覆盖层。

[0155] 在其他示例性实施例中, 复合非织造纤维网可以通过如下步骤形成: 将细、超细或亚微米纤维的群体沉积在多孔支承层上 (该支承层任选包括微纤维), 使得在该多孔支承层上形成细、超细或亚微米纤维的群体。

[0156] 该方法可以包括其中支承层穿过细、超细或亚微米纤维的纤维料流的步骤, 所述支承层任选可包括聚合物微纤维。当穿过纤维料流时, 细、超细或亚微米纤维可以沉积在支承层上, 以便临时或永久地粘合到该支承层。当纤维沉积到支承层时, 纤维可以可任选地相互粘合, 并且可以进一步同时在该支承层上硬化。

[0157] 在某些目前优选的实施例中, 细、超细、或亚微米纤维的群体与可任选的多孔支承层结合, 所述多孔支承层包括粗微纤维群体的至少一部分。在一些示例性实施例中, 形成多孔支承层的微纤维与形成第一层的微纤维的群体在组成上相同。在其他目前优选的实施例中, 细、超细或亚微米纤维群体与可任选的多孔支承层结合, 并随后与粗微纤维群体的至少一部分结合。在某些其他目前优选的实施例中, 多孔支承层邻接第二层, 与第一层相对。

[0158] 在其他示例性实施例中, 多孔支承层包括非织造织物、织造织物、针织织物、泡沫

层、筛网、多孔膜、穿孔膜、长丝阵列或其组合。在一些示例性实施例中，多孔支承层包括热塑性网片。

[0159] 2. 可任选的颗粒装填

[0160] 在许多应用中，需要粒子在整个网上的基本均匀分布。还会存在非均匀分布可能是有利的情形。在某些示例性实施例中，颗粒密度梯度可以有利地在复合非织造纤维网内产生。例如，穿过网深度的梯度可以造成可用于深层过滤的孔径分布的变化。表面装填粒子的网可以形成为过滤器，在该过滤器中，流体早在流体通道就暴露于粒子，并且网的剩余部分提供用于防止粒子脱落的支持结构和手段。流体通道还可以反向，以便网可以用作预过滤器，以在流体达到粒子的活性表面之前将一些污染物去除。

[0161] 用于将料流颗粒添加到非织造纤维料流的各种方法是已知的。合适的方法在美国专利 No. 4, 118, 531 (Hauser)、No. 6, 872, 311 (Koslow) 和 No. 6, 494, 974 (Riddell) 中有所描述；以及在美国专利申请 No. 2005/0266760 (Chhabra 和 Isele)、No. 2005/0287891 (Park) 和 No. 2006/0096911 (Brey 等人) 中有所描述。

[0162] 在其他示例性实施例中，可以通过对纤维网进行气流成网处理、将颗粒添加到纤维网（如，通过将网穿过颗粒的流化床），可任选地对颗粒装填网进行后期加热以将颗粒粘合到纤维，从而将可任选的颗粒添加到非织造纤维料流。或者，可以用颗粒在挥发性流体（如，有机溶剂，或甚至是水）中的预成形分散液喷涂预成形网，任选对颗粒填充网进行后期加热以去除挥发性流体，并将颗粒粘合到纤维。

[0163] 3. 可任选的粘合步骤

[0164] 根据纤维的情况以及微纤维和亚微米纤维的相对比例，在收集过程中，在纤维与颗粒之间以及纤维自身之间可能会发生一些粘合。然而，通常需要在收集的幅材中的纤维和颗粒或纤维本身之间的进一步粘结，以提供所需的基质连贯性，使得该幅材更容易处理且能够更好的将任何亚微米纤维固定在基质内（“粘结”纤维本身指的是将纤维紧紧粘附在一起，以便当幅材经受正常处理时纤维一般不会分开）。

[0165] 在某些示例性实施例中，微纤维和亚微米纤维的共混物可以粘合在一起。例如，利用热粘合、粘结剂粘合、粉状粘合剂、水缠绕、针刺法、压延法或其组合可以实现粘合的步骤。可使用在点粘结方法中施加热和压力或通过平滑压延机辊的常规粘结技术，但这些方法可能会造成不良的纤维变形或幅材过度压缩。用于粘合纤维（特别是微纤维）的更优选的技术是自生粘合方法，该方法在美国专利申请公布 No. U. S. 2008/0038976A1 中有所描述。

[0166] 4. 可任选的附加加工步骤

[0167] 除了前述制造并任选粘合复合非织造纤维网的方法，一旦成形后，可以对网任选进行下面加工步骤中的一个或多个：

[0168] (1) 将复合非织造纤维网沿加工通道向着进一步加工操作推进；

[0169] (2) 使一层或多层附加层与亚微米纤维组分、微纤维组分和 / 或可选支承层的外表面接触。

[0170] (3) 压延复合非织造纤维网；

[0171] (4) 用表面处理剂或其他组分（例如，阻燃剂组分、粘合剂组分或印刷层）涂覆复合非织造纤维网；

- [0172] (5) 将复合非织造纤维网附连到纸板或塑料管；
- [0173] (6) 将复合非织造纤维网卷绕为辊形；
- [0174] (7) 裁切复合非织造纤维网以形成两个或更多个狭缝辊和 / 或多个狭缝片；
- [0175] (8) 将复合非织造纤维网置于模具中, 并将复合非织造纤维网成形为新的形状；以及
- [0176] (9) 将防粘衬垫施加在暴露的可选压敏粘合剂层上方 (如果存在的话)。

[0177] 在加热网的同时对复合非织造纤维网进行后期成形压延的一个潜在缺点可能是, 网的厚度可能下降为初始值的 40-60%, 导致使用网的流体过滤应用中的更高压降。

[0178] 5. 流体过滤介质和制品的形成

[0179] 在另一个方面, 本发明提供一种制造包括复合非织造纤维网的流体过滤介质的方法。该方法包括: 形成第一层, 该第一层包括聚合物微纤维或粗微纤维的群体, 其具有至少 $1.0\ \mu\text{m}$ (更优选地, 至少 $3\ \mu\text{m}$ 、 $5\ \mu\text{m}$ 或 $10\ \mu\text{m}$) 的群体纤维中值直径; 形成第二层, 该第二层包括细聚合物微纤维的群体, 其具有小于 $10\ \mu\text{m}$ (更优选地, 小于 $3\ \mu\text{m}$ 、 $2\ \mu\text{m}$ 或 $1\ \mu\text{m}$) 的群体纤维中值直径; 以及将第一层结合到第二层。在某些示例性实施例中, 可以定向该第一和第二层中的一层或两层; 在其他示例性实施例中, 第一层和第二层的一层或两层可以包括多个颗粒。

[0180] 在又一个方面, 本发明提供了一种制造包括复合非织造纤维网的流体过滤介质的方法。该方法包括: 形成第一层, 该第一层包括微纤维的群体, 其具有至少 $1\ \mu\text{m}$ 的纤维中值直径; 以及形成压印在第一层上的第二层, 第二层包括亚微米纤维的群体, 其具有小于 $1\ \mu\text{m}$ 的纤维中值直径, 其中可以定向纤维群体中的至少一个。在某些示例性实施例中, 至少第一层包括多个颗粒, 该颗粒可以是吸附剂颗粒。

[0181] 在一个示例性实施例中, 该方法进一步包括形成多个第一层, 这多个第一层包括具有第一有效纤维直径 (EFD) 的聚合物纤维; 以及多个第二层, 这多个第二层包括具有第二 EFD 的聚合物纤维。另一个实施例提供的是, 该方法进一步包括在多个第一层中提供第一密度的颗粒, 并在多个第二层中提供第二密度的颗粒。在另一个实施例中, 该方法进一步包括提供具有第一吸附剂的多个第一层, 并提供具有第二吸附剂的多个第二层。

[0182] 根据本发明的示例性复合非织造纤维网可以包括通过对熔喷长丝、装填颗粒或这两者的调节而获得的梯度密度。在一个或多个实施例中, 熔喷长丝气流可以被改变, 以产生各种效果。通过混合从在不同的目标有效纤维直径下操作的两个或更多个单独的模具所得的纤维气流, 可以形成长丝群体中值直径分布的共混物。

[0183] 可以通过使用混合喷射或交替纤维模具头获得类似的效果, 如在美国专利申请公布 No. 2008/0026659A1 中所述的。混合喷射方法还可以用来产生跨越模具表面的具有不同尺寸纤维或纤维尺寸梯度的区域。如此一来, 过滤器层的结构可以为了在 (例如) 深度过滤器中使用而修改。粒子、颗粒、凝聚物、其他规则、不规则或中空形状或其混合物可以添加进这些长丝料流的一种或多种中, 并在旋转轴柄或前进收集轴柄上得以收集, 以形成流体过滤制品。

[0184] 在其他示例性实施例中, 可以操作两个或多个成纤模具来形成单独的层, 而非形成混合长丝气流。模具还可以并列地操作, 以随着元件在旋转轴柄上穿过而产生不同的分层效果。通过在一个或多个模具中使用不同聚合物或多组分纤维, 另外对性能进行改变是

可能的。

[0185] 通过让粒子装填器仅将颗粒添加到网的目标区域,还可以利用前进收集器轴柄来形成梯度或甚至分层的流体过滤制品。这可以通过结合较宽模具使用窄型粒子装填器或通过让粒子装填器中使用图案化进料辊来实现。进料辊使用加工腔随着辊着靠着刮刀转动来控制体积进料速率。通过改变跨越进料辊表面(或在进料辊表面附近)的腔的体积,可以控制颗粒的局部进料,并因此控制所得网中颗粒的局部添加重量。

[0186] 另一种方法是在粒子装填器中使用分段料斗。颗粒只添加到想要进行进料的分段区域。此方法还将允许在分段区域中使用不同粒子,以能够使用两种粒子尺寸,或控制地添加经处理的吸附剂或具有特殊性能的吸附剂。多个粒子装填器可以用来改变装填进目标区域中的粒子的量或类型。

[0187] 在另一个实施例中,网收集器可以包括卡座缠绕机构,其可操作地使得各个过滤器形成在缠绕柄轴或旋转悬臂轴上,该旋转悬臂轴装配有某种过滤器卡座抽出装置,该卡座抽出装置被设计用来将形成的过滤器卡座从旋转轴基本连续地拉动/推动。

[0188] 通过使用这些方法,可以形成为具体应用而修改的复合非织造纤维网。例如,聚丙烯细旦纤维的内层可以直接邻近柄轴芯形成,该柄轴芯将帮助减少脱落和脱离。靠近内层,可以提供用于初级分离的粒子装填网的中层。另外,在中层上,可以形成具有所需功能的外层,例如,外层可以具有较大的孔径,以将较大的污染物在到达初级分离层之前去除,和/或具有较大直径的纤维,以用作附加的预过滤器层。许多其他可能的布置也可以由本领域的技术人员制造,并预计落入本发明的范围内。

[0189] D. 在流体过滤制品中使用流体过滤介质的方法

[0190] 在另一个方面,本发明提供了使用流体过滤介质或元件来制造流体过滤制品的方法。在示例性实施例中,流体过滤元件是复合非织造纤维网(或网叠堆),该复合非织造纤维网(或网叠堆)包括微纤维的群体,其具有至少 $1\mu\text{m}$ 的中值直径,形成为第一层;以及亚微米纤维的群体,其具有小于 $1\mu\text{m}$ 的中值直径,形成为第二层,与第一层邻接,其中任选定向纤维群体中的至少一个。任选地,第一层和第二层中的至少一个还包括多个颗粒。

[0191] 另一个示例性实施例提供的是,流体过滤制品元件在轴向构造中具有吸附剂密度梯度。一个替代的示例性实施例提供的是,流体过滤元件在径向构造中具有吸附剂密度梯度。在一个具体实施例中,流体过滤元件还包括多层的自支承非织造聚合物纤维的第二网,所述自支持非织造聚合物纤维基本不含吸附剂粒子。

[0192] 在另一个方面,本发明提供了一种流体过滤元件,该流体过滤元件包括两层或多层卷绕以形成多孔流体过滤制品的多孔层,其中该多孔层包括自支承非织造聚合物纤维的网以及多个陷入该网中的颗粒。流体过滤制品还可以包括包围多孔制品的流体不可渗透外壳、与第一(粗纤维)层流体连通的入口,所述第一层可以是覆盖层或垫层;以及与第二(细旦纤维)层流体连通的出口,所述第二层可以相应地是垫层或覆盖层。在某些示例性实施例中,外壳可以包括至少一个与第一层流体连通的流体入口,所述第一层包括具有至少 $1\mu\text{m}$ 的群体中值直径的微纤维的群体;以及至少一个与第二层流体连通的流体出口,所述第二层包括具有小于 $1\mu\text{m}$ 的群体中值直径的亚微米纤维的群体并邻接第一层。在一个示例性实施例中,第一和第二层可以熔融在一起。在另一个示例性实施例中,多孔层是单独的复合层。

[0193] 在某些目前优选的实施例中,流体过滤介质包括第一层,该第一层包括具有至少 $1\mu\text{m}$ 群体的中值直径的微纤维的群体;以及覆盖该第一层的第二层,该第二层包括具有小于 $1\mu\text{m}$ 的群体中值直径的亚微米纤维的群体。在一些示例性实施例中,第一层邻接多孔支承体。此类流体过滤介质可以特别用于深度过滤应用,在该应用中,包括微纤维群体的第一层在包括亚微米纤维群体的第二层之前被浸透流体接触。

[0194] 在其他目前优选的实施例中,第二层邻接多孔支承体。此类流体过滤介质可以特别用于绝对过滤应用,在该应用中,包括微纤维群体的第一层在包括亚微米纤维群体的第二层之后被浸透流体接触。

[0195] 流体过滤制品可以采用各种形状和形式。在某些示例性实施例中,流体过滤制品采用三维几何形的形式,在某些示例性实施例中,其可以选自于圆柱体、圆盘、椭圆盘或多边形盘。其他合适的形状和形式是本领域的技术人员已知的。

[0196] 另一个方面提供了一种过滤流体的方法,该方法包括使流体过滤制品与渗透流体接触。在某些示例性实施例中,流体过滤制品包括复合非织造纤维网(或网叠堆),该复合非织造纤维网(或网叠堆)包括多层卷绕以形成多孔制品的多孔层,其中该多孔层包括如上所述的自支承非织造聚合物纤维的网,以及可选的多个陷入该网中的颗粒;包围该多孔制品的流体可渗透外壳;与该第一表面流体连通的入口;以及与该第二表面流体连通的出口。

[0197] 在某些目前优选的示例性实施例中,复合非织造纤维网(或叠网)包括第一层,该第一层包括具有至少 $1\mu\text{m}$ 群体中值直径的微纤维的群体;以及覆盖该第一层的第二层,该第二层包括具有小于 $1\mu\text{m}$ 的群体中值直径的亚微米纤维的群体。在一些示例性实施例中,该第一层邻接多孔载体。

[0198] 目前所公开的示例性流体过滤制品可以以各种方法使用。在一个示例性实施例中,渗透流体在穿过第二层之前穿过第一层。在另一个示例性实施例中,渗透流体在穿过第一层之前穿过第二层。在又一个示例性实施例中,第二层是起褶的,并且渗透流体在穿过第一层之前穿过第二层。

[0199] 在一些实施例中,渗透流体可以在重力的作用下穿过流体过滤制品。在其他示例性实施例中,例如,利用液泵、气体鼓风机或气体压缩机,渗透流体(其可以是液体或气体)可以在加压流体流的条件下穿过流体过滤制品。在一些示例性实施例中,根据目前所公开的示例性实施例的流体过滤制品在加压流体流的条件下可以呈现出降低的压降。

[0200] 实例

[0201] 本发明的示例性实施例已在上文得以描述,并将通过下面实例的方式在下面进一步说明,这些实例不能以任何方式解释为将限制强加于本发明的范围。相反,应当清楚地理解,可以诉诸多种其他实施例、修改形式及其等同物,在本领域内的技术人员阅读本文的说明书后,在不脱离本发明的精神和/或所附权利要求的范围的前提下,这些其他实施例、修改形式及其等同物将不言自明。此外,虽然阐述本发明广义范围的数值范围和参数是近似值,但是在具体实例中所列出的数值尽可能精确地报告。然而,任何数值固有地包含一定的误差,这些误差必然是因为各自测试测量中所存在的标准偏差引起。在最低程度上,每一个数值参数并不旨在将等同原则的应用限制于权利要求保护的范围,但是至少应该根据所报告的数值的有效数位、并运用惯常的四舍五入法来解释每一个数值参数。

[0202] 复合非织造纤维网的制造

[0203] 在下面的实例中,微纤维或粗微纤维和细旦纤维(其可以包括细微纤维、超细微纤维和/或亚微米纤维)被用来形成复合非织造纤维网,该复合非织造纤维网被叠堆以形成多层流体过滤制品。可以定向纤维群体中的至少一个。在某些实例中,包括微纤维或粗微纤维的层包括多个颗粒。

[0204] 微纤维或粗微纤维网(层)-预备实例

[0205] 利用装配有粒子装填设备的熔喷设备来制备下面的用来形成第一微纤维层的微纤维或粗微纤维网的预备实例,所述粒子装填设备先前在美国专利申请公布 No. US 2006/0096911 (Brey) 中有所描述。在美国临时专利申请 No. 61/017,230 中提供了设备的另外细节。

[0206] 在预备实例中,FINA 3960 (Houston, Texas 的 Total Petrochemicals 公司市售的 350 熔体流动指数的聚丙烯)、VISTAMAXX™ 2125 (Houston, Texas 的 Exxon-Mobil 化学公司市售的 80 熔体流动指数的茂金属聚丙烯)、EXXON 3746 聚丙烯(德克萨斯州休斯顿的 Exxon-Mobil 化学公司市售)、以及 TOTAL 3860 和 3960 聚丙烯(德克萨斯州休斯顿的道达尔石化公司市售)被选择为基础树脂。示例性微纤维网由装填进网的可选颗粒制备。在一些实例中使用 NC506 (PICA, 椰壳) 活性炭颗粒的若干粒度等级(如,目尺寸)。

[0207] 大约 10 英寸(约 25.4cm) 宽的装填网的短布卷在下面所示的条件下收集:下面记录各实例的熔融温度。聚合物通过 10 英寸(约 25.4cm) 宽的钻孔模具 (DOD) 以 8 磅/小时(约 3.6 千克/小时) 的速度挤出(对于 FINA 3960 基网),以 6.5 磅/小时(约 3.0 千克/小时) 的速度挤出(对于 VISTAMAXX™ 基网)。模具到收集器距离 (DCD) 为约 12 英寸(约 30.48cm)。基体网(没有装填颗粒) 的样品以目标基重收集,并根据 Davies, C. N., The Separation of Airborne Dust and Particles (Institution of Mechanical Engineers, London Proceedings 1B, 1952) 中提出的方法来评估有效纤维直径 (EFD)。利用扫描电子显微镜法 (SEM) 来确定预备实例 11 的纤维中值直径,预备实例 11 使用两种不同聚丙烯均聚物的共混物,并呈现出双模态纤维尺寸分布。调节空气温度和速度,以获得目标有效纤维直径。结果总结在表 1 中。

[0208] 表 1

[0209]

颗粒装填 微纤维幅材	聚合物	EFD (μm)	基重基体/ 装填(gsm)	颗粒 目尺寸	熔融温度 ($^{\circ}\text{C}$)
预备实例 1	VISTAMAXX 2125	19.8	50/390	NC506 (20 $\times$ 50)	260
预备实例 2	VISTAMAXX 2125	18.8	50/564	NC506 (20 $\times$ 50)	261
预备实例 3	VISTAMAXX 2125	18.8	50/527	NC506 (60 $\times$ 100)	261
预备实例 4	FINA 3960	17.9	51/558	NC506 (60 $\times$ 140)	238
预备实例 5	FINA 3960	8.7	52/525	NC506 (60 $\times$ 140)	310
预备实例 6	FINA 3960	8.7	52/568	NC506 (80 $\times$ 325)	310
预备实例 7	VISTAMAXX 2125	15.4	54/562	NC506 (60 $\times$ 140)	267
预备实例 8	VISTAMAXX 2125	15.4	54/521	NC506 (80 $\times$ 325)	267
预备实例 9	VISTAMAXX 2125	16.4	57/511	NC506 (80 $\times$ 325)	247
预备实例 10	EXXON 3746	3.7	51	无	244
预备实例 11	共混	SEM:	100	无	
	TOTAL 3860	15			325
	TOTAL 3960	0.7			325

[0210] 细旦纤维网(层)-实例

[0211] 在实例 1-17 中,其奇数例是比较例,测量为 0.0175 英寸(0.44mm 或 440 μm) 厚、50.48gsm 基重以及水的 3.62mm 压降的熔喷网(Middleton, Delaware 的 DELSTAR 技术公司市售的 PP3546G 沉淀卷)被用作包括细微纤维的第二层。在气流均匀面速度为 5.3 厘米/秒、室温(大约 22 $^{\circ}\text{C}$)、一个环境大气压下,测量压降。根据上面 Davies 提出的方法,6.1 微米的有效纤维直径(EFD)被计算为此层的纤维群体中值直径。9 英寸(22.9cm) 长的 DELSTAR 熔喷网样品被用于制备各个下面的实例。

[0212] 在实例 18-26 中,包括细微纤维(实例 18-20)和亚微米纤维(实例 21-26)的附加网被用来形成一层或多层铺在如上所述的第一层之下的附加层。在实例 18-20 中,通过以 10 磅/小时(4.54 千克/小时)、50gsm 基重、7 英寸(17.78cm)“到收集器的距离”(DCD) 熔喷 Exxon 3746 聚丙烯(Houston, Texas 的 Exxon-Mobil Chemical 公司市售的)形成的并包括具有 3.7 μm 的群体纤维中值直径(EFD)的细微纤维,网指定的预备实例 10 被用作第二层,以形成具有 6 英寸(15.2cm)的总卷长度的大约 34 密尔(850 μm)厚的单一垫层(实例 18)、具有 11 英寸(27.9cm)的总卷长度的双层(实例 19)以及具有 17 英寸(43.2cm)总卷长度的三层(实例 20)。

[0213] 在实例 21-23 中,预备实例 11 指定的、含与聚丙烯纺粘纤维(从 Houston, Texas

的 Total Petrochemicals 公司商购的 TOTAL 3860 聚丙烯) 混合的聚丙烯亚微米吹塑微纤维 (BMF) 纤维 (也是从 Houston, Texas 的 Total Petrochemicals 公司商购的 TOTAL 3860 聚丙烯) 是通过在混合纤维被收集到网中之前将吹塑微纤维熔喷到定向的纺粘纤维中而形成的, 并且用于形成具有 6 英寸 (15.24cm) 的总卷长度的大约 45.2 密尔 (1150 μm) 厚的单一垫层 (实例 21)、具有 11 英寸 (26.4cm) 的总卷长度的双层 (实例 22) 以及具有 17 英寸 (43.2cm) 的总卷长度的三层 (实例 23)。

[0214] 在实例 24 中, 具有 0.6-0.8 μm 群体中值直径的 Kuraray WJ05118-01P (在乙烯-乙醇 [EVOH] 溶液中的 100gsm 海岛形-聚丙烯纤维) 被用来形成具有 6 英寸 (15.24cm) 总卷长度的单一垫层。

[0215] 在实例 25 中, 具有 0.6-0.8 μm 群体中值直径的 Kuraray NP060120-14H (在 EVOH 溶液中的 100gsm 海岛形-聚丙烯纤维) 被用来形成具有 6 英寸 (15.24cm) 总卷长度的大约 17 密尔 (430 μm) 厚的单一垫层。

[0216] 在实例 26 中, 聚丙烯纺粘 (35gsm 基重) 支承网被具有 0.5-0.6 μm 群体中值直径的聚丙烯亚微米纤维 (27gsm 基重) [Charlotte, North Carolina 的 Nanofiber Technology 公司 (NTI) 市售的分层网] 涂覆, 并用来形成具有 6 英寸 (15.24cm) 总卷长度的垫层。

[0217] 流体过滤介质的制造

[0218] 如上所述的炭装填微纤维或粗微纤维网和细微纤维网通常利用下面的示例性方法组装成流体过滤制品:

[0219] 1. 切割一块大约 8 英寸宽 $\times$ 12 英寸长 (约 20.32cm $\times$ 30.48cm) 尺寸的小块。样本被称重并进行计算, 以寻找需要用来获得包含大约 100 克介质的过滤器的网长度。

[0220] 2. 获得具有大约 1.45" "外径"(OD) 和 13.875" 长度 (约 3.68cm OD $\times$ 35.24cm) 尺寸的 InterNet 市售的刚性管体 (RN-2540)。该管在整个管上包含大约 0.15" (约 0.381cm) 见方的开口。

[0221] 3. 在 (卷指定的样品上) 缠绕粗纤维装填网之前, 细旦纤维网层缠绕 InterNet 管。

[0222] 4. 从样品卷筒切割正确长度的粒子装填粗纤维网。大约 3-4 英尺 (约 91.44-121.92cm) 长的样品被切割为约 8 英寸 (约 20.32cm), 产生大约 100 克颗粒装填。

[0223] 5. 微纤维或粗纤维网卷 (比较例) 或复合多层网卷 (实例) 利用 (St. Paul, Minnesota 的 3M 公司市售的) 3M 3164 热熔胶粘合到管的外径。

[0224] 6. 网以适当的长度缠绕管。

[0225] 7. 利用相同的热熔胶将网的外缘粘合到网的内层。

[0226] 8. 管由锯条处理, 在一端良好装填可见的地方进行切割。切割另一端, 以产生大约 8 英寸 (约 20.32cm) 长的过滤器。

[0227] 9. 利用 3M 3164 热熔胶将过滤器的末端套进端盖。

[0228] 在表 2 中概述了示例性的多层复合非织造纤维流体过滤介质。

[0229] 表 2

[0230]

实例编号	粗纤维层 (颗粒装填)	细旦纤维层	总卷长度 (cm)
1 (对照物)	预备实例 1	无	0
2	预备实例 1	DELSTAR PP3546G	22.9
3 (对照物)	预备实例 2	无	0
4	预备实例 2	DELSTAR PP3546G	22.9
5 (对照物)	预备实例 3	无	0
6	预备实例 3	DELSTAR PP3546G	22.9
7 (对照物)	预备实例 4	无	0
8	预备实例 4	DELSTAR PP3546G	22.9
9 (对照物)	预备实例 5	无	0
10	预备实例 5	DELSTAR PP3546G	22.9
11 (对照物)	预备实例 6	无	0
12	预备实例 6	DELSTAR PP3546G	22.9
13 (对照物)	预备实例 7	无	0
14	预备实例 7	DELSTAR PP3546G	22.9
15 (对照物)	预备实例 8	无	0
16	预备实例 8	DELSTAR PP3546G	22.9
17 (对照物)	预备实例 9	无	0
18	预备实例 9	预备实例 10	15.2
19	预备实例 9	预备实例 10	27.9
20	预备实例 9	预备实例 10	43.2
21	预备实例 9	预备实例 11	15.2
22	预备实例 9	预备实例 11	26.4
23	预备实例 9	预备实例 11	43.2
24	预备实例 9	Kuraray WJ 05118-01P	15.2
25	预备实例 9	Kuraray NP060120-14H	15.2
26	预备实例 9	NTI 纳米纤维网	15.2

[0231] 流体过滤介质的试验

[0232] 根据包括初始冲洗浊度和压降在内的性能试验来评价根据上面实例 1-26 而形成的某些流体过滤制品。

[0233] 初始冲洗浊度试验

[0234] 流体过滤系统连接到供水系统,并且通过过滤器的第一水被收集。该方法基于在限定条件下被样品散射的光的强度与在相同条件下被标准参照物散射的光的强度的对比。散射光的量越高表明水中的浊度水平越高。数据通常以比浊度单位或 NTU 记录。水平 $< 0.5\text{NTU}$ 符合 NSF/ANSI 饮用水标准。

[0235] 将根据实例 1-26 的流体过滤制品插入用 John Guest 连接件改装的外壳中,使得流体(例如,水)入口与第一(微纤维或粗微纤维)覆盖层流体连通并且流体(例如,水)出口与第二(细旦纤维)垫层流体连通,该 John Guest 连接附连到端盖的吸入端(straw end)。外壳/过滤器结构连接到用来自 Eagan, Minnesota 城市供水系统的水冲洗的试验台。

从流出料流中收集第一升。测量并记录浊度。随后允许样品以 0.75 加仑 / 分钟 (gpm) (约 2.92 升 / 分钟) 的速度流动, 并且以 1、5、10、25、50 和 100 加仑 (分别为约 3.89、19.46、38.92、97.3、194.6 和 389 升) 收集另外的样品。测量在各样品点处的浊度。在图 7- 图 9 中绘出实例 1-16 的结果。

[0236] 在表 3 中概述实例 17-26 的结果。如表 4 所示, 实例 17-26 的过滤器的净压降低, 所述净压降计算为在给定流速下在具有过滤元件的情况下测得的入口压力与在相同流速下在没有过滤元件的情况下测得的入口压力 (即, 表 4 列出的对照压力) 之间的差值, 并且此类过滤器对整个家庭水过滤应用会是有利的。

[0237] 扫描电子显微镜法分析

[0238] 预备实例 8 (没有沉淀卷) 包含最细 (80×325) 的炭尺寸, 并当用于流体过滤制品时最有可能脱落粒子。利用扫描电子显微镜法 (SEM) 分析这种流体过滤制品, 以观察浊度试验完成后保留的最小炭粒子的尺寸。图 10 示出了由这种分析获得的一个示例性显微照片。一系列显微照片的分析显示出, 保留在粒子装填纤维基质中的最小炭粒子 (不包括碎片) 是 $62 \times 45 \mu\text{m}$ 。(US 230Tyler 目筛网报告保留 $63 \mu\text{m}$ 及更大的粒子)。

[0239] 表 3

[0240]

浊度 (NTUs)							
实例编号	渗透体积 1 升	渗透体积 1 加仑	渗透体积 5 加仑	渗透体积 10 加仑	渗透体积 20 加仑	渗透体积 50 加仑	渗透体积 100 加仑
1(对照物)	12.20	1.64	0.18	0.12	0.19	0.12	0.23
2	10.30	0.87	0.20	0.20	0.21	0.22	0.06
3(对照物)	25.70	1.47	0.20	0.12	0.16	0.35	0.15
4	30.00	0.23	0.18	0.11	0.14	0.16	0.39
5(对照物)	32.80	3.15	0.30	0.15	0.13	0.16	0.15
6	0.61	0.15	0.28	0.18	0.18	0.21	0.26
7(对照物)	19.50	5.62	1.67	0.59	0.31	0.28	0.17
8	6.85	1.40	0.36	0.16	0.22	0.41	0.55
9(对照物)	25.10	2.66	1.00	0.30	0.14	0.12	0.27
10	9.92	0.74	0.31	0.26	0.12	0.24	0.12
11(对照物)	83.40	21.50	5.92	1.80	0.77	0.21	0.34
12	52.00	5.22	2.07	0.43	0.49	0.28	0.21
13(对照物)	19.50	3.79	0.55	0.17	0.17	0.19	0.28
14	1.80	0.16	0.21	0.23	0.16	0.16	0.16
15(对照物)	56.30	10.10	2.12	0.36	0.30	0.20	0.60
16	37.0	3.97	1.13	0.42	0.20	0.29	0.16
17(对照物)	231	3.75	0.84	0.25	0.14	0.19	0.12
18	190	1.68	0.47	0.11	0.18	0.11	0.09
19	109	1.05	0.35	0.19	0.15	0.08	0.09
20	56.6	0.47	0.24	0.18	0.11	0.08	0.16
21	298	4.58	2.06	0.42	0.16	0.08	0.14
22	145	4.04	1.43	0.33	0.26	0.08	0.12
23	134	3.18	0.72	0.21	0.13	0.1	0.11
24	23.2	0.34	0.27	0.06	0.07	0.06	0.08
25	25.2	0.5	0.32	0.15	0.12	0.07	0.13
26	231	2.79	0.77	0.33	0.14	0.09	0.1

[0241] 表 4

[0242]

1 GPM = 3.39 测得的压力 & [压降] 1 psi = 升/分钟 (psi) 6895 Pa					
实例 编号	渗透流率 0.25 GPM	渗透流率 0.50 GPM	渗透流率 0.75 GPM	渗透流率 1.00 GPM	渗透流率 2.00 GPM
对照物 (没有元件)	0	0	1	2	8
17 (对照物)	0 [0]	0 [0]	2.5 [1.5]	3.5 [1.5]	9 [1]
18	0 [0]	0 [0]	2.5 [1.5]	3.5 [1.5]	9.5 [1.5]
19	0 [0]	0 [0]	2 [1]	4 [2]	10 [2]
20	0 [0]	0 [0]	3 [2]	4 [2]	10 [2]
21	2 [2]	2 [2]	2 [1]	3 [1]	8 [0]
22	2 [2]	2 [2]	2.5 [1.5]	3.5 [1.5]	8.5 [0.5]
23	2 [2]	2 [2]	2.5 [1.5]	3.5 [1.5]	9 [1]
24	2.5 [2.5]	3 [3]	3.5 [2.5]	5.5 [3.5]	14 [6]
25	2.5 [2.5]	4 [4]	7 [6]	10 [8]	22 [14]
26	2 [2]	2 [2]	2.5 [1.5]	3.5 [1.5]	9 [1]

[0243] 在整篇说明书中提及“一个实施例”、“某些实施例”、“一个或多个实施例”或“实施例”，无论在术语“实施例”前是否包括术语“示例性的”，都意指结合该实施例描述的特定特征、结构、材料或特性包括在本发明的至少一个实施例中。因此，在整篇说明书中的多处出现的短语，例如“在一个或多个实施例中”、“在某些实施例中”、“在一个实施例中”或“在实施例中”，不是一定指本发明的同一实施例。此外，某些特征、结构、材料或特性可以任何适合的方式结合到一个或多个实施例中。

[0244] 虽然以特定实施例的细节描述了说明书，但应当理解，本领域的技术人员在理解上述内容后，可以很容易地想到这些实施例的更改、变型和等同物。因此，应当理解，本发明不会不当限制于在上文提出的说明性实施例。具体而言，如本文所用，数值范围以端值表述旨在包括纳入该范围内的所有数（如，1 至 5 包括 1、1.5、2、2.75、3、3.80、4 和 5）。另外，

本文所用的所有数都被认为是被术语“约”修饰。已经描述了各种示例性实施例。这些和其它实施例均在以下权利要求书的范围内。

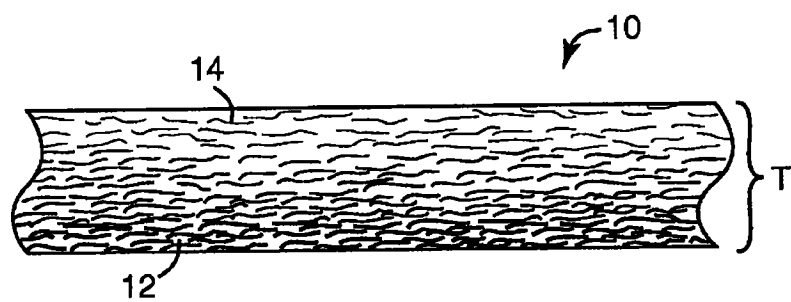


图 1A

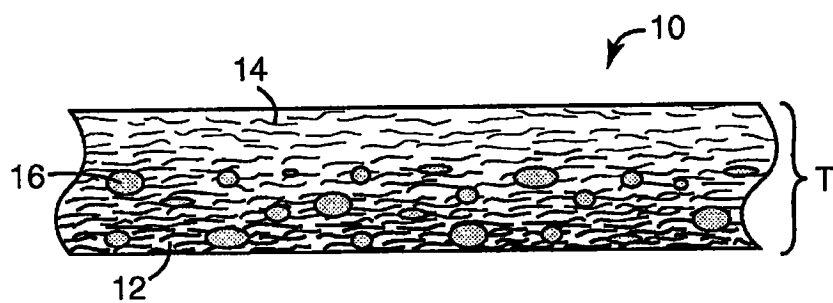


图 1B

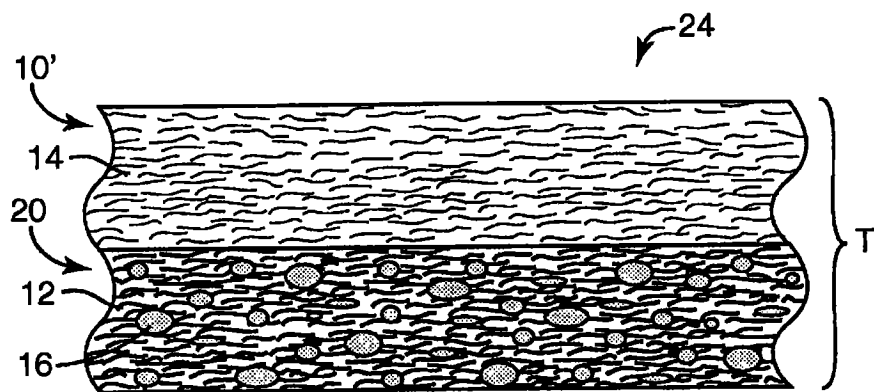


图 2

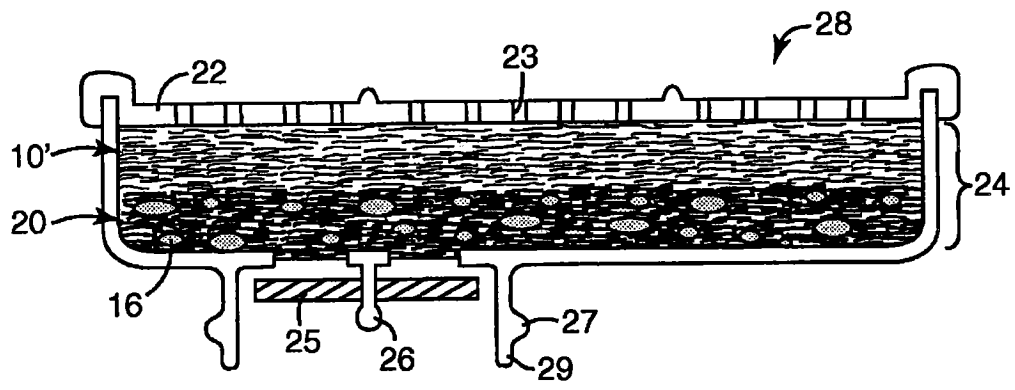


图 3

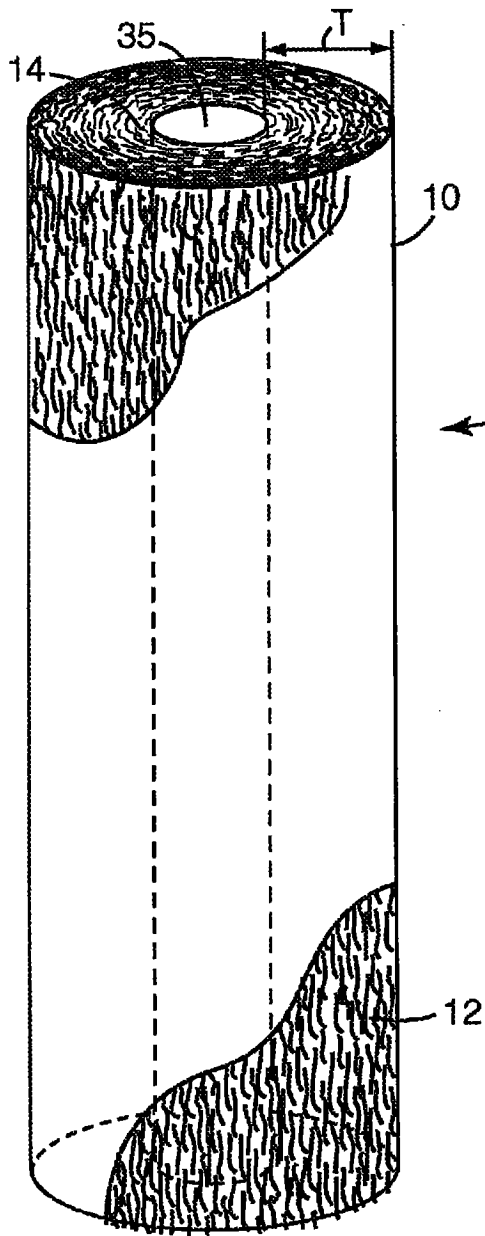


图4

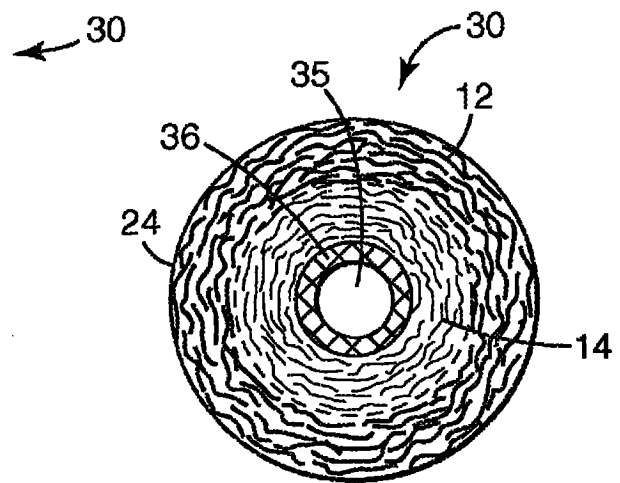


图5

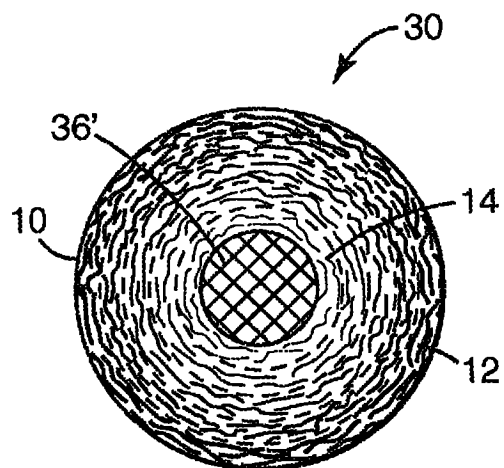


图6

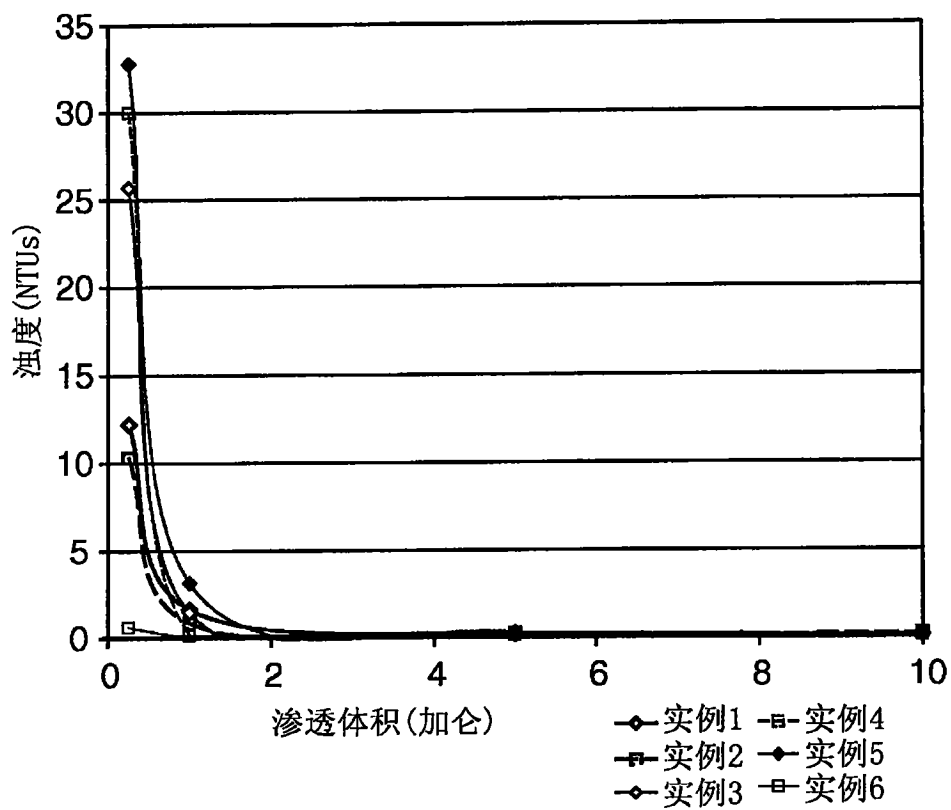


图 7

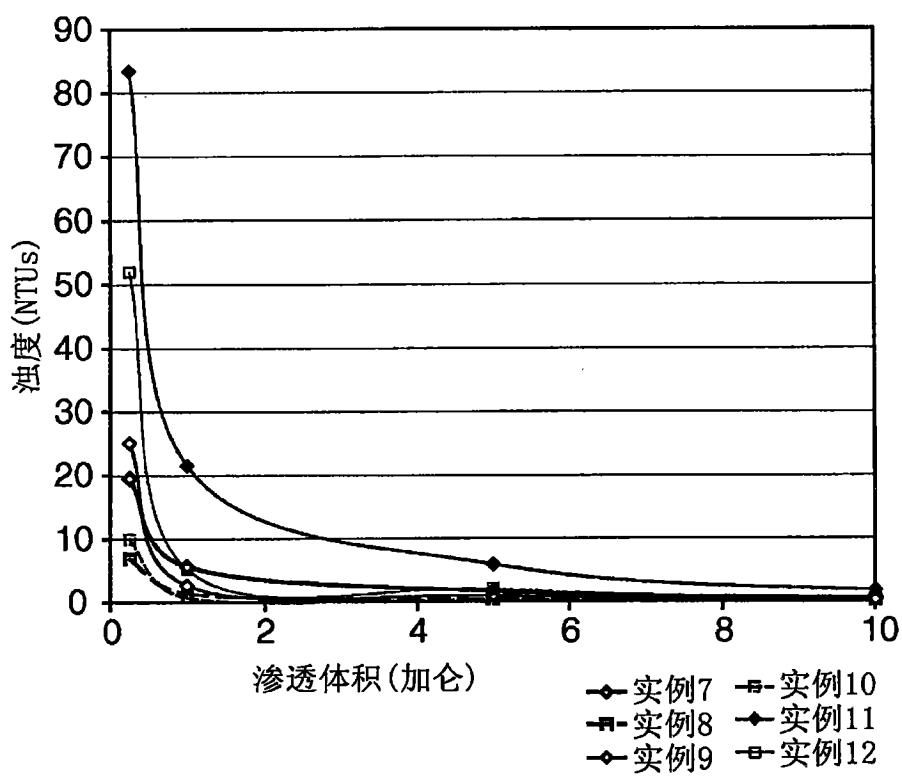


图 8

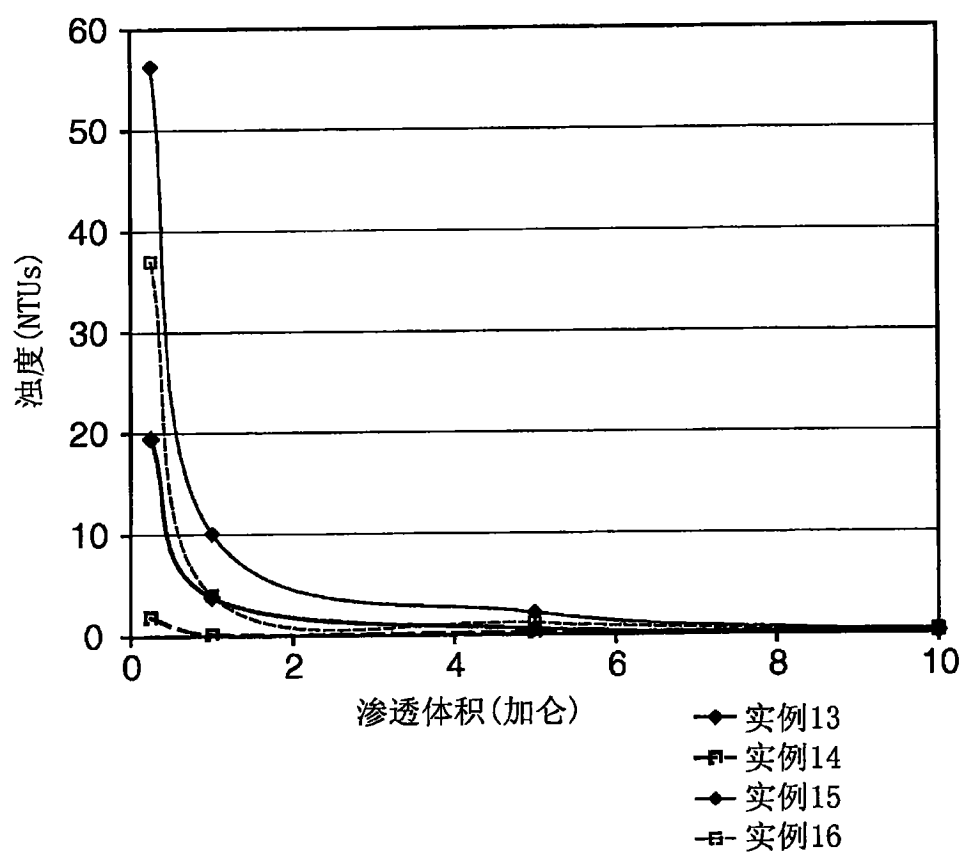


图 9

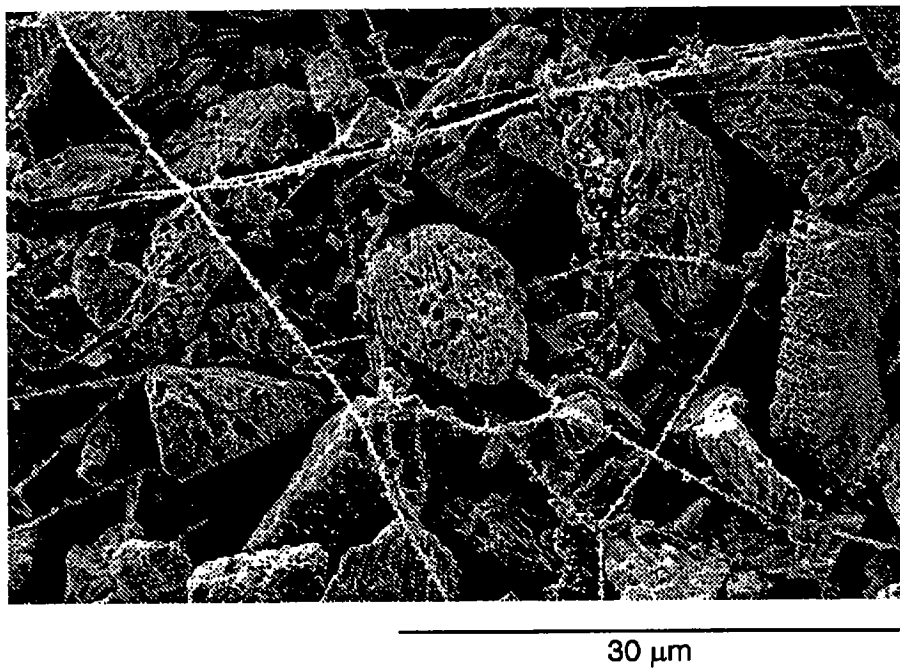


图 10