

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B01D 46/52

B01D 39/16



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01815110.8

[43] 公开日 2003 年 10 月 29 日

[11] 公开号 CN 1452506A

[22] 申请日 2001.8.10 [21] 申请号 01815110.8

[30] 优先权

[32] 2000. 9. 5 [33] US [31] 60/230,138

[32] 2001. 5. 31 [33] US [31] 09/871,582

[86] 国际申请 PCT/US01/25089 2001.8.10

[87] 国际公布 WO02/20132 英 2002.3.14

[85] 进入国家阶段日期 2003.3.4

[71] 申请人 唐纳森公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 M·A·巴里斯 M·A·戈金斯

T·M·维克

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

代理人 沙永生

权利要求书 18 页 说明书 52 页 附图 33 页

[54] 发明名称 利用折叠结构的过滤设备和方法

[57] 摘要

过滤设备包括用细纤维沉淀物处理的阻挡介质，通常是成折叠状的。所述介质在高温（高于 140°F）系统中尤其有利。这种系统可以包括发动机系统和流体压缩机系统。过滤设备可以采用管状径向密封部件、管状轴向密封部件、顺流空气净化器、逆流空气净化器和板式过滤器的形式。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 过滤元件，该元件包括：
 - (a) 介质组件，该介质组件包括：
 - 5 (i) 介质复合物的结构，所述结构包括具有许多折叠层的片状基底，所述折叠层具有从所述第一末端向所述第二末端延伸的长度；
 - (ii) 所述结构呈管状并形成具有第一和相对的第二末端的敞开内腔；
 - (iii) 所述片状基底至少部分被薄层覆盖，所述薄层包含细聚合物纤维，所述细纤维包含直径约为 0.01~0.5 微米的纤维，当将所述纤维暴露在 140°F 的
10 空气和 100%相对湿度的测试条件下 16 小时后，保留有 30%以上过滤效果不变的纤维；
 - (b) 第一端盖和第二端盖；
 - (i) 所述介质组件固定在所述介质组件第一末端的所述第一端盖上；
 - (ii) 所述介质组件固定在所述介质组件第二末端的所述第二端盖上；
 - 15 (iii) 所述第一和第二端盖中至少一个包括径向密封部分，所述径向密封部分包含可朝所述介质组件方向压缩的聚氨酯材料。
2. 权利要求 1 所述的元件，其特征在于所述聚合物包括缩合聚合物。
3. 权利要求 1 所述的元件，其特征在于所述聚合物包括加成聚合物。
4. 权利要求 1 所述的元件，其特征在于所述聚合物纤维包含含有聚卤乙烯的加成
20 聚合物。
5. 权利要求 1 所述的元件，其特征在于所述聚合物纤维包含含有聚偏二卤乙烯的加成聚合物。
6. 权利要求 4 所述的元件，其特征在于所述聚偏二卤乙烯包括聚偏二氯乙烯。
7. 权利要求 5 所述的元件，其特征在于所述聚偏二卤乙烯包括聚偏二氟乙烯。
- 25 8. 权利要求 1 所述的元件，其特征在于所述聚合物纤维包含聚乙烯醇。
9. 权利要求 6 所述的元件，其特征在于所述聚乙烯醇用约 1~40 重量%交联剂进行交联。
10. 权利要求 1 所述的元件，其特征在于所述聚合物纤维包含交联的聚乙烯醇。
11. 权利要求 10 所述的元件，其特征在于所述聚乙烯醇用约 1~40 重量%交联剂
30 进行交联。
12. 权利要求 10 所述的元件，其特征在于所述交联的聚乙烯醇是使用分子量约为 1000~3000 的聚丙烯酸进行交联的。

13. 权利要求 10 所述的元件, 其特征在于所述交联的聚乙烯醇是使用分子量约为 1000~3000 的蜜胺-甲醛树脂进行交联的。

14. 权利要求 2 所述的元件, 其特征在于所述聚合物纤维包含缩合聚合物, 而不是由环状内酰胺和 C_{6-10} 二胺单体或者 C_{6-10} 二酸单体形成的共聚物, 并包含树脂添加剂; 5 所述添加剂是分子量约为 500~3000 且具有芳香性的低聚物, 并且可混合在缩合聚合物中。

15. 权利要求 2 所述的元件, 其特征在于所述聚合物纤维包含由环状内酰胺和 C_{6-10} 二胺单体或者 C_{6-10} 二酸单体形成的共聚物以外的缩合聚合物以及树脂添加剂; 所述 10 添加剂是分子量约为 500~3000 且具有芳香性的低聚物, 并且所述添加剂可混合在缩合聚合物中。

16. 权利要求 2 所述的元件, 其特征在于所述聚合物纤维包含尼龙聚合物以及树脂添加剂; 所述添加剂包含分子量约为 500~3000 并具有芳香性的低聚物, 并且所述 15 添加剂可混合在缩合聚合物中。

17. 权利要求 2 所述的元件, 其特征在于所述缩合聚合物包括聚对苯二甲酸亚烷基二酯。 15

18. 权利要求 17 所述的元件, 其特征在于所述缩合聚合物包括聚萘酸亚烷基二酯。

19. 权利要求 17 所述的元件, 其特征在于所述缩合聚合物包括聚对苯二甲酸乙二酯。

20. 权利要求 2 所述的元件, 其特征在于所述缩合聚合物包括尼龙聚合物, 所述 20 尼龙聚合物是具有来自环状内酰胺的重复单元的均聚物。

21. 权利要求 16 所述的元件, 其特征在于所述尼龙共聚物和第二尼龙聚合物混合, 所述第二尼龙聚合物在分子量或者单体组成上不同。

22. 权利要求 21 所述的元件, 其特征在于所述尼龙共聚物和第二尼龙聚合物混合, 所述第二尼龙聚合物是烷氧基烷基改性聚酰胺。

25 23. 权利要求 16 所述的元件, 其特征在于所述第二尼龙聚合物包括尼龙共聚物。

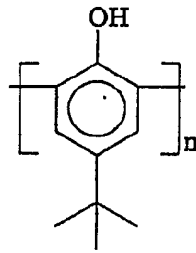
24. 权利要求 21 所述的元件, 其特征在于处理所述聚合物, 形成通过差示扫描量热法测量认为是单相材料的单一聚合组合物。

25. 权利要求 24 所述的元件, 其特征在于所述共聚物和第二聚合物进行了热处理。

30 26. 权利要求 25 所述的元件, 其特征在于所述共聚物和第二聚合物在比所述第一或第二聚合物中较低熔点还低的温度下进行热处理。

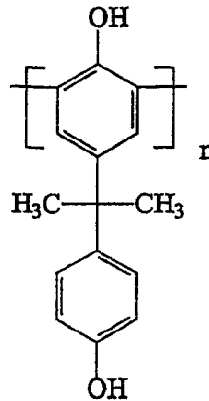
27. 权利要求 14 所述的元件, 其特征在于所述添加剂是含有叔丁基苯酚的低聚物。

28. 权利要求 27 所述的元件，其特征在于所述添加剂是含有下式所示重复单元的低聚物。



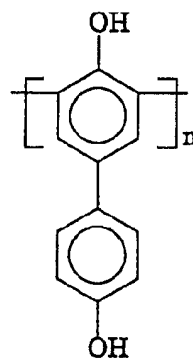
29. 权利要求 14 所述的元件，其特征在于所述树脂是含有双酚 A 的低聚物。

5 30. 权利要求 29 所述的元件，其特征在于所述添加剂是含有下式所示重复单元的低聚物。



31. 权利要求 14 所述的元件，其特征在于所述树脂是含有二羟基联苯的低聚物。

10 32. 权利要求 31 所述的元件，其特征在于所述添加剂是含有下式所示重复单元的低聚物。



33. 权利要求 14 所述的元件，其特征在于所述添加剂是树脂添加剂和含氟聚合物的混合物。

34. 权利要求 14 所述的元件，其特征在于所述添加剂是氟烃表面活性剂。

35. 权利要求 14 所述的元件，其特征在于所述添加剂是非离子表面活性剂。
36. 权利要求 14 所述的元件，其特征在于所述缩合聚合物是聚氨酯。
37. 权利要求 2 所述的元件，其特征在于所述缩合聚合物是聚氨酯和聚酰胺的混合物。
- 5 38. 权利要求 14 所述的元件，其特征在于所述缩合聚合物是聚氨酯和聚酰胺的混合物。
39. 权利要求 38 所述的元件，其特征在于所述聚酰胺聚合物是尼龙。
40. 权利要求 39 所述的元件，其特征在于所述尼龙是尼龙均聚物、尼龙共聚物以及它们的混合物。
- 10 41. 权利要求 14 所述的元件，其特征在于所述缩合聚合物是芳香族聚酰胺。
42. 权利要求 14 所述的元件，其特征在于所述缩合聚合物是二胺单体和聚间苯二甲酰间苯二胺的反应物。
43. 权利要求 38 所述的元件，其特征在于所述聚酰胺是二胺和聚对苯二甲酰对苯二胺的反应物。
- 15 44. 权利要求 14 所述的元件，其特征在于所述缩合聚合物是聚苯并咪唑。
45. 权利要求 14 所述的元件，其特征在于所述缩合聚合物是多芳基化合物。
46. 权利要求 45 所述的元件，其特征在于所述缩合聚合物包含多芳基化合物和聚酰胺。
47. 权利要求 45 所述的元件，其特征在于所述多芳基化合物聚合物是双酚 A 和混
- 20 合邻苯二甲酸之间的缩合聚合反应产物。
48. 权利要求 1 所述的过滤元件，其特征在于：
- (a) 所述密封部分是模塑密度为 14~22 磅/in³ 的聚氨酯泡沫材料。
49. 权利要求 48 所述的过滤元件，其特征在于：
- (a) 所述第一端盖是形成敞开中心的环状，并包括面向敞开中心的内部径向表面；
- 25 (i) 所述密封部分包括所述内部径向表面。
50. 权利要求 49 所述的过滤元件，其特征在于它还包括：
- (a) 在所述第一和第二端盖之间延伸的内部支撑衬管；
- (i) 所述内部支撑衬管位于所述密封部分和所述介质组件之间。
51. 权利要求 50 所述的过滤元件，其特征在于：
- 30 (a) 所述第一和第二端盖中至少一个包括外部径向表面；
- (i) 所述密封部分包括所述外部径向表面。
52. 权利要求 51 所述的过滤元件，其特征在于它还包括：

(a) 在所述第一和第二端盖之间延伸的内部支撑衬管;

(b) 在所述第一和第二端盖之间延伸的外部支撑衬管;

(i) 许多所述的折叠层的折叠长度至少为 6 英寸, 且折叠深度至少为 1 英寸。

53. 包括一个发动机的系统, 该发动机的额定空气进气量至少为 3cfm, 该系统且
5 具有用于过滤发动机进入空气的空气净化器, 所述空气净化器包括外壳和可操作地位于其中的主过滤元件, 所述主过滤元件包括:

(a) 包括片状基底的介质组件, 所述介质组件具有第一末端和相对的第二末端;

(i) 所述基底具有长度从所述第一末端延伸到所述第二末端的许多折叠层;

(ii) 所述基底至少部分被薄层覆盖;

10 (A) 所述薄层中是直径约为 0.01~0.5 微米的纤维, 当将所述纤维暴露在 140°F 的空气和 100% 相对湿度的测试条件下 16 小时后, 保留有 30% 以上过滤效果不变的纤维, 所述纤维包含选自以下组的聚合物组合物:

(a) 加成聚合物和约 2~25 重量%的添加剂, 所述添加剂包括分子量约为 500~3000 且具有芳香性的树脂材料, 而且所述添加剂可混合在聚合物
15 中,

(b) 缩合聚合物和约 2~25 重量%的添加剂, 所述添加剂包括分子量约为 500~3000 且具有芳香性的树脂材料, 而且所述添加剂可混合在缩合聚合物中,

(c) 它们的混合物。

20 54. 权利要求 53 所述的系统, 其特征在于所述聚合物是溶液中的组分, 所述溶液包含主要比例的水性醇溶剂以及以溶液计约 3~30 重量%的聚合物组合物, 并且所述纤维保留有痕量的溶剂。

55. 权利要求 53 所述的系统, 其特征在于所述加成聚合物是聚卤乙烯、聚偏二卤乙烯或者它们的混合物。

25 56. 权利要求 53 所述的系统, 其特征在于所述缩合聚合物是尼龙聚合物, 所述尼龙聚合物是具有来自环状内酰胺的重复单元的均聚物。

57. 权利要求 53 所述的系统, 其特征在于所述缩合聚合物包含和第二尼龙聚合物混合的尼龙共聚物, 所述第二尼龙聚合物在分子量或单体组分方面不同。

58. 权利要求 53 所述的系统, 其特征在于所述聚合物是聚乙烯醇。

30 59. 权利要求 58 所述的系统, 其特征在于所述聚乙烯醇是用约 1~40 重量%交联剂进行交联的。

60. 权利要求 56 所述的系统, 其特征在于所述尼龙聚合物和第二尼龙聚合物混合,

所述第二尼龙聚合物是烷氧基烷基改性聚酰胺。

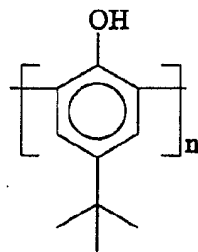
61. 权利要求 56 所述的系统，其特征在于处理所述聚合物，形成通过差示扫描量热法测量认为是单相材料的单一聚合物组合物。

62. 权利要求 53 所述的系统，其特征在于所述聚合物是聚氯乙烯

5 63. 权利要求 62 所述的系统，其特征在于所述聚氯乙烯是交联的。

64. 权利要求 53 所述的系统，其特征在于所述加成聚合物是含有叔丁基苯酚的低聚物。

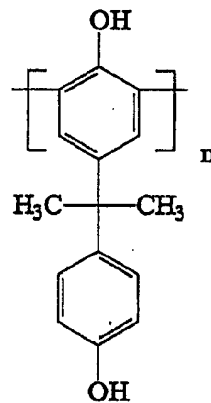
65. 权利要求 64 所述的系统，其特征在于所述添加剂是含有下式所示重复单元的低聚物。



10

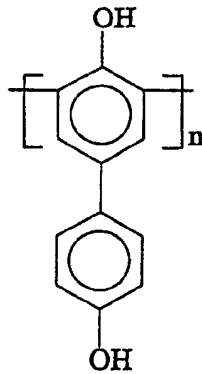
66. 权利要求 64 所述的系统，其特征在于所述树脂是含有双酚 A 的低聚物。

67. 权利要求 66 所述的系统，其特征在于所述添加剂是含有下式所示重复单元的低聚物。



15 68. 权利要求 53 所述的系统，其特征在于所述树脂是含有二羟基取代联苯的低聚物。

69. 权利要求 68 所述的系统，其特征在于所述添加剂是含有下式所示重复单元的低聚物。



70. 权利要求 55 所述的系统，其特征在于所述聚偏二卤乙烯是聚偏二氯乙烯。

71. 权利要求 55 所述的系统，其特征在于所述聚偏二卤乙烯是聚偏二氟乙烯。

72. 权利要求 59 所述的系统，其特征在于所述交联的聚乙烯醇是使用分子量约为
5 1000~3000 的聚丙烯酸进行交联的。

73. 权利要求 59 所述的系统，其特征在于所述交联的聚乙烯醇是使用分子量约为
1000~3000 的蜜胺-甲醛树脂进行交联的。

74. 权利要求 53 所述的系统，其特征在于：

(a) 所述系统包括空气进气量额定为至少 100cfm 的发动机；

10 (b) 当在空气流量最高为 600cfm 下评价时，所述主元件具有能提供不大于 3 英寸
H₂O 柱初始限制的尺寸和结构。

75. 权利要求 74 所述的系统，其特征在于：

(a) 所述折叠结构呈管状并形成敞开内腔；

15 (b) 所述空气净化器外壳包括进气管，所述主过滤元件可操作地安装在所述进气
管上；

(c) 所述主过滤元件还包括：

(i) 第一开口端盖和相对的第二端盖

(A) 所述介质组件结合在所述介质组件的第一末端的所述第一端盖上；

(B) 所述介质组件结合在所述介质组件的第二末端的所述第二端盖上；

20 (ii) 在所述第一端盖和所述第二端盖之间延伸的内部支撑衬管；

(iii) 所述包括径向密封部分的第一端盖；

(A) 所述径向密封部分向内朝向所述敞开内腔；

(B) 所述径向密封部分是压缩在所述内部支撑衬管和所述进气管之间并紧
贴它们的聚氨酯泡沫材料材料，在所述主过滤元件和所述空气净化器外壳之间形成第
25 一径向密封。

76. 权利要求 74 所述的系统，其特征在于：

(a) 所述主过滤元件还包括在所述第一和第二端盖之间延伸的外部支撑衬管；

(b) 所述第二端盖形成中心孔；

(c) 所述第二端盖包括径向朝外的密封部分：

5 (i) 所述径向朝外的密封部分是压缩在所述内部支撑衬管和所述进气管之间并紧贴它们的聚氨酯泡沫材料材料，在所述主过滤元件和所述空气净化器外壳之间形成第一径向密封。

77. 权利要求 74 所述的系统，其特征在于它还包括：

(a) 可操作地安装在所述空气净化器外壳内的安全元件，所述安全元件包括：

10 (i) 介质组件的折叠结构，所述安全元件折叠结构包括许多折叠层；

(ii) 呈管状并形成敞开内腔的所述安全元件折叠结构；

(iii) 安全元件第一端盖和安全元件第二端盖，所述安全元件折叠结构结合在所述安全元件第一和第二端盖之间并在其中延伸；

(A) 所述安全元件第一端盖呈形成开口的环状；

(B) 所述安全元件第二端盖是封闭的；

15 (iv) 包括径向朝外密封部分的所述安全元件第一端盖，所述径向朝外的密封部分是可压缩形成在所述安全元件和所述空气净化器外壳进气管之间径向密封的聚氨酯材料。

78. 权利要求 74 所述的系统，其特征在于：

(a) 所述折叠结构呈管状并形成敞开内腔；

20 (b) 所述空气净化器外壳包括一轭状装置，用于将所述外壳固定在所述主过滤元件上；

(c) 所述主过滤元件还包括：

(i) 第一开口端盖和相对的第二端盖；

(A) 所述介质组件结合在所述介质组件的第一末端的所述第一端盖上；

25 (B) 所述介质组件结合在所述介质组件的第二末端的所述第二端盖上；

(C) 所述第一端盖包括轴向密封部分；

(d) 所述轴向密封部分被所述轭状装置压在所述空气净化器外壳上，在所述主过滤元件和所述空气净化器外壳之间形成轴向密封。

79. 权利要求 74 所述的系统，其特征在于：

30 (a) 所述主过滤元件包括结合到所述折叠结构上的第一和第二相对的端盖：

(i) 所述第一端盖形成许多进空气孔和出口管；

(A) 所述出口管固定在所述发动机进空气导管上；

(ii) 所述折叠结构呈管状并形成敞开内腔;

(iii) 所述第二端盖是封闭的;

(iv) 所述空气净化器外壳不可拆卸地固定在所述第一和第二端盖上。

80. 权利要求 74 所述的系统, 其特征在于:

5 (a) 所述主过滤元件包括:

(i) 具有外周边的板式过滤结构;

(ii) 至少 40 层的折叠层, 所述各折叠层的折叠深度至少为 2 英寸;

(iii) 外周边内的面积至少为 35 平方英寸;

(iv) 沿所述外周边的聚合物材料外密封圈。

10 81. 包括流体压缩机并具有安装能过滤压缩机进入空气的空气净化器, 所述空气净化器包括外壳和可操作固定在其中的主过滤元件, 所述主过滤元件包括:

(a) 所述具有第一末端和相对的第二末端的介质组件;

(i) 所述介质组件包括介质复合物的折叠结构, 所述折叠结构包括许多其长度从所述第一末端向所述第二末端延伸的折叠层;

15 (ii) 包括至少部分被薄层覆盖的基底的介质复合物;

(A) 所述薄层包含直径约为 0.01~0.5 微米的纤维, 当将所述纤维暴露在 140 °F 的空气和 100% 相对湿度的测试条件下 16 小时后, 保留有 30% 以上过滤效果不变的纤维, 所述纤维包含选自以下组的聚合物组合物:

20 (a) 加成聚合物和约 2~25 重量%的添加剂, 所述添加剂包括分子量约为 500~3000 且具有芳香性的树脂材料, 而且所述添加剂可混合在聚合物中,

(b) 缩合聚合物和约 2~25 重量%的添加剂, 所述添加剂包括分子量约为 500~3000 且具有芳香性的树脂材料, 而且所述添加剂可混合在缩合聚合物中,

(c) 它们的混合物。

25 82. 权利要求 81 所述的系统, 其特征在于所述聚合物是溶液中的组分, 所述溶液包含主要比例的水性醇溶剂以及以溶液计约 3~30 重量%的聚合物组合物, 并且所述纤维保留有痕量的溶剂。

83. 权利要求 81 所述的系统, 其特征在于所述加成聚合物是聚卤乙烯、聚偏二卤乙烯以及它们的混合物。

30 84. 权利要求 81 所述的系统, 其特征在于所述缩合聚合物是尼龙聚合物, 所述尼龙聚合物是具有来自环状内酰胺的重复单元的均聚物。

85. 权利要求 81 所述的系统, 其特征在于所述缩合聚合物包含和第二尼龙聚合物混合的尼龙共聚物, 所述第二尼龙聚合物在分子量或单体组成方面不同。

86. 权利要求 81 所述的系统，其特征在于所述聚合物是聚乙烯醇。

87. 权利要求 86 所述的系统，其特征在于所述聚乙烯醇是用约 1~40 重量%交联剂进行交联的。

88. 权利要求 84 所述的系统，其特征在于所述尼龙聚合物和第二尼龙聚合物混合，
5 所述第二尼龙聚合物是烷氧基烷基改性聚酰胺。

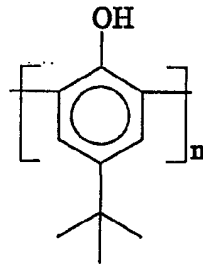
89. 权利要求 88 所述的系统，其特征在于处理所述聚合物，形成通过差示扫描量热法测量认为是单相材料的单一聚合组合物。

90. 权利要求 81 所述的系统，其特征在于所述聚合物包括聚氯乙烯。

91. 权利要求 90 所述的系统，其特征在于所述聚氯乙烯是交联的。

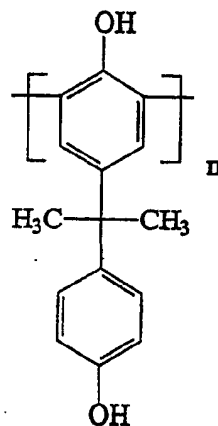
10 92. 权利要求 81 所述的系统，其特征在于所述加成聚合物包括含有叔丁基苯酚的低聚物。

93. 权利要求 92 所述的系统，其特征在于所述添加剂是含有下式所示重复单元的低聚物。



15 94. 权利要求 81 所述的系统，其特征在于所述树脂是含有双酚 A 的低聚物。

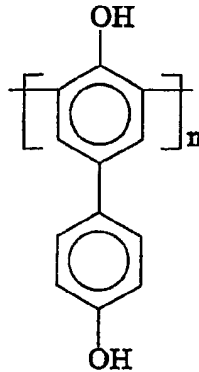
95. 权利要求 94 所述的系统，其特征在于所述添加剂是含有下式所示重复单元的低聚物。



20 96. 权利要求 81 所述的系统，其特征在于所述树脂是含有二羟基取代联苯的低聚物。

97. 权利要求 96 所述的系统，其特征在于所述添加剂是含有下式所示重复单元的

低聚物。



98. 权利要求 81 所述的系统，其特征在于所述聚合物是溶液中的组分，所述溶液包含主要比例的水性醇溶剂以及以溶液计约 3~30 重量%的聚合组合物。

5 99. 权利要求 83 所述的系统，其特征在于所述聚偏二卤乙烯是聚偏二氯乙烯。

100. 权利要求 83 所述的系统，其特征在于所述聚偏二卤乙烯是聚偏二氟乙烯。

101. 权利要求 87 所述的系统，其特征在于所述交联的聚乙烯醇是使用分子量约为 1000~3000 的聚丙烯酸进行交联的。

102. 权利要求 87 所述的系统，其特征在于所述交联的聚乙烯醇是使用分子量约
10 为 1000~3000 的蜜胺-甲醛树脂进行交联的。

103. 权利要求 81 所述的系统，其特征在于：

(a) 所述系统包括空气进气量额定为至少 100cfm 的发动机；

(b) 当在空气流量最高为 600cfm 下评价时，所述主元件具有能提供不大于 3 英寸 H₂O 柱初始限制的尺寸和结构。

15 104. 权利要求 103 所述的系统，其特征在于：

(a) 所述折叠结构呈管状并形成敞开内腔；

(b) 所述空气净化器外壳包括进气管，所述主过滤元件可操作地安装在所述进气管上；

(c) 所述主过滤元件还包括：

20 (i) 第一开口端盖和相对的第二端盖

(A) 所述介质组件结合在所述介质组件的第一末端的第一端盖上；

(B) 所述介质组件结合在所述介质组件的第二末端的第二端盖上；

(ii) 在所述第一端盖和所述第二端盖之间延伸的内部支撑衬管；

(iii) 包括径向密封部分的所述第一端盖；

25 (A) 所述径向密封部分向内朝向所述敞开内腔；

(B) 所述径向密封部分是压缩在所述内部支撑衬管和所述进气管之间

并紧贴它们的聚氨酯泡沫材料材料，在所述主过滤元件和所述空气净化器外壳之间形成第一径向密封。

105. 权利要求 103 所述的系统，其特征在于：

(a) 所述主过滤元件还包括在所述第一和第二端盖之间延伸的外部支撑衬管；

5 (b) 所述第二端盖形成中心孔；

(c) 所述第二端盖包括径向朝外的密封部分：

(i) 所述径向朝外的密封部分是压缩在所述内部支撑衬管和所述进气管之间并紧贴它们的聚氨酯泡沫材料材料，在所述主过滤元件和所述空气净化器外壳之间形成第一径向密封。

10 106. 权利要求 103 所述的系统，其特征在于它还包括：

(a) 可操作地安装在空气净化器外壳内的安全元件，所述安全元件包括：

(i) 介质组件的折叠结构，所述安全元件折叠结构包括许多折叠层；

(ii) 呈管状并形成敞开内腔的所述安全元件折叠结构；

15 (iii) 安全元件第一端盖和安全元件第二端盖，所述安全元件折叠结构结合在所述安全元件第一和第二端盖之间并在其中延伸；

(A) 所述安全元件第一端盖呈形成开口的环状；

(B) 所述安全元件第二端盖封闭；

20 (iv) 包括径向朝外的密封部分的所述安全元件第一端盖，所述径向朝外的密封部分是可压缩形成在所述安全元件和所述空气净化器外壳进气管之间径向密封的聚氨酯材料。

107. 权利要求 103 所述的系统，其特征在于：

(a) 所述折叠结构呈管状并形成敞开内腔；

(b) 所述空气净化器外壳包括一轭状装置，用于将所述外壳固定在所述主过滤元件上；

25 (c) 所述主过滤元件还包括：

(i) 第一开口端盖和相对的第二端盖；

(A) 所述介质组件结合在所述介质组件的第一末端的第一端盖上；

(B) 所述介质组件结合在所述介质组件的第二末端的第二端盖上；

(C) 所述第一端盖包括轴向密封部分；

30 (d) 所述轴向密封部分被所述轭状装置压在所述空气净化器外壳上，在所述主过滤元件和所述空气净化器外壳之间形成轴向密封。

108. 权利要求 103 所述的系统，其特征在于：

(a) 所述主过滤元件包括粘合到所述折叠结构上的第一和第二相对的端盖：

(i) 所述第一端盖形成许多进空气孔和出口管；

(A) 所述出口管固定在所述发动机进空气导管上；

(ii) 所述折叠结构呈管状并形成敞开内腔；

5 (iii) 所述第二端盖是封闭的；

(iv) 所述空气净化器外壳不可拆卸地固定在所述第一和第二端盖上。

109. 权利要求 103 所述的系统，其特征在于：

(a) 所述主过滤元件包括：

(i) 具有外周边的板式过滤结构；

10 (ii) 至少 40 层的折叠层，所述各折叠层的折叠深度至少为 2 英寸；

(iii) 外周边内的面积至少为 35 平方英寸；

(iv) 沿所述外周边的聚合物材料外密封圈。

110. 权利要求 81 所述的系统，其特征在于：

(a) 所述折叠结构呈管状并形成敞开内腔；

15 (b) 所述空气净化器外壳包括一轭状装置，用于将所述外壳固定在所述主过滤元件上；

(c) 所述主过滤元件还包括：

(i) 第一开口端盖和相对的第二端盖；

(A) 所述介质组件结合在所述介质组件的第一末端的第一端盖上；

20 (B) 所述介质组件结合在所述介质组件的第二末端的第二端盖上；

(C) 所述第一端盖包括轴向密封部分；

(D) 所述轴向密封部件被所述轭状装置压在所述空气净化器外壳上，在所述主过滤元件和所述空气净化器外壳之间形成轴向密封。

25 111. 包括由燃气轮机提供动力的车辆以及具有安装能过滤燃气轮机进入空气的空气净化器，所述空气净化器包括：

(a) 具有第一过滤板和第二过滤板的介质组件；

(i) 所述第一和第二过滤板均包括介质复合物的折叠结构，所述折叠结构包括许多折叠层；

(ii) 包括至少部分被薄层覆盖的基底的介质复合物；

30 (A) 所述薄层中包含直径约为 0.01~0.5 微米的纤维，当将所述纤维暴露在 140°F 的空气和 100% 相对湿度的测试条件下 16 小时后，保留有 30% 以上过滤效果不变的纤维，所述纤维包含选自以下组中的聚合物组合物：

(a) 加成聚合物和约 2~25 重量%的添加剂, 所述添加剂是分子量约为 500~3000 且具有芳香性的树脂材料, 并且所述添加剂可混合在聚合物中,

(b) 缩合聚合物和约 2~25 重量%的添加剂, 所述添加剂是分子量约为 500~3000 且具有芳香性的树脂材料, 并且所述添加剂可混合在缩合聚合物中,

5

(c) 它们的混合物。

112. 权利要求 111 所述的系统, 其特征在于所述加成聚合物是聚卤乙烯、聚偏二卤乙烯以及它们的混合物。

113. 权利要求 111 所述的系统, 其特征在于所述缩合聚合物是尼龙聚合物, 所述尼龙聚合物是具有来自环状内酰胺的重复单元的均聚物。

114. 权利要求 111 所述的系统, 其特征在于所述缩合聚合物包含和第二尼龙聚合物混合的尼龙共聚物, 所述第二尼龙聚合物在分子量或单体组成方面不同。

115. 权利要求 111 所述的系统, 其特征在于所述聚合物是聚乙烯醇。

116. 权利要求 115 所述的系统, 其特征在于所述聚乙烯醇是用约 1~40 重量%交联剂进行交联的。

117. 权利要求 113 所述的系统, 其特征在于所述尼龙聚合物和第二尼龙聚合物混合, 所述尼龙聚合物是烷氧基烷基改性聚酰胺。

118. 权利要求 117 所述的系统, 其特征在于处理所述聚合物, 形成通过差示扫描量热法测量认为是单相材料的单一聚合物组合物。

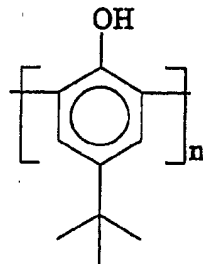
119. 权利要求 81 所述的系统, 其特征在于所述聚合物是聚氯乙烯。

120. 权利要求 119 所述的系统, 其特征在于所述聚氯乙烯是交联的。

121. 权利要求 111 所述的系统, 其特征在于所述加成聚合物是含有叔丁基苯酚的低聚物。

122. 权利要求 121 所述的系统, 其特征在于所述添加剂是含有下式所示重复单元的低聚物。

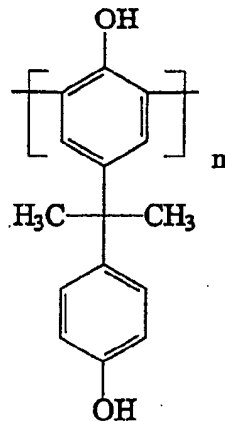
25



123. 权利要求 111 所述的系统, 其特征在于所述树脂是含有双酚 A 的低聚物。

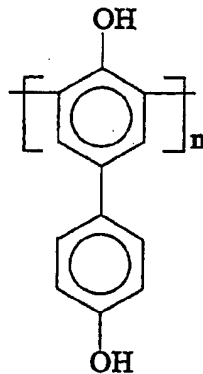
124. 权利要求 123 所述的系统, 其特征在于所述添加剂是含有下式所示重复单元

的低聚物。



125. 权利要求 111 所述的系统，其特征在于所述树脂是含有二羟基取代联苯的低聚物。

- 5 126. 权利要求 125 所述的系统，其特征在于所述添加剂是含有下式所示重复单元的低聚物。



127. 权利要求 111 所述的系统，其特征在于：

- (a) 所述介质组件包括第一末端和第二末端；
10 (b) 所述第一和第二过滤平板定向成 V 型，并沿从所述第一末端向第二末端延伸的方向相互斜开，在所述介质组件中第一和第二过滤平板之间形成净化空气空间。

128. 过滤空气的方法，所述空气温度至少为 140°F，该方法包括：

- (a) 将空气引导通过介质复合物；
(i) 所述复合物包括折叠结构的片状基底；
15 (ii) 基底至少部分被薄层覆盖，所述薄层包含直径约为 0.1~0.5 微米的纤维，当将所述纤维暴露在 140°F 的空气和 100% 相对湿度的测试条件下 16 小时后，保留有 30% 以上过滤效果不变的纤维，所述纤维包含选自以下组中的聚合物组合物：

(a) 加成聚合物和约 2~25 重量%的添加剂，所述添加剂包括分子量约为 500~3000 且具有芳香性的树脂材料，并且所述添加剂可混合在聚合物中，

(b) 缩合聚合物和约 2~25 重量%的添加剂,所述添加剂包括分子量约为 500~3000 且具有芳香性的树脂材料,并且所述添加剂可混合在缩合聚合物中,

(c) 它们的混合物。

129. 权利要求 128 所述的方法,其特征在于:

5 (a) 将空气引导通过介质组件的步骤,包括将空气导入发动机的进空气导管,该发动机的进气流量额定至少为 3cfm,所述折叠结构呈管状,具有许多在第一和第二相对端盖之间延伸的折叠层。

130. 权利要求 128 所述的方法,其特征在于将空气引导通过介质组件的步骤,包括将空气导入流体压缩机的进空气导管,且所述折叠结构是至少具有 40 层各折叠深度
10 至少为 2 英寸的折叠层的板式过滤器。

131. 权利要求 128 所述的方法,其特征在于:

(a) 将空气引导通过介质组件的步骤,包括将空气导入燃气轮机动力坦克的进空气导管,且所述折叠结构包括定向为 V 型的第一和第二折叠过滤板。

132. 过滤元件,该元件包括:

15 (a) 介质组件,该介质组件包括:

(i) 介质复合物的结构,所述结构包括具有许多折叠层的片状基底,所述折叠层具有从所述第一末端向所述第二末端延伸的长度;

(ii) 所述结构呈管状并形成具有第一和第二相对末端的敞开内腔;

(iii) 至少部分被薄层覆盖的片状基底;

20 (A) 所述薄层包含聚合物细纤维,所述细纤维包含直径约为 0.01~0.5 微米的纤维,当将所述纤维暴露在 140°F 的空气和 100%相对湿度的测试条件下 16 小时后,保留有 30%以上过滤效果不变的纤维,所述纤维包含缩合聚合物和约 2~25 重量%添加剂,所述添加剂是分子量为 500~3000 并具有芳香性的树脂材料,且所述添加剂可混合于缩合聚合物中,所述缩合聚合物是由环状内酰胺和 C₆₋₁₀ 二
25 胺单体或者 C₆₋₁₀ 二酸单体形成的共聚物以外的共聚物。

(b) 第一端盖和第二端盖;

(i) 所述介质组件固定在所述介质组件第一末端的所述第一端盖上;

(ii) 所述介质组件固定在所述介质组件第二末端的所述第二端盖上;

30 (iii) 所述第一和第二端盖中至少一个包括径向密封部分,所述径向密封部分是可朝所述介质组件方向压缩的聚氨酯材料。

133. 权利要求 132 所述的元件,其特征在于所述纤维聚合物是由溶液中一组分形成的,所述溶液包含主要比例的水性醇溶剂以及以溶液计约 3~30 重量%的聚合组合

物，并且所述纤维保留有痕量的溶剂。

134. 权利要求 132 所述的元件，其特征在于所述缩合聚合物是聚对苯二甲酸亚烷基二酯。

135. 权利要求 132 所述的元件，其特征在于所述缩合聚合物是聚萘酸亚烷基二酯。

5 136. 权利要求 135 所述的元件，其特征在于所述缩合聚合物是聚对苯二甲酸乙二酯。

137. 权利要求 132 所述的元件，其特征在于所述缩合聚合物是和第二尼龙聚合物混合的，所述第二尼龙聚合物在分子量或单体组成方面不同。

10 138. 权利要求 132 所述的元件，其特征在于所述缩合共聚物和第二尼龙聚合物混合的，所述第二尼龙聚合物是烷氧基烷基改性聚酰胺。

139. 权利要求 132 所述的过滤元件，其特征在于：

(a) 所述密封部分是模塑密度为 14~22 磅/英寸³的聚氨酯泡沫材料。

140. 权利要求 132 所述的过滤元件，其特征在于：

15 (a) 所述第一端盖是形成敞开中心的环状，并且包括面向所述敞开中心的内部径向表面；

(i) 所述密封部分包括所述内部径向表面。

141. 权利要求 132 所述的过滤元件，其特征在于它还包括：

(a) 在所述第一和第二端盖之间延伸的内部支撑衬管；

(i) 所述内部支撑衬管位于所述密封部分和所述介质组件之间。

20 142. 权利要求 132 所述的过滤元件，其特征在于：

(a) 所述第一和第二端盖中至少一个包括外部径向表面；

(i) 所述密封部分包括所述外部径向表面。

143. 权利要求 132 所述的过滤元件，其特征在于它还包括：

(a) 在所述第一和第二端盖之间延伸的内部支撑衬管；

25 (b) 在所述第一和第二端盖之间延伸的外部支撑衬管；

(i) 许多所述的折叠层的折叠长度至少为 6 英寸，且折叠深度至少为 1 英寸。

144. 权利要求 111 所述的过滤元件，其特征在于所述车辆是军用坦克。

145. 权利要求 111 所述的过滤元件，其特征在于所述车辆是公共汽车。

30 146. 用于过滤车厢通风空气的方法，所述车辆在操作的任何时期其温度至少为 140 °F，所述方法包括：

(a) 将空气引导通过介质复合物；

(i) 所述复合物包括折叠结构的片状基底；

(ii) 基底至少部分被薄层覆盖, 所述薄层包含直径约为 0.1~0.5 微米的纤维, 当将所述纤维暴露在 140°F 的空气和 100% 相对湿度的测试条件下 16 小时后, 保留有 30% 以上过滤效果不变的纤维, 所述纤维包含选自以下组中的聚合物组合物:

5 (a) 加成聚合物和约 2~25 重量% 的添加剂, 所述添加剂包括分子量约为 500~3000 且具有芳香性的树脂材料, 而且所述添加剂可混合在聚合物中,

(b) 缩合聚合物和约 2~25 重量% 的添加剂, 所述添加剂包括分子量约为 500~3000 且具有芳香性的树脂材料, 而且所述添加剂可混合在缩合聚合物中,

(c) 它们的混合物。

147. 权利要求 146 所述的方法, 其特征在于:

10 (a) 将空气引导通过介质组件的步骤, 包括将空气引导进入发动机的进空气导管, 该发动机的进空气流量至少额定为 3cfm, 所述折叠结构呈管状, 并具有许多在第一和第二相对端盖之间延伸的折叠层。

148. 权利要求 147 所述的方法, 其特征在于将空气引导通过介质组件的步骤, 包括将空气导入流体压缩机的进气导管, 且所述折叠结构是至少具有 40 层各折叠深度至少为 2 英寸的折叠层的板式过滤器。

149. 权利要求 148 所述的方法, 其特征在于:

(a) 将空气引导通过介质组件的步骤, 包括将空气导入进空气导管, 且所述折叠结构包括定向为 V 型的第一和第二折叠过滤板。

利用折叠结构的过滤设备和方法

5 本申请是美国公司及居民 Donaldson Company, Inc. 于 2001 年 8 月 10 日提交的 PCT 国际专利申请, 该申请选定除美国外所有的国家, 并要求提交于 2000 年 9 月 5 日的美国专利 No. 60/230, 138 和提交于 2001 年 5 月 31 日的美国专利 No. 09/871, 582 的优先权。

10 发明领域

本发明涉及过滤设备和过滤方法。更具体的是, 本发明涉及用于从气流如空气流中过滤颗粒物质的设备。本发明还涉及用于从气流中按照要求地除去颗粒物质的方法。

15 本发明是本发明受让人 Donaldson Company, Inc., of Minneapolis, Minnesota 不断开发的研究成果。本公开内容涉及和美国专利 B2 4, 720, 292、Des416, 308、5, 613, 992、4, 020, 783 和 5, 112, 372 的主题有关的连续技术研究。前句中所述的各专利也属于 Donaldson, Inc., of Minneapolis, Minnesota, 且各专利全部公开的内容都参考结合于此。

20 本发明也涉及对热、湿度、活性物质和机械应力有高环境稳定性聚合物可以制造的材料和纤维。这种材料可用来形成具有改进稳定性和强度的细纤维, 如微米纤维和纳米纤维。随着纤维细度的降低, 材料的经久性会日益成为一个问题。这种细纤维可用于各种用途中。在一个用途中, 可以使用这种细纤维工艺来制备过滤结构。所述工艺涉及在过滤介质中具有一层或多层细纤维的结构。为性能和经久性的综合考虑, 可以对这种结构、组合物和纤维细度进行选择。

25

发明背景

30 气流中通常携带有颗粒物质。这许多情况下, 从气流中除去一些或者所有颗粒物质是必要的。例如, 机动车或发电设备用的发动机进入气流、导入燃气轮机的气流和进入各种燃烧炉的气流都常包含颗粒物质。所述颗粒物质会对操作设备产生实质性的损害。宜将颗粒从进入发动机、气轮机、炉子或者其它设备的气流中除去。

在其它情况下，产出气或者排出气会含有颗粒物质，例如，由包括研磨、化学处理、烧结、涂漆等过程所产生的气体。在可以或者应该将这种气体导向各种下游设备和/或大气之前，充分除去这些气流中的颗粒物质是很重要的。

5 本发明涉及这种结构中的过滤部件和改进的过滤技术。本发明也涉及高性能的聚合组合物，它们可以用于许多相关的应用，包括形成纤维、微米纤维、纳米纤维、纤维织网、纤维垫以及如薄膜、涂层或者膜的渗透性结构。本发明的聚合物材料是具有使各种物理形状和形式的聚合物材料在过滤结构中能经受湿气、热量、气流、化学物质和机械应力或冲击的降解作用的物理性能的组合和方法。

10 在制造非织造细纤维过滤介质中，已经使用了各种包括玻璃纤维、金属、陶瓷和许多种聚合组合物的材料。已经使用了各种技术制造直径细小的微米纤维和纳米纤维。一种方法包括使呈熔融态或者处于随后要蒸发的溶液中的材料经过细小的毛细管或者开孔。这种纤维也可以通过使用常用于制造如尼龙的合成纤维的“喷丝嘴”来形成。已知也可以使用静电抽丝技术。这种技术涉及使用皮下注射针、喷嘴、毛细管或者可动发射器。这些结构可以提供聚合物液体溶液，然后可在高压静电场中将其吸引到一收集区域。由于这些材料从发射器中射出并在静电区中加速，通过蒸发溶剂可以形成纤维结构，并且该纤维很细。

15 由于可以预想更多用于过滤介质的苛刻用途，要求性能显著提高的材料，它能经受 100~250°F，最高至 300°F 的高温、10~90%最高至 100%RH 的高湿度、气体和液体的高流速以及经受过滤微米和亚微米颗粒(约 0.01~10 微米以上)、从流体中除去研磨性和非研磨性以及活性和非活性颗粒的严格考验。

因此，需要高性能的聚合物材料、微米和纳米纤维材料和过滤结构，用来过滤高温、高湿度、高流速并含有所述微米和亚微米颗粒物质的流体。

25 发明概述

本文提供了用于空气净化器设备的设计和应用的一般技术。所述技术包括优选的过滤部件形式以及优选的应用和过滤方法。

一般来说，优选的用途涉及空气过滤器中有效地利用阻挡介质，通常是折叠介质以及细纤维。

30 所述过滤介质至少包括在机械稳定的过滤结构中基底材料结合的微米或者纳米纤维织网层。当流体如气体或者液体流经过滤介质时，这些薄层提供优良的过滤性能、高的颗粒捕获性能和最小流量限制时的效率。所述基底可以位

于流体前面、后面或者在内层中。近年来，许多工业已经充分注意到用来过滤即除去流体如气体或者某些情况下液体中不想要的颗粒的过滤介质的使用。普通的过滤方法可以除去包括空气流或者其它气流或者液流如水力流体、润滑油、燃料油、水流或其它流体中的颗粒。这种过滤方法要求微米纤维和基底材料具有机械强度、化学和物理稳定性。所述过滤介质能处于在很广范围的温度条件、湿度、机械振动和冲击以及流体所含活性和非活性、磨损或非磨损性颗粒中。而且，过滤介质通常要求具有置于逆向压力脉冲(流体短暂的逆流用以除去颗粒表面层)时的自我净化能力或者其它能除去过滤介质表面所含颗粒的净化机理。这些逆向净化可以充分改进(即)降低脉冲净化后的压力降。脉冲净化后通常不能提高其颗粒捕获效率，但是脉冲净化可以降低压力降，节省过滤操作所需的能量。这种过滤器可以拆卸下来，供使用，但须在水性或者非水性净化组合物中清洗。这种介质常通过在多孔基底上抽出细纤维然后形成微米纤维的薄层、织网或者交叉织网的方法来制造。在抽丝过程中，所述纤维可以在纤维之间形成机械结合，将薄层连锁或者使之成为整体，将所述纤维固定成一薄层。然后将这种材料结合在基底上，制成所需的过滤形式如筒式、平盘式、箱式、平板式、袋式和囊式。在这些结构中，所述介质可以充分折叠、辊压或者以其他方式固定在支撑结构上。

这里所述的过滤设备可以用于各种用途，包括设备包装、车厢通风、船舱空气过滤、路上汽车和越野车的发动机以及生产设备如压缩机和其它相关用途。

附图简要说明

图 1 显示典型的制造本发明显细纤维用静电发射器驱动装置。

图 2 显示图 1 中所示细纤维形成工艺中用于将细纤维引到过滤基底上的装置。

图 3 相比微小的即 2 和 5 微米的颗粒物质，显示支撑材料典型的内部结构并另行显示本发明的细纤维材料。

图 4~11 是和实施例 13 有关的 ESCA 分析光谱。

图 12 显示本发明实施例 5 的 0.23 微米和 0.45 微米的微米纤维材料的稳定性。

图 13~16 显示相比未改性的尼龙共聚物溶剂可溶性聚酰胺，实施例 5 和 6 材料高的温度稳定性和湿度稳定性。

图 17~19a 证明了两种共聚物即尼龙均聚物和尼龙共聚物的混合物经热处理并和添加剂混合后,就形成不会呈现两种单独聚合物材料可识别的特征、但呈现出交联或者其他方式化学结合的单相的单一组分材料。

图 20 是具有空气进入系统和空气净化系统的发动机系统的示意图。

- 5 图 21 是都安装在和图 20 所示发动机系统一起使用的空气流管上的主过滤部件和安全过滤部件的截面示意图。

图 22 是图 21 所示主过滤部件的局部侧视图。

图 23 是图 21 和 22 所示主过滤部件端盖和密封部分的局部截面放大示意图。

图 24 是图 21 所示安全过滤部件的局部侧视图。

- 10 图 25 是能和图 20 所示发动机系统一起使用的另一个空气净化器的侧视图。

图 26 是图 25 所示包括外壳和主过滤部件的空气净化器的示意性部件分解侧视图。

图 27 是沿图 25 的线 8-8 安装在空气净化器外壳上的主过滤部件的截面放大图。

- 15 图 28 是沿图 25 的线 9-9 安装在空气净化器外壳上的主过滤部件另一部分的截放大图。

图 29 是可以和图 20 所示发动机系统一起使用的另一空气净化器的部分截面局部侧视图。

- 20 图 30 是可以和图 20 所示发动机系统一起使用的另一空气净化器的部分截面局部侧视图。

图 31 是图 30 所示空气净化器的局部端视图。

图 32 是可以和图 20 所示发动机系统一起使用的平板过滤部件的侧视图。

图 33 是图 32 所示平板过滤器的顶视图。

图 34 是其中具有空气进入系统和主过滤部件的流体压缩机系统的示意图。

- 25 图 35 是部分除去的空气过滤设备的平面图。

图 36 是图 37 所示空气过滤设备中所用的过滤组件(V-组装)的透视图。

图 37 是过滤组件沿图 36 线 20-20 的截面视图。

发明的详细说明

- 30 A. 微米纤维或细纤维聚合物材料

本发明提供改进的聚合物材料。这种聚合物具有改进的物理和化学稳定性。直径为 200 纳米~10 微米的聚合物细纤维(微米纤维和纳米纤维)可以制成有用

的产品形式(例如,当在基底上形成时)。纳米纤维是直径小于200纳米或0.2微米的纤维。微米纤维是直径大于0.2微米但不大于10微米的纤维。这种细纤维可以制成改进的多层微过滤结构的形式。本发明的细纤维层中是随机分布的细纤维,它们可相互结合形成连锁织网。

5 主要是由于细纤维可以阻挡颗粒通过,所以可以获得过滤性能。由附着了细纤维的基底提供刚性、强度、折叠能力这些结构性能。所述细纤维的连锁织网网络具有重要的特征:呈微米纤维或纳米纤维形式的细纤维,纤维之间相对小的开孔、锐孔或者空隙。这种纤维间的空隙通常约为0.01~25微米或者通常约为0.1~10微米。

10 所述过滤产品含有形成于基底上的细纤维层。来自合成、天然来源的纤维(例如,聚酯和纤维素层)很细,适于基底选择。所述细纤维对全部细纤维和基底过滤介质来说厚度增加小于1微米。在使用中,过滤器可以阻止附带颗粒流经细纤维层,并形成所捕获颗粒的表面负载层。所述包括灰尘或者其它附带颗粒的颗粒,迅速在细纤维表面形成粉饼,并且能保持很高的起始和总体颗粒去除效率。即使具有粒径约为0.01~1微米的相当细的污染物,含有细纤维的过滤介质仍具有很高的颗粒捕获容量。

15 这里所述的聚合物材料对于热量、湿度、高流速、逆向脉冲净化、操作磨损、亚微米颗粒、使用中过滤器的净化以及其它苛刻条件的不利影响,都有相当高的经久性。所述改进的微米纤维和纳米纤维性能是形成微米纤维或纳米纤维的聚合物材料特性改进的结果。而且,使用改进聚合物材料的本发明过滤介质提供许多包括更高效率、更低流量限制、粒状研磨性颗粒存在下的高耐久性(和应力有关或者和环境有关)以及不含疏松纤维或原纤维的光滑外表面的优点。所述过滤材料的总体结构提供能提高单位体积介质面积、降低经过介质的速度、提高介质效率以及降低流量限制的总体上更细的过滤介质。

25 所述细纤维可以由聚合物材料或者聚合物加上添加剂制得。本发明一个优选的方式就是含有第一种和第二种聚合物的聚合物混合物,所述两种聚合物是在高温下经调整或者处理的不同聚合物(在聚合物类型、分子量或者物理性能上不同)。所述聚合物混合物可以反应形成单一的化学物质或者通过退火过程物理混合成混合的组合物。退火意味着象结晶上、应力释放或者取向上的物理变化。优选含材料进行化学反应,形成单一的聚合物质,使得经差示扫描量热法分析认为是单一的聚合物材料。当和优选的添加剂材料混合时,这种材料可以在微米纤维上形成添加剂的表面涂层,以致在高温、高湿度以及艰难的操作

条件下能提供疏油性、疏水性或者其它相关的改进稳定性。此类材料的细纤维，其直径可以约为 0.01~5 微米。这种微米纤维可以具有包含添加剂材料相异的，或者添加剂材料外涂层的光滑表面，所述添加剂材料部分溶解在聚合物表面上或在聚合物表面上形成合金或者两种情况都有。用于混合聚合物系统中的优选材料包括尼龙 6、尼龙 66、尼龙 610、尼龙(6-66-610)共聚物和其它线型脂肪族尼龙组合物。用端基滴定法分析了一种优选尼龙共聚物树脂(SVP-651)的分子量。(J. E. Walz 和 Taylor, determination of the molecular weight of nylon, Anal. Chem. Vol. 19, Number 7, pp448-450(1947))，其数均分子量 (M_n) 为 21,500~24,800。用三种组分尼龙，约 45%的尼龙 6、约 20%的尼龙 66 和约 25%的尼龙 610，的熔融温度相图来估测所述组合物。(第 286 页, Nylon Plastic Handbook, Melvin Kohan ed. Hanser Publisher, New York(1995))。

SVP-651 的物理性能为：

	性能	ASTM 方法	单位	代表值
15	比重	D-792	--	1.08
	吸水性(浸没 24 小时)	D-570	%	2.5
	硬度	D-240	肖尔 D	65
	熔点	DSC	°C (°F)	154(309)
	拉伸强度@屈服	D-638	兆帕	50(7.3)
20			(每平方英尺千磅)	
	断裂伸长	D-638	%	350
	弯曲模量	D-790	兆帕	180(26)
			(每平方英尺千磅)	
	体积电阻系数	D-257	欧姆-厘米	10^{12}

25

水解程度为 87.0~99.9+%的聚乙烯醇可以用于这种聚合物系统中。这些系统宜通过物理或者化学试剂进行交联。这些 PVOH 聚合物最好是交联的并且和显著量的疏油性和疏水性添加剂材料混合。

本发明另一优选的方式涉及混合有添加剂组合物的单一聚合物材料，该添加剂是用来提高纤维的使用寿命或者操作性能。本发明这一方面所用的优选聚合物包括缩合聚合物和加成聚合物如尼龙、聚偏二氯乙烯、聚偏二氟乙烯、聚乙烯醇，尤其是当它们和强疏油性和强疏水性添加剂混合时能与添加剂在细纤

维表面上的涂层中形成微米纤维或者纳米纤维的那些所材料。而且，这些聚合物的混合物，如这些尼龙的混合物、这些聚氯乙烯的混合物、这些聚二氟亚乙烯的混合物在本发明中很有用。而且，本发明也可设想使用不同聚合物的混合物或者合金。在这方面，聚合物的相容混合物在形成本发明微米纤维材料中很有用。可以使用例如含氟表面活性剂、非离子表面活性剂、低分子量树脂(例如分子量小于 3000 的叔丁基苯酚树脂)的添加剂组合物。所述树脂以在没有亚甲基桥键基团的存在条件下苯酚核心之间的低聚键合为特征。羟基和叔丁基可以在环的周围随机的位置。苯酚核心之间的键合通常邻近于羟基发生，不是随机的。类似地，所述聚合物材料可以和可溶于醇的由双酚 A 形成的非线型聚合树脂混合。这种材料类似于上述叔丁基苯酚，它是在不存在任何桥键基团如亚烯基或亚甲基条件下利用低聚键直接将芳香环连接到芳香环上形成的。

本发明尤其优选的材料包括直径约为 0.001~10 微米的微米纤维材料。优选的纤维细度为 0.05~0.5 微米。根据其最终用途和脉冲净化或者其他的净化类型，所述纤维可以选自 0.01~2 微米的纤维、0.005~5 微米的纤维或者 0.1~10 微米的纤维。具有此优选细度的纤维可以提供优良的过滤性能，易于逆向脉冲净化的性能以及其它特性。本发明优选的聚合物系统具有附着特性，当和纤维质基底接触时，能以足够的强度附着在基底上，可以抵抗逆向脉冲净化技术和其它机械应力的脱层作用。在这种方式中，所述聚合物材料必须一直附着在基底上，同时能经受相当于除逆向外经过过滤结构的常规过滤条件的脉冲净化作用力。当纤维和基底接触或者用热或压力后处理基底上的纤维时，这种附着力来自纤维形成的溶解效应。但是，聚合物的特性，例如类似于氢键的特定化学相互作用、 T_g 以上或者以下出现的聚合物和基底之间的接触以及包含添加剂的聚合物配方，在决定附着力时起着重要的作用。在附着时用溶剂或水蒸汽增塑的聚合物可以提高其附着力。

本发明重要的一个方面是利用这种微米纤维或者纳米纤维形成过滤结构。在这种结构中，本发明的细纤维材料形成在过滤基底上并附着在过滤基底上。可以使用天然纤维和合成纤维的基底，如纺粘织物，合成纤维的非织造织物以及由纤维质、合成和玻璃纤维的混合物制的非织造织物，非织造和机织的玻璃纤维织物，塑性状材料网例如挤出和冲孔的材料以及有机聚合物的 UF 和 MF 薄膜。然后将片状基底或者纤维质非织造织物形成过滤结构，将其置于包括空气流或者液流的流体中用来除去流体中悬浮或者夹带的颗粒。所述过滤材料的形状和结构要合乎设计工程师的要求。过滤部件形成之后的一个重要参数是它对

热量、湿度或者两者的经久性。本发明过滤介质的一个方面是对过滤材料经受长时间浸没在温水中的能力的测试。浸没测试可以提供有价值的关于细纤维经受湿热环境以及过滤部件在主要含有强净化表面活性剂和强碱性材料的水溶液中经受净化的能力的信息。适宜的是，本发明显细纤维材料可以经受浸没在热水中，同时保留至少 50%的形成于基底表面的细纤维作为活性过滤部分。细纤维保留 50%，可以保持足够的纤维效率，同时不损失过滤容量，也不增加背压力。最好的是至少保留 75%。

所述包含含有本发明微米或纳米纤维层的细纤维可以是直径约为 0.001~10 微米、宜为 0.05~0.5 微米的纤维。典型细纤维过滤层的厚度约为纤维直径的 1~100 倍，基重约为 0.01~240 微克/厘米²。

流体如空气和气流中通常携带有颗粒物质。需要除去流体中的一些或者所有的颗粒物质。例如，进入车厢的空气流、电脑磁盘驱动器中的空气，HVAC 空气，净化室中的流通空气，使用过滤袋、阻挡织网、机织材料的用途，进入车用或发电设备用发动机的空气，进入燃气轮机的气流以及进入各种燃烧炉中的空气流都往往包含颗粒物质。当为车厢空气过滤器时，为了使乘客舒适和/或美观应除去颗粒物质。至于进入发动机、燃气轮机和燃烧炉中的空气流和气流，要求除去颗粒物质，是因为颗粒会因各种相关的机理对内部工件产生实质性的损害。在其它情况下，来自工业过程或者发动机的产出气或者排出气中含有颗粒物质。在可以或者应该将这种气体排放到各种下游设备或大气之前，宜充分除去这些流体中的颗粒物质。

考虑以下的过滤器类型：表面负荷介质和深度介质，可以获得空气过滤器设计中对一些基本原理和问题的一般认识。这些介质类型已经作了深入的研究并已经被广泛地使用。例如，在 U.S. 专利 Nos. 5,082,476、5,238,474 和 5,364,456 中说明了和它们有关的某些原理。所述三个专利的全部内容参考结合于此。

过滤器的“使用寿命”通常根据选定的过滤器限制压力降进行定义。过滤器的压力增加将使用寿命限制在用途设计所限制的水平上。由于这种压力增加是负荷的结果，对相同效率的系统来说，较长的使用限期通常和较高的容量有直接关系。效率表征着介质捕获颗粒而不是让颗粒通过的倾向。通常，过滤介质除去气流中的颗粒越高效，所述过滤介质一般来说就越快接近“使用寿命”的压力差(假定其它变量保持恒定)。在本申请中，术语“过滤效果不变”是指保持足够的对于所选的用途来说必要的去除流体中颗粒的效率。

5 聚合物材料已经制成非织造和机织织网、纤维和微米纤维。所述聚合物材料提供产品稳定性所要求的物理性能。这些材料不应在尺寸上明显改变，不应降低其分子量，不应在阳光、湿气、高温或者其它负面环境影响下变得柔韧性较差，也不会出现应力裂缝或者出现物理退化。本发明涉及在遇到电磁辐射如环境光线、热量、湿气和其它物理作用时仍能保持物理性能的改进聚合物材料。

能用于本发明聚合组合物中的聚合物材料包括加成聚合物和缩合聚合物，如聚烯烃、聚缩醛、聚酰胺、聚酯、纤维素醚和酯、聚亚烃化硫、聚氧化芳撑 (polyarylene oxide)、聚砜、改性聚砜以及它们的混合物。属于这些类别的优选材料，包括以交联和非交联形式并以各种水解程度(87~99.5%)存在的聚
10 乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯(和其它丙烯酸树脂)、聚苯乙烯以及它们的共聚物(包括 ABA 型嵌段共聚物)、聚偏二氟乙烯、聚偏二氯乙烯和聚乙烯醇。优选的加成聚合物通常是玻璃态的(T_g 高于室温)。这是聚氯乙烯和聚甲基丙烯酸甲酯、聚苯乙烯组合物或合金或者聚偏二氟乙烯和聚乙烯醇材料低结晶的情况。一类聚酰胺缩合聚合物是尼龙材料。通常，尼龙术语中包括一
15 系列数字如尼龙 66，表示原料为 C_6 二胺和 C_6 二酸(第一个数字表示 C_6 二胺，第二个数字表示 C_6 二羧酸化合物)。另一种尼龙可以在少量水存在条件下由 ϵ -己内酰胺(C_6) (或其它 C_6 -内酰胺)缩聚作用制得。这种反应形成是线型聚酰胺的尼龙 6(由称为 ϵ -氨基己酸的环状内酰胺制得)。而且，也可以使用尼龙共聚物。共聚物可以是在反应混合物中混合各种二胺化合物、各种二酸化合物和各种环
20 状内酰胺结构、然后形成具有在聚酰胺结构中随机定位的单体材料的尼龙。例如，尼龙 6，6-6，10 材料是由己二胺和 C_6 、 C_{10} 二酸混合物制成的尼龙。尼龙 6-6，6-6，10 是通过共聚 ϵ -氨基己酸、己二胺和 C_6 、 C_{10} 二酸混合物材料制得的尼龙。

嵌段共聚物也能用于本发明的方法。对于这种共聚物，溶剂溶胀剂的选择
25 就很重要。所选的溶剂是两种嵌段都能溶解于其中的溶剂。一个例子为二氯甲烷溶剂中的 ABA(苯乙烯-EP-苯乙烯)或者 AB(苯乙烯-EP)聚合物。如果一种组分不溶于溶剂，它将会形成凝胶。这种嵌段共聚物的例子为 Kraton[®]型苯乙烯-b-丁二烯和苯乙烯-b-氢化丁二烯(乙烯基丙烯(ethylene propylene))、Pebax[®]型 ϵ -己内酰胺-b-环氧乙烷、Sympatex[®]聚酯-b-环氧乙烷以及环氧乙烷
30 与异氰酸酯的聚氨酯。

加成聚合物如聚偏二氟乙烯、间同聚苯乙烯、偏二氟乙烯和六氟丙烯的共聚物、聚乙烯醇、聚乙酸乙酯；无定形加成聚合物如聚丙烯腈以及它和丙烯酸

和甲基丙烯酸酯的共聚物、聚苯乙烯、聚氯乙烯以及各种共聚物、聚甲基丙烯酸甲酯和其各种共聚物可以相对简单地进行溶液抽丝，这是因为它们能在低压低温下溶解的缘故。但是，高结晶聚合物如聚乙烯和聚丙烯如果要进行溶液抽丝的话，就需要高温高压的溶剂。因此，聚乙烯和聚丙烯的溶液抽丝很困难。

5 静电溶液抽丝是制造纳米纤维和微米纤维的一种方法。

我们还发现将含有两种或多种聚合物材料混合的聚合组合物、合金形式或者交联化学键合结构的显著优点。我们认为这种聚合组合物能通过改变聚合物特性如提高聚合物链的柔韧性或者链活动性、提高总体分子量以及通过形成聚合物材料织网络进行增强来改进其物理性能。

- 10 在这种观念的一个实施方式中，为获得有益的性能可以混合两种相关的聚合物材料。例如，将高分子量聚氯乙烯和低分子量聚氯乙烯混合。类似地，可以将高分子量尼龙材料和低分子量尼龙材料混合。而且，可以混合不同种类的常规聚合物物质。例如，高分子量苯乙烯可以和低分子量、高耐冲击性的聚苯乙烯混合。尼龙 6 材料可以和尼龙共聚物如尼龙 6；6-6；6，10 共聚物混合。
- 15 而且，低水解度的聚乙烯醇如 87%水解的聚乙烯醇可以和水解度为 98~99.9% 以及更高的完全或者超水解聚乙烯醇混合。混合物中所有的这些材料可以利用合适的交联机理进行交联。尼龙可以使用能和酰胺键合中氮原子反应的交联剂进行交联。聚乙烯醇材料可以使用羟基活性材料如单醛类，例如甲醛、尿素、蜜胺-甲醛树脂及其类似物、硼酸和其它无机化合物、二醛类、二酸类、氨基
- 20 甲酸乙酯类、环氧类以及其它已知的交联剂进行交联。交联技术是人们熟知的，易于理解的现象，在其中交联剂反应并在聚合物链之间形成共价键，大大提高分子量、耐化学性、总体强度和耐机械降解性能。

- 我们已经发现添加剂材料能显著提高细纤维形式聚合物材料的性能。添加剂的存在可以显著提高对热、湿气、冲击、机械应力和其它负面环境作用的经
- 25 久性。我们已经发现在制作本发明微米纤维材料时，所述添加剂材料可以提高其疏油性、疏水性并似乎可对提高材料化学稳定性有帮助。我们认为由于这些添加剂可以形成保护涂层、烧蚀表面或者渗入表面一定深度来提高聚合物材料的性质，在这些疏油性和疏水性添加剂存在情况下可以改进本发明微米纤维形式的细纤维。我们认为这些材料的重要特征是存在同时也具有亲油特性的强亲
- 30 水基团。强疏水基团包括氟烃基团、疏水性烃基表面活性剂或者嵌段以及主要是烃的低聚组合物。将这些材料制成具有一部分能和所述聚合物材料相容的分子的组合物，所述分子通常和聚合物形成物理结合或者关联，同时因为添加剂

和聚合物的成为合金，所述强疏水或者疏油基团形成位于表面上的保护表层或者和聚合物表层成为合金或者混合。纤维上添加剂总用量为 1~25 重量%。对具有 10% 添加剂含量的 0.2 微米纤维来说，如果添加剂迁移到了表面，表面厚度计算约为 50 埃。由于整体材料中疏油或疏水基团的不相容性，认为迁移是会发生。50 埃的厚度对保护涂层来说是合理的厚度。对 0.05 埃直径的纤维，50 纳米的厚度对应为 20 质量%。对 2 微米直径的纤维，50 埃的厚度对应为 2 质量%。所述添加剂材料的用量宜为约 2~25 重量%。有用的表面厚度可为 10~150 埃。

能和本发明聚合物材料一起使用的低聚添加剂包括分子量约为 500~5000、宜为 500~3000 的，较宜是含氟化学物质、非离子表面活性剂和低分子量树脂或低聚物的低聚物。本发明所用的含氟有机润湿剂是由下式表示的有机分子：



式中， R_f 为含氟脂肪族自由基， G 为至少含有一个亲水基团如阳离子、阴离子、非离子或者两性基团的基团。优选非离子材料。 R_f 是至少含有两个碳原子的氟化单价脂肪族有机自由基。它宜为饱和全氟脂肪族单价有机自由基。但是，氢原子或氯原子可以作为取代基存在骨架链上。虽然含有许多碳原子的自由基可以充分起作用，但是优选含有不超过 20 个碳原子的化合物，因为相比较短的骨架链，大自由基中氟的利用效率较低。 R_f 宜含有 2~8 个碳原子。

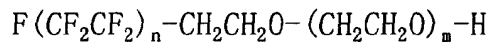
本发明中所用的在含氟有机试剂中有用的阳离子基团可包括可以不含氧原子（例如， $-NH_2$ ）或者含有氧原子（例如，氧化胺）的胺或者季铵盐阳离子基团。这种胺和季铵盐阳离子亲水基团可以具有如下通式： $-NH_2$ 、 $-(NH_3)X$ 、 $-(NH(R^2)_2)X$ 、 $-(NH(R^2)_3)X$ 或 $-N(R^2)_2 \rightarrow O$ ，式中， X 为抗衡阴离子，如卤离子、氢氧根、硫酸根、硫酸氢根或者羧酸根， R^2 为 H 或 C_{1-18} 烷基，且各 R^2 可以和其它 R^2 基团相同或者不同。 R^2 宜为 H 或 C_{1-16} 烷基，且 X 宜为卤离子、氢氧根或硫酸氢根。

本发明所用的在含氟有机润湿剂中有用的阴离子基团包括通过离子化可以成为阴离子自由基的基团。所述阴离子基团可以具有如下通式： $-COOM$ 、 $-SO_3M$ 、 $-OSO_3M$ 、 $-PO_3HM$ 、 $-OPO_3M_2$ 或者 $-OPO_3HM$ ，式中 M 为 H、金属离子、 $(NR^1_4)^+$ 或 $(SR^1_4)^+$ ，各 R^1 分别为 H 或者取代或非取代 $C_1 \sim C_6$ 烷基。 M 宜为 Na^+ 或 K^+ 。本发明中优选的含氟有机润湿剂阴离子基团具有 $-COOM$ 和 $-SO_3M$ 的通式。阴离子含氟有机润湿剂包括阴离子聚合物材料，它通常由其上含有氟烃侧基的烯键式不饱和单羧酸和二酸单体制得。这种材料包括从 3M 公司获得的称为 FC-430 和 FC-431 的表

面活性剂。

本发明所用的含氟有机润湿剂中有用的两性基团，包括含有至少一个上述阳离子基团和至少一个上述阴离子基团的基团。

本发明所用的在含氟有机润湿剂中有用的非离子基团包括亲水但在正常农业用途的 pH 条件下不会离子化的基团。所述非离子基团可以具有如下通式：
5 $-O(CH_2CH_2)_xOH$ (其中 x 大于 1)、 $-SO_2NH_2$ 、 $-SO_2NHCH_2CH_2OH$ 、 $-SO_2N(CH_2CH_2H)_2$ 、 $-CONH_2$ 、 $-CONHCH_2CH_2OH$ 或 $-CON(CH_2CH_2OH)_2$ 。这种材料的例子包括以下结构的材料：



10 式中， n 为 2~8， m 为 0~20。

其它含氟有机润湿剂包括例如 U.S. 专利 Nos. 2,764,602、2,764,603、3,147,064 和 4,069,158 中所述的那些阳离子含氟化学试剂。这种两性含氟有机润湿剂包括例如 U.S. 专利 Nos. 2,764,602、4,042,522、4,069,158、4,069,244、4,090,967、4,161,590 和 4,161,602 中所述的那些两性含氟化学试剂。
15 这种阴离子含氟有机润湿剂包括例如 U.S. 专利 Nos. 2,803,656、3,255,131、3,450,755 和 4,090,967 中所述的阴离子含氟化学试剂。

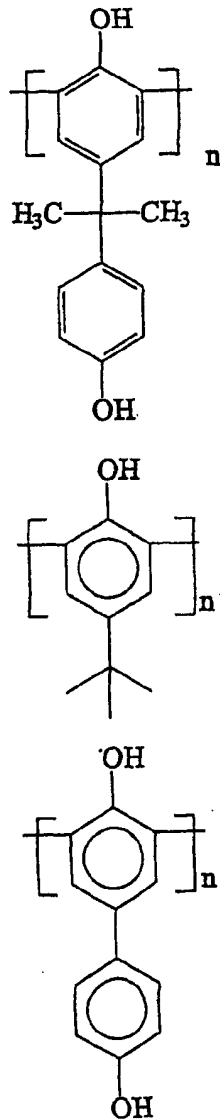
这种材料的例子是 duPont Zonyl FSN 和 duPont Zonyl FSO 非离子表面活性剂。能用于本发明聚合物中的添加剂的另一方面包括低分子量丙烯酸氟烃酯材料，如具有以下一般结构的 3M' 公司的 Scotchgard 材料：



式中， X 为 $-F$ 或 $-CF_3$ ， n 为 1~7。

而且，包括较低脂肪醇乙氧基化物、脂肪酸乙氧基化物和壬基苯酚乙氧基化物等的非离子烃基表面活性剂也可以用作本发明用的添加剂物料。这些添加剂物料的例子包括 Triton X-100 和 Triton N-101。

25 本发明组合物中用作添加剂的有用物料是叔丁基苯酚低聚物。这种物料往往是分子量较低的芳香族酚醛树脂。这种树脂是通过酶催化氧化偶联制备的酚醛聚合物。不存在亚甲基桥键产生独特的化学和物理稳定性。这些酚醛树脂可以和各种胺和环氧化物交联，并和各种聚合物材料相容。这些材料通常由以下结构通式举例说明，其特征为酚醛材料中重复单元不存在具有酚醛和芳香基团的
30 亚甲基桥键：



式中， n 为 2~20。这些酚醛材料的例子包括 Enzo-BPA、Enzo-BPA/苯酚、
5 Enzo-COP，且其它相关酚醛类物质可以从 Enzymol International Inc., Columbus, Ohio 获得。

应当明白，为不同的用途存在很多种的纤维过滤介质。本发明所述的耐用
纳米纤维和微米纤维可以加入任何介质中。本发明所述的纤维也可以用来取代
10 这些已知介质中的纤维组分，由于其直径小，可以有改进性能(提高效率和/或
降低压力降)的显著优点，同时具有较好的耐久性。

聚合物纳米纤维和微米纤维是已知的，但是由于其对机械应力的脆性，且
由于其表面积/体积之比很高而容易化学变质，其用途受到很大的限制。本发
明所述的纤维解决了这些问题，因此能用于各种过滤、织网、薄膜和其它不同
的用途。

15 某些附图的详细说明

单元中的微米纤维或者纳米纤维可以由静电抽丝方法形成。在图 1 中示出了用于形成所述纤维的适当装置。这种装置包括其中装有形成细纤维的聚合物溶液的储槽 80、泵 81 以及将聚合物溶液泵出的旋转型发射装置或者发射器 40。所述发射器 40 通常由旋转接头 41、包含许多偏置孔 44 以及用于连接前置的面部件和旋转接头的轴 43 的旋转部件 42。所述旋转接头 41 用于将聚合物溶液通过中空轴 43 引到前置的面部件 42 中。所述孔 44 沿着所述前置的面部件 42 的周边分布。所述旋转部件 42 可以浸没在由储槽 80 和泵 81 进料的聚合物储槽中。然后旋转部件 42 从储槽中获得聚合物，并且当它在静电场中旋转时，溶液液滴就会如下所述被静电场加速，飞向收集介质 70 上。

10 面对发射器 40 但与之留有间隔的是充分平的栅格，其上固定有收集介质 70(即基底或混合基底)。空气可以通过栅格抽吸。所述收集介质 70 绕着固定在栅格 60 两端的滚筒 71 和 72 移动。使用适当的静电电压源 61 以及分别连接于栅格 60 和发射器 40 上的连线 62 和 63，在发射器 40 和栅格 60 之间保持高的静电电势。

15 在使用中，将聚合物溶液从储槽 80 泵入旋转接头 41 或者储槽中。前置的面部件 42 旋转，此时液体离开孔 44 或者从储槽中抽出，从发射器的外缘向固定在栅格 60 上的收集介质 70 移动。具体地说，栅格 60 和发射器 40 之间的静电电势使材料带上电荷，导致液体作为向栅格 60 抽出的细纤维从中发射出来。对于溶液中的聚合物，在它们飞向栅格 60 时，纤维上的溶剂蒸发去掉。粘结在基底纤维上的细纤维首先碰到栅格 60。选择静电场强度以确保当聚合物材料从发射器向收集介质 70 加速时，其加速度足以使聚合物材料形成很细的微米纤维或者纳米纤维结构。提高或降低收集介质移动的速度可以在形成介质上沉积较多或者较少的纤维，由此控制其上沉积的各薄层的厚度。所述旋转部件 42 可具有各种有益的位置。所述旋转部件 42 可以置于和收集介质 70 表面垂直的
20 旋转面上，或者定位在任意角度上。所述旋转介质可以平行定位，或者稍微偏离平行方向。

图 2 是用于在片状基底或者介质上形成细纤维层的装置和方法的示意图。在图 2 中，片状基底在装置 20 上由卷展开。然后片状基底 20a 被导向接合装置 21，在这里为进行连线操作将许多段基底接合起来。连续长度的片状基底再
30 导向细纤维工艺装置 22，其中包括图 1 的抽丝工艺装置，该抽丝装置形成细纤维并将细纤维沉积在片状基底上形成过滤层。当在形成区域 22 中在片状基底上形成细纤维层之后，细纤维层和基底导向热处理装置 23 进行适当的处理。

然后在效率监控器 24 中测试片状基底和细纤维层(见 U. S. 专利 No. 5, 203, 201, 为加工和监控的目的参考结合于此), 并且如果需要的话, 在辗平装置 25 中进行辗平。然后将片状基底和细纤维层导向适当的卷绕装置, 为进一步的处理 26 和 27 将其中适当的锭子上进行卷绕。

5 图 3 是显示直径约为 2 和 5 微米的典型灰尘颗粒与在典型纤维介质和典型细纤维结构中孔隙尺寸对比关系的扫描电子显微镜图。在图 3A 中, 显示了在孔隙明显大于典型颗粒直径的纤维介质 33 中的 2 微米颗粒 31 和 5 微米颗粒 32。在图 3B 中形成鲜明对比的是, 2 微米颗粒近似等于或大于在细纤维织网 35 中纤维之间典型的孔隙, 而 5 微米颗粒 32 大于细纤维织网 35 中的所有孔隙。

10 我们发现在储存或运输到最终使用地点过程中, 过滤器可能处于在极端的环境条件下。沙特阿拉伯沙漠中的过滤器可能处于 150°F 或者更高的温度。安装在印度尼西亚或者 Gulf Coast of US 的过滤器可能处于在 90%RH 以上的高湿度以及 100°F 的高温。或者它们可以暴露在雨中。我们已经发现在移动设备如轿车、卡车、公共汽车、拖拉机以及建筑机械中使用的过滤器可能处于高温
15 (180~280°F)、高相对湿度以及其它化学环境中。过滤器正常操作时温度通常为室温。当设备或发动机操作异常或者在或接近最大功率条件下使用并随后停机时, 这种温度条件很严峻。我们已经研究了用于评价苛刻条件下微米纤维系统经久性的测试方法。将所述过滤介质样品浸透在热水(140°F)中 5 分钟或者暴露在高湿、高温的空气流中。

20

B. 有关空气净化器设计的一般原理

本文中, 术语“空气净化器”是指起去除空气流中颗粒物作用的系统。术语“空气过滤器”是指将载有颗粒的空气流通过过滤介质来进行除去的系统。术语“过滤介质”或“介质”是指空气流经的材料或者材料集合, 在该材料
25 介质上或者其中沉积着颗粒污染物。术语“表面负载介质”或“阻挡介质”是指一种系统, 在其中当空气流经所述介质时, 颗粒物主要沉积在所述介质的表面上, 形成阻止颗粒进入或者穿过介质一定深度的滤饼。

本文中, 术语“过滤部件”通常是指空气净化器中包括过滤介质的那个部分。一般来说, 过滤部件设计为可拆卸并且可替换的空气净化器部件。也就是说, 过滤介质由过滤部件携带, 并且和空气净化器其余的部分可以分离, 由此
30 可以通过除去已负载或者已部分负载的过滤部件, 更换新的或者净化过的过滤部件, 这样来周期性地更新空气净化器。所述空气净化器宜设计成可以用手进

行除去和更换。本文中术语“负载”及其类似词语是指空气净化器已经连续工作了足够长的时间，其上含有显著量捕获的颗粒，例如，至少有5%的重量增加。在许多情况下，在正常操作期间，由于其中的颗粒负载，过滤部件的重量会增加到原始重量的两倍或者三倍(或者更多倍)。本发明过滤器基底上形成的细纤维层在过滤性能和纤维分布方面均应充分地均匀。至于充分均匀性，我们是指纤维充分覆盖在基底上，对全部覆盖的基底上至少具有一定可测量的过滤效率。即使加到其上的纤维量差异较大，也可以获得足够的过滤效果。因此，所述细纤维层在纤维覆盖率、基重、层厚或者纤维加入量的其他衡量方面可以不同，在本发明的范围内仍然是适用的。即使细纤维的加入量较小，也能提高整个过滤结构的效率。

本文一些情况下将提到“路上汽车”和“越野车”部件。一般来说，这两种部件之间设计和使用的典型差异，涉及到“安全部件”的存在。更具体的说，在许多情况下，越野车过滤部件和所述安全部件一起使用。对于顺流设备，所述安全部件通常是圆柱形部件，在使用中位于“主要”部件的内部。在本文和类似上下文中，术语“主要”是指在正常使用中担任主要颗粒收集任务的部件。通常，它将会是更加“上游”的部件，如果涉及了安全部件的话。本文中，当使用术语“部件”时，是指主要部件，如果涉及了安全部件的话。安全部件的意义通常使用术语“安全”来具体说明。

在过滤器技术中，通常根据它们是否建造用于“小型”、“中型”或者“大型”用途来说明所用部件。对于车载来说，其说明通常涉及部件最低的预期使用时间，由操作有关机动车的英里数来表示。典型的小型用途或部件建造组装成可以有效操作20,000英里，通常至少为30,000英里。中型部件通常是建造组装成能操作至少40,000英里的平均值，通常至少为50,000英里的部件。大型部件是建造组装成能操作至少约90,000英里，通常为100,000英里或更长的部件。当然，这种描述是个统一体。例如，设计为80,000英里的部件有人会归类为大型部件。

越野车部件通常也描述成小型、中型或者大型部件。但是，对越野车部件的说明，通常根据更换过滤部件之前预期的使用小时数来进行定义。一般来说，用于越野使用的小型部件是在进行不更换的条件下预期操作时间至少为约90小时、宜至少为100小时的部件；中型部件通常在进行不更换的条件下操作至少225小时、宜至少为250小时；大型部件通常是在进行不更换的条件下操作至少约450小时、宜至少为500小时的部件。而且这也是个统一体。

通常有关发动机原来设备厂家(OEM)和/或卡车或其它有关设备的OEM,优先进行对空气净化器性能的说明。虽然,可以包括各种说明,但是一些主要的说明如下所示:

1. 发动机进气需求(额定流量)
- 5 2. 初始限制
3. 初始效率
4. 平均或总体操作限制
5. 总体效率
6. 过滤器使用寿命

10 发动机进气需求是发动机尺寸即最大排气量和转速(rpm)、满负荷或者“额定”负荷的函数。它通常是排气量和额定转速的乘积,再由反映涡轮功率、通道(duct)功率等的一个因素即容积效率进行修正。通常,它是额定操作或者满负荷期间内,所涉及发动机或者其它系统单位时间内所需空气体积的量度。虽然进气需求根据转速而变化,但是进气需求对许多典型的卡车发动机来说,是

15 在额定转速通常为1800rpm或者2100rpm条件下定义的。在本文中,将使用“额定空气流量”或者类似术语来进行描述。对于发动机功率约为2~8HP的小型发动机进气用途,过滤器可以暴露在1~3cfm(约每HP约1cfm)的空气流量中。更大的发动机消耗50~1000cfm,常为100~800cfm的吸入空气流。通常过滤器必须设计成允许流过至少为额定量或者更高的流量而不出故障。在其它用途

20 中,本文所述的原理通常可以适用于与指明在很额定值或要求范围操作的系统一起使用的空气净化器设备,该范围例如包括约50立方英尺/分钟(cfm)~10,000cfm的范围。例如,这种设备包括汽车发动机、集装箱卡车和越野车发动机、小型卡车和运输机动车用发动机、公共汽车、高架卡车、农用机械(如拖拉机)、建筑机械、矿井机械、船用发动机、各种发电用发动机以及某些情况下的燃气

25 轮机和空气压缩机。

空气净化器总体效率通常反映了使用中流经空气净化器并被空气净化器截留的“可过滤”固体的量。它通常用流经空气净化器并被空气净化器截留的固体的重量百分数表示。对许多系统来说,可以使用SAE标准来评价和记录,所述技术在U.S.专利5,423,892第25栏60行~第26栏59行;第27栏,第1~

30 40行中有说明。通常所用的标准是SAE J726,参考结合于此。

至于效率,发动机厂家和/或设备厂家的规定各不相同,在许多情况下,总体操作的效率要求(根据SAE J726或者小规模试验)通常设定为99.5%或更高,

宜为 99.8%或更高。对空气流量要求为 500cfm 或以上的典型机动车发动机来说，99.8%或更高的总体平均的规定是常见的。

5 初始效率是当将过滤器第一次在线开机时可以测量的过滤器效率。如 U. S. 专利 5,423,892 第 27 栏第 1~40 行所述，尤其是对常规折叠滤纸(阻挡型或表面负载型过滤器，起始效率通常低于使用过程中的总体平均效率。这是因为在操作过程中这种过滤器表面存在的“灰饼”或者污染积聚物会提高过滤器的效率。初始效率通常也由发动机厂家和/或机动车厂家规定。对于空气要求为 500cfm 或以上的典型机动车发动机，98%或以上(一般为 98.5%或以上)的规定是常见的。

10 操作过程中空气净化器或者空气净化器系统的压力降是个限制。导致这个限制的因素包括空气流过的过滤介质、输送空气的导管尺寸以及当空气流经空气净化器进入发动机时空气遇到或者围绕的结构特征。对于空气净化器，初始限制通常是发动机厂家和/或设备厂家规定和要求的一部分。这种初始限制是当具有干净的空气过滤器的系统开始在线运转并在出现显著负载之前，空气净化器两端所测得的压力降。通常，对任意给定系统的规定具有最大初始限制的要求。

通常，发动机和设备厂家根据对最大限制空气净化器效率的规定设计设备。如 U. S. 专利 5,423,892 第 2 栏第 19~29 行以及第 6 栏第 47 行、第 7 栏第 3 行所述，极限限制：对一般卡车发动机来说是约 20~30 英寸水柱，通常约为 25 英寸水柱的压力降；对汽车内燃机来说，是约 20~25 英寸水柱；对燃气轮机而言，通常约为 5 英寸水柱；对工业通风系统来说，通常约为 3 英寸水柱。

通常为了使系统符合以上所述规定的类型，一些和空气净化器设计有关的主要变量如下：

1. 过滤介质的类型、几何结构和效率
- 25 2. 空气净化器形状和结构
3. 过滤部件尺寸

例如，常规纤维素纤维介质或者类似的介质通常是“阻挡”过滤器，例如滤纸型介质。通常，这种介质的操作是通过表面负载起作用的，即当空气流经介质时，介质表面起阻挡层或者筛子的作用，阻挡颗粒物质经过。一定时间后，在介质表面聚积形成灰饼，会提高介质的效率。一般来说，纤维结构的“致密性”或者“孔隙率”决定着系统的效率，尤其是初始效率。一定时间后滤饼会影响(提高)其效率。

一般来说,这种介质通常由其渗透率来定义或规定的。介质的渗透率测试在 U.S. 专利 5,672,399 的第 19 栏第 27~39 行中有描述。一般来说,它是用来在所述材料、介质或者复合物的平板两端引起 0.50 英寸水柱压力降的介质面速度(空气速度)。本文所用的渗透率由 Frazier Perm Test 根据参考结合于此的 ASTM D737 进行测试,例如,使用从 Frazier Precision Instrument Co., Inc., Gaithersburg, Md. 的 Frazier Perm 测试仪或者某些类似仪器的测试方法。

在许多种类的由 Donaldson Company 制造的额定空气流量为 500cfm 的卡车用发动机过滤器中使用的纤维素纤维介质的渗透率小于 15fpm,一般约为 13fpm。一般来说,在发动机过滤器市场上,对于这种装置,各种渗透率数值小于 25fpm、一般在 10~25fpm 范围内的阻挡介质(折叠介质)已经在各部件厂家中广泛应用。

关于介质的几何结构,通常对阻挡过滤器来说,优选的几何结构一般是折叠、圆柱体的形式。优选这种圆柱体形成是因为它们使用常规过滤器制造技术较容易制造,也较容易使用。表面负载介质的折叠可以提高在给定体积内的表面积。通常,这种介质表征的主要参数为:折叠深度、折叠密度(通常由沿折叠介质圆柱体的内径每英寸中折叠的数目来测量)、圆柱长度或者折叠长度。一般来说,尤其是对阻挡层装置,选择介质折叠深度、折叠长度和折叠密度的主要因素是任何给定用途或场合所需的总表面积。

关于效率,根据所涉及的介质类型,原理也各不相同。例如,通过改变总体孔隙率或者渗透率,纤维素纤维或类似的阻挡介质就效率而言也各不相同。如 U.S. 专利 5,423,892 和 5,672,399 所述,通过在介质上涂油和在介质表面上施加相对细(一般小于 5 微米)的纤维和许多情况下的亚微米尺寸(平均)的纤维沉积物可以改变阻挡介质的效率。关于纤维深度介质结构,例如干法成网纤维介质,如 U.S. 专利 5,423,892 所述,有关效率的变量包括:介质密实性百分数、结构中介质压缩的程度、总体厚度或深度以及纤维的尺寸。

至于目前市场上许多发动机空气净化器装置,在部件和外壳之间使用了两种常规类型的密封装置中的至少一种。其中一种是径向密封装置。已知各种径向密封装置的结构,包括:(1)从 Donaldson Company of Minneapolis, Minnesota 以 RadiaSeal® 的 Donaldson 商标购得的,在参考结合于此的欧洲专利 0329659B1 有说明和描述的形式;(2)在参考结合于此的由 Mann 和 Hummel 在德国专利 4,241,586 以及公布于 1994 年 5 月 8 日南非文献 93/09129 相应的版本(英文)中所述的类型;(3)在参考结合于此的 U.S. 专利 5,556,440 的第 10

栏第 53~67 行和图 26 中描述的类型。通常,对径向密封装置来说,通过径向指向导管周围的作用力形成密封效果,所述部件密封到所述的导管上。

5 另一种普通密封装置通常称为轴向的。例如在参考结合于此的 U.S. 专利 3,078,650、3,488,928、4,20,783、4,647,373 和 5,562,746 中说明了轴向系统。一般来说,装置的密封作用力沿圆柱形空气过滤部件的纵向轴指向,所述作用力由空气过滤器末端表面和空气过滤器的外壳表面之间的衬垫压缩产生,此时密封是沿空气流孔或导管圆周取向的。

C. 典型系统: 发动机进气装置

10 图 20 中,系统的示意图为 120。系统 20 是使用本文所述空气净化器装置和结构的系统的一个实施例类型。在图 20 中,示意性地显示了具有某种所示额定空气流量要求的发动机 122 的设备 121,如机动车。设备 121 可以包括公共汽车、高架卡车、越野车、拖拉机或者航海用途设备如动力船。发动机 122 通过使用空气和燃料混合物为设备 121 提供动力。在图 20 中,显示了从进气区域 123 抽入发动机 122 的空气流。可以用的涡轮 124 用虚线显示,它的作用是促进空气流进入发动机 122。具有介质组件 126 的空气净化器位于发动机 122 和涡轮 124 的前面。一般来说,在操作中,空气沿箭头 127 吸入空气净化器 125 中并流经介质组件 126。在那里,除去空气中的颗粒和污染物。净化后的空气沿箭头 128 向下游流入进气口 123。空气从那里进入发动机 122,为设备 121 提供动力。

25 在发动机系统中,在发动机运转过程中,根据动力设定、负荷、外部环境温度以及其它变量,引擎罩下的温度一般至少为 80~120°F,通常为 140~220°F。虽然在正常操作下,过滤器通常接近环境温度,但是在低空气流量或者其它非标准操作条件下,温度可以达到 220°F 或者更高。这种温度对过滤器部件的操作效率有不利的影 响。排放规则提高了发动机废气排放的限制,导致进一步增高温度。如上所述,将过滤介质制成阻挡介质的复合物和至少一个单层,在有些情况下,相比已有技术中没有使用这种介质复合物的过滤部件,多层“细纤维”可以提高过滤部件的性能(尤其是操作效率)。

30 D. 空气净化器的实例

现在试看图 21~24,这些图描述了包括主过滤部件 132 和安全部件的空气净化器 130 的第一个实施方式。在图 21~24 中所示的特定实施方式中,所述

空气净化器 130 是借助径向密封进行密封的空气净化器。

首先看主过滤部件 132，图 22 以侧视图说明了主部件 132。所述主部件 132 包括第一和第二相对的端盖 136、138；外部支撑管或者衬管 140 以及用来过滤空气的介质组件 142。所述介质组件 142 具有第一和第二相对的末端 143、144。
5 在介质组件 142 的第一末端 143 处，所述第一管段盖板 136 固定在介质组件 142 上，类似地，介质组件 142 的第二末端 144 固定在第二端盖 138 上。在一般装置中，第一和第二端盖 136、138 由可压缩材料如聚氨酯泡沫材料模塑制得。在这种装置中，在所述聚氨酯材料固化之前，通过将所述介质封装在所述聚氨酯泡沫材料中，所述介质组件 142 可以结合在所述第一和第二端盖 136、138
10 上。以下进一步说明了用于第一和第二端盖 136、138 的某些实施例材料。

在优选的装置中，介质组件 142 是个折叠结构 146。“折叠结构”是指介质组件 142 具有一系列或者许多折叠皱或者折叠，通常均匀分布在介质组件 142 上。

现在试看图 21，可见所述折叠结构 146 宜为管状，更宜为圆柱形管状，形成敞开的过滤器内腔 148。所述主过滤器部件 132 和空气净化器出口管 152 形成密封层 150，防止空气绕过介质组件 142 而直接通过出口管流出。
15

现在可以理解主过滤部件 132 操作的一般原理。通常，要过滤的空气从外部环境流过介质组件 142 进入敞开的内腔 148。所述介质组件 148 除去气流中的颗粒物质。从那里，空气流过安全部件 134 进入安全部件的敞开内腔 154。
20 然后净化后的空气通过由出口管 152 形成的流路 156 离开空气净化器 130。主过滤部件 132 和出口管 152 之间的密封层 150 防止未过滤的空气绕过介质组件 142 直接流经流路 156 中。安全部件 134 和出口管 152 之间的密封层 158 可以防止空气绕过安全部件 134。这一点在以下还将说明。

现在试看图 123，使用第一端盖 136 优选的形状以获得密封层 150。具体地说，端盖 136 包括轴向部分 160 和径向部分 162。所述径向部分 162 形成了端盖开孔 164，后者和敞开过滤内腔 148 空气流相通。所述径向部分 162 也起密封部件 166 的作用。密封部件 166 由可压缩材料制成，利用手的压力（低于 75 磅）可将其挤压向所述介质组件 142。密封部件 166 宜为阶梯式结构 168 的形式，使从端盖的轴向部分 160 向内腔 148 逐步增加厚度。具体地说，所述阶梯式结构 168 包括三个截面厚度逐步增大的级 169、170 和 171。当把所述主部件 132 安装到出口管 152 上时，这种阶梯式结构 168 可以使所述主部件 132 更容易与出口管 152 配合。适当密封以后，所述密封部件 166 与出口管 152 形成密封层
30

150, 具体是径向密封层 172。所述径向密封层 172 通过将密封部件 166 压缩到出口管 152 和内部支撑管或者衬管 174 之间并紧贴于其间。内部支撑衬管 174 在第一和第二管段盖板 136、138 之间延伸, 而且套在这两个盖板中并粘合之。内部支撑衬管 174 通常和所述外部衬管 140 相类似。这样, 它是多孔性并透气的, 可以由金属网构成。

在参考结合于此的 U. S. 专利 4, 720, 292B2 中详细说明了所述径向密封 162。

在图 22 和 23 中所示的实施方式中, 第二端盖 138 是封闭的端盖。术语“封闭”是指所述第二端盖 138 是实心的并且没有能让流体流过。

所述密封部分 166, 而且宜为整个第一端盖 136 是由可压缩材料、宜为聚氨酯、较好是聚氨酯泡沫材料形成的。在一个可用的实施方式中, 所述材料是模塑密度为每立方英寸 14~22 磅的聚氨酯泡沫材料。对于合适起作用的径向密封 172, 当主部件 132 安装在出口管 152 上时, 密封部分 166 必须充分压缩。在许多优选实施方式中, 在其最厚的部分 171 处, 压缩其厚度的 15~40%(通常是约 20~33%), 以提供强劲的密封, 即使如此, 它也可以在 80 磅或更低、宜为 75 磅或更低以及通常为 50~70 磅的作用力下用手安装部件 132。在参考结合于此的 U. S. 专利 No. 5, 613, 992 中说明了密封部分 166 用的材料。

现在试看图 22 和介质组件 142, 如上所述, 当空气净化器 130 用于发动机系统 120 中时, 可以经受 80~220°F 的温度。相比已有技术的空气净化器, 可以设计介质组件 142 来提高其总体性能。一般来说, 介质组件 142 是作为其上沉积了细纤维的基底复合物进行排列的。在所述具体实施方式中, 基底 180 排列成折叠结构 146。在许多发动机系统 120 中, 基底 180 是滤纸介质或者纤维素。

基底 180 特别优选的一个特性是渗透率。在使用发动机系统 120 的实施方式中, 优选在进行任何处理或者沉积细纤维之前, 优选使用渗透率至少为 8 英尺/分钟、通常至少宜为 12 英尺/分钟、最好是 14~300 英尺/分钟的滤纸介质。宜使用基重为 50~80 磅/300 英尺²厚度为 0.010~0.018 英寸的纤维素介质。

所述介质复合物包括处理、沉积或者涂覆上去细纤维, 以便提高发动机 120 在高温条件下的效率。

现在试看图 24, 所示的是安全部件 134。所述安全部件 134 包括第一和相对的第二端盖 190、192; 外部支撑管或者衬管 194 以及在第一端盖 190 和第二端盖 192 之间延伸并结合于其上的介质组件 196。所述介质组件 196 显示为管状或者圆柱状的折叠结构 198, 包围着敞开内腔 154。

第一端盖 190 是开口的端盖，形成了和所述敞开内腔 154 空气流相通的导管 102。所述第二端盖 192 是实心或者密封的端盖。所述安全部件 134 还可以包括在第一和第二端盖 190、192 之间以及在介质组件 196 和敞开内腔 154 之间延伸的内部支撑管或者衬管。

5 第一端盖 190 包括由软而可压缩的材料制成的环 104，在使用时装配在出口管 152 中，紧贴管 152 的内表面 106。当安装时，安全部件的尺寸和结构能将其装配在主部件 132 的下部(见图 21)。环 104 宜由上述用于密封部分 166 的聚氨酯泡沫材料制得。通过压缩介质组件 196 和出口管 152 之间的环 104 的材料形成径向密封 108。

10 在许多优选装置中，介质组件 96 是包括纤维素基底和细纤维层的复合物。当在例如操作温度高于 80~140°F 的发动机系统 120 的环境中使用，对在折叠结构 98 的纤维介质上细纤维的处理可以在不过度提高限制的条件下提高效率或者有效的使用寿命。

接下来试看图 25~28 的实施方式。在图 25~28 中所示的是另一种能用于
15 发动机系统 120 的空气净化器 115。除了在 H 节所述的优选介质排列以外，此空气净化器 115 的一般结构和几何形状在参考结合于此的 U.S. 专利 No. 5, 613, 992 中有所说明。

空气净化器 115 是通常称为“逆流”空气净化器类型。术语“逆流”，是指要过滤的空气通常进入过滤部件的内腔并向外流经所述部件进入空气净化器
20 外壳和所述部件之间的体积，然后导向发动机进气口 123。

在图 25 中，以侧视图显示空气净化器 115。所述空气净化器 115 包括外壳 116。所述外壳 116 通常包括进气罩 118 和壳体 120。所述壳体 120 上有个出口管 122。所述出口管 122 的孔将净化的空气从外壳 116 导向进气区域 23 中。

在图 26 中，显示了空气净化器 115 的部件分解图。显示了从外壳 116 拆下
25 的过滤部件 124。过滤部件 124 包括第一和相对的第二端盖 126、128；在第一和第二端盖 126、128 之间延伸的外部衬管 130；也在第一和第二端盖 126、128 之间延伸的内部衬管 132；还有介质组件 134(图 27)。一般来说，过滤部件 124 可以从所述外壳 116 上拆下来更换。在图 26 中显示了接合件 136、138。从图
30 26 可以看出，进气罩 118 可以通过分离接合件 136、138 从壳体 120 上拆除。进气罩 118 从壳体 120 上拆下后，就可以对过滤部件 124 进行拆除。具体是将过滤部件 124 可以握住，与壳体 120 脱离。然后可以安装替换的过滤部件，对空气净化器 115 更新。

在此优选的实施方式中，所述介质组件 134 呈管状，通常为圆柱形折叠结构 140。所述折叠结构 140 形成敞开的过滤器内腔(图 27 和 28)。所述介质适用于高温条件(大于 140°F)。

现在试看图 27 和 28，可以看到过滤部件 124 是如何密封在壳体 120 中。在图 27 中，第一端盖 126 包括可压缩和偏转的密封部分 144。所述密封部分 144 是位于端盖 126 径向朝内的部分。当进气罩 118 安装在部件 124 上方时，罩 118 的进口管 146 压向所述密封部分 144，且将端盖 126 的材料压向内部衬管 132。这就在进口管 146 和内部衬管 142 之间紧贴着形成径向密封 148。事实上，径向密封 148 所形成的结构和方式与图 21~23 的实施方式中的密封部件 166 和径向密封 72 类似。所述密封部分 144 宜由就密封部件 66 所述的相同聚氨酯泡沫材料制成。

在图 28 中，显示了在所述外部衬管 130 和壳体 120 的壁 152 之间紧贴着形成的另一径向密封 150。在这种情况下，所述径向密封 150 朝外，和安全部件 34 形成径向密封 108 的方式稍微类似。在图 26 中，可以发现所述端盖 128 包括沿密封部分 156 的阶梯式结构 154，对应于端盖 128 的外部径向部件。当过滤部件 124 安装在壳体 120 和壁 152 内时，密封部分 156 偏移并受到压缩。具体地说，密封部分 156 被压缩在外部衬管 130 和壁 152 之间并紧贴它们，形成径向密封 150。优选的端盖材料包括和上述用于密封部件 144 和密封部件 66 的相同聚氨酯泡沫材料。

在图 28 中，也可以看出第二端盖 128 形成了孔 158。所述孔 158 宜位于中心。孔 158 可以让收集在过滤器内腔 142 中的水分排去。通过使端盖 128 从内部衬管 132 向中心的孔 128 倾斜，使其倾斜形成个漏斗表面 160。这个漏斗表面 160 可以使所收集的水分导向孔 158 到过滤部件 124 的外面。定期从壳体 120 上取下塞子 162，可以收集在盘 164 中的水分排出。

现在试看图 29，它描述了空气净化器的另一实施方式。空气净化器 170 可用在在发动机系统 120 中。在参考结合于此的 U.S. 专利 No. 4,020,783 中概述了其结构和几何结构。

空气净化器 170 是通常称为轴向密封空气净化器的类型。所述空气净化器 170 包括外壳 172，所述外壳具有壳体 174 和可拆卸盖板 176。盖板 176 可以通过松开夹钳装置 178 选择性地与壳体 174 分离。这就将过滤部件 180 露出，可以进行拆卸和更换。壳体 174 包括一个侧面的切向进口管 182 和出口管 184。要净化的含颗粒的空气在引入发动机进口 23 之前流经进口管 182、过滤部件

180, 然从出口管 184 离开。

过滤部件 180 包括第一和第二端盖 186、188; 在第一和第二端盖 186、188 之间延伸的内部和外部衬管 190、192 以及粘结于第一和第二端盖 186、188 的介质组件 194。

- 5 介质组件 194 是管状的, 宜为圆柱形折叠结构 196。折叠结构 196 中用于介质的具体材料要适合于在高温环境如发动机系统 20 中操作。

在这一实施方式中, 第一和第二端盖 186、188 由金属板制得。所述第一端盖 186 支撑着径向密封部件 198。空气净化器 170 包括一轭状结构 202, 包括螺杆 204 和翼形螺母 206、所述翼形螺母 206 可以绕着螺杆 204 旋转并在壳体 10 174 的端壁 208 和密封部件 198 之间产生径向作用力, 在所述第一端盖 186 和壳体 174 的壁 208 之间紧贴着形成径向密封 210。

空气净化器 170 也包括安装在其中的安全部件 212。外壳 172 的其它特征包括一个挡板部件 214, 用于偏转通过进口管 182 进入的空气。

15 在操作中, 要过滤的空气流经进口管 182, 被挡板部件 214 偏转后在外壳 172 内形成漩涡。此漩涡作用导致较重的灰尘颗粒因重力作用而落在底部盖板 176 上。然后净化后的空气流经介质组件 194 进入敞开的过滤器内腔 216。然后在它最终流经出口管 184 之前, 流经安全部件 212 和多轭状架结构 202。然后经净化的空气导入进口, 如发动机 122 的空气进口 123。

20 在图 30 和 31 中, 示出了发动机系统 120 用的另一空气净化器 220。在参考结合于此的 U. S. 专利 No. 5, 112, 372 和 U. S. 专利 No. 4, 350, 509 中, 说明了所述空气净化器 220 的结构和几何形状。

25 空气净化器 220 包括外壳 222, 它宜和过滤部件 224 形成一个整体。如此, 过滤部件 224 包括和所述外壳 222 形成整体的第一和第二端盖 226、228。过滤部件 224 包括固定于所述第一和第二端盖 226、228 并在其中延伸的介质组件 230。所述介质组件 230 是个管状、宜为圆柱形的折叠结构 232, 它形成敞开的过滤器内腔 234。所述折叠结构 232 宜由以下所述尤其适于高温用途的介质制剂制成。

空气净化器 220 还包括安装在所述敞开内腔 234 内的共振器 236。

30 图 31 是空气净化器 220 的端视图。为了提供空气净化器 220 用的进气源, 在端盖 226、228 中的一个上面形成至少一个孔。在图 31 所述的具体例子中, 第一端盖 226 上形成了许多孔 238, 用于使空气进入空气净化器 220 并在外壳壁 242 和介质组件 230 之间占据容积 240。

出口管 244 从第一端盖 226 上伸出, 用于让净化空气离开空气净化器 220。

5 在操作中, 要过滤的空气通过孔 238 进入空气净化器 220, 流入容积 240 中。然后空气流经折叠结构 232, 进入敞开的过滤器内腔 234。用共振器 236 减弱声音, 并且净化空气流经出口管 244 离开空气净化器 220。由此将空气导向进口管, 例如系统 20 的进口区 23。

图 32 和 33 中显示了过滤部件的另一实施方式。在这一实施方式中, 所述过滤部件 250 呈板式过滤器 252 的形状。所述板式过滤部件 252 包括呈折叠结构 256 的介质组件 254。由图 32 和 33 中可见, 折叠结构 256 通常形成具有许多折叠 258 的平板。

10 板式过滤结构 252 具有外周边衬垫部件 260, 用于和相应外壳形成密封。

介质组件 254 包括为高温条件如发动机系统 20 操作特别制造的介质结构。所述具有特别制造的介质组件 254 的板式过滤部件 252, 在例如流体压缩机的系统中也可用。

15 E. 典型系统: 流体压缩机

在图 34 中示意显示了流体一个压缩机 265。所述流体压缩机 265 包括具有过滤部件 270 的空气净化器 268。一种有用的过滤部件 270 是板式过滤结构 252(图 32 和 33)。所述流体压缩机 265 包括容纳曲轴 274 的框架以及用于以常规方式通过汽缸 276 驱动活塞部件的活塞连接棒。在汽缸 276 的顶部和压缩机头 280 之间夹置着一个阀盘 278。一般来说, 所述压缩机 265 是本领域技术人员熟知的往复式活塞型压缩机。要压缩的空气沿箭头 282 所示的方向进入压缩机 265 中。空气流经空气净化器 268, 在其中通过过滤部件 270 将颗粒除去。然后净化空气流入压缩头 280, 压缩机 265 操作将空气进行压缩。

压缩机 265 有时可用于高温(高于 140°F)环境中。

25

F. 典型介质尺寸

对于本文所述的过滤部件, 都较佳包括个折叠结构。在这些应用类型中, 折叠长度至少为 6 英寸, 但不大于 50 英寸, 可以是 8~40 英寸。折叠深度通常至少为 0.5 英寸, 不大于 12 英寸, 可以是 1~6 英寸。

30 对于管状结构来说, 折叠结构的外径通常至少 4 英寸, 不大于 50 英寸, 通常可以是 6~30 英寸。对板式过滤结构来说, 通常至少为 40 层折叠, 不多于 200 层折叠, 通常为 50~100 层折叠。

G. 典型系统：带燃气轮机的坦克

在图 35、36 和 37 中显示了 M1 型坦克过滤器。所述 M1 型坦克由燃气轮机提供动力。所述涡轮发动机通常位于装甲钢板下。燃气涡轮发动机的操作需要大量环境空气。环境空气在进入燃气涡轮发动机之前，应该过滤除去其中的颗粒。所述坦克包括空气进口，用于为涡轮发动机提供空气。所述坦克的装甲钢板下有个空气净化器。所述坦克也包括用于从空气净化器中排出颗粒物质的清除出口。

10 H. 坦克用空气净化器实例

在图 35、36 和 37 中，显示了一个用于坦克的空气净化器 330 实例。所述空气净化器 330 包括许多位于过滤器外壳 334 中的过滤部件 332。对于所示具体的装置，各过滤部件 332 包括一个 V 形介质组件 336。在所示的实例中，外壳 334 的尺寸能在使用和组装过程中可操作地容纳 3 个 V 形介质组件 336，它们并排排列但又相互分开。

除了以下 H 节所述的优选介质制剂外，在参考应用于此的 U.S. 专利 No. 5,575,826 中说明了空气净化器 330 以及坦克用的系统。而且，除了以下 H 节所述的优选介质制剂外，在参考应用于此的 U.S. 专利 No. 4,364,751 中说明了各 V 形介质组件 336。

20 试看图 35、36 和 37，各介质组件 336 包括一个带端盖 340、341 的框架 338。就所示实施方式而言，各 V 形介质组件 336 包括 2 块装在 V 形结构中的平板 342、343，在此两个平板之间形成了内部通道或空间 345。对所用的装置，各内部空间 345 被内部挡板 346、347 分成 3 个隔室。

25 平板 342、343 各自由折叠过滤介质 348 占据。所述折叠介质 348 包括用细纤维处理的纤维素介质。这种介质有利于提高空气净化器 330 在高温环境如坦克用途中的效率。

30 在图 35、36 和 37 中，过滤器外壳 334 包括进口 350 和出口 352。在外壳 334 中可以看见 3 个介质组件 336，它们相互并排排列。隔板 354 提供各介质组件 336 密封紧贴着的表面，将脏空气一侧 356 和干净空气一侧 357 隔开。具体地说，各介质组件 336 包括压缩在隔板 354 上的衬垫 358，用于防止空气流绕过介质 348 从脏空气一侧 356 直接流入干净空气一侧 357。隔板 354 包括空气流动用的开孔 360，使干净的空气从容积或空间 345 流入干净空气一侧 357。

V形介质组件 336 的操作如下。空气通过外壳 334 中的进口 352 进入空气净化器 330。所述空气进入隔板 342、343 并直接导向内部空间 345。颗粒物留在平板 342、343 的外表面上(和内部空间 345 相背的平板侧或表面)或者形成的滤饼上。所述过滤空气占据内部容积 345 并通过端口或者开孔 360 流入干净空气一侧 357。由此所述空气从出口 352 流出并导向燃气轮机。

空气净化器 330 也包括用于净化的一个脉冲喷射系统。一般来说,这种系统提供选择性喷射的空气流脉冲,它向后导向通过过滤平板 342、343。这里所述的“向后”是指所述脉冲喷射流和环境空气过滤过程中正常空气流(即过滤空气流)的方向相反。对所示装置而言,这一方向是脉冲喷射流对着空间 345,最终将空气引导通过平板 342、343,然后从折叠介质 348 的表面离开。

在图 35 中,脉冲喷射净化系统包括 3 个连接立管 362 的阀门 360,它们和压缩空气连通。各阀门 360 和扩散式喷嘴 364 连接,这些喷嘴的位置是使喷嘴是中心指向所述隔室或者空间 345。

可以周期性地打开所有或者其中所选的一些脉冲喷射阀 360,使空气脉冲喷射进入 V 形介质组件 336 内部空间 345 的相连部分。这种喷射脉冲可以冲洗平板 342、343 上的污垢、灰尘等。所述颗粒物会立即进入在其冲洗离开的平板周围的区域内。

I. 优选的介质

对于本文所述的过滤部件,介质组件包括介质复合物,所述复合物包括用非织造纤维层至少部分处理或者涂覆或者覆盖的基底。

本发明薄层的包括微米纤维或者纳米纤维的细纤维可以是直径约为 0.001~10 微米、宜为 0.05~0.5 微米的纤维。在某些用途中,所述纤维细度可以为 0.001~2 微米、0.01~5 微米以及 0.05~10 微米。细纤维过滤层的一般厚度约为纤维直径的 1~100 倍,基重约为 0.01~240 微克/厘米²。

流体如空气流和其他气流通常携带有颗粒物。需要除去流体中的一部分或者全部颗粒物。例如,进入车厢的空气流、电脑磁盘驱动器中的空气、HVAC 空气、使用过滤袋、阻隔织网、机织材料的净化室通风和用途、进入机动车发动机或者发电设备的空气、进入燃气轮机的气流以及进入各种燃烧炉中的空气流,通常都包含颗粒物。在车厢空气过滤器的情况,为使乘客舒适和/或为了美观,有必要除去其中的颗粒物。至于进入发动机、燃气轮机和燃烧炉中的空气和进气流,要除去其中的颗粒物,这是因为颗粒会因有关各种机理

对内部工件产生实质性的损害。在其它情况下，工业过程或发动机的产出气或者排出气会包含颗粒物。在可以或者应该将这种气体通入各种下游设备或者排入大气之前，应充分除去这些气流中的颗粒物。

5 通过考虑以下的过滤介质类型，可以理解一些空气过滤器的基本原理和问
题：表面负载介质和深度介质。对这些介质类型均已作了深入的研究，并且已经广泛地应用。例如，在 U.S. 专利 Nos. 5, 082, 476、5, 238, 474 和 5, 364, 456 中说明了某些有关它们的原理。这三个专利全部参考结合于此。

10 过滤器的“使用寿命”通常由过滤器所选定的限制压力降来表征。过滤器的压力降上升将使用寿命限定在用途或设计所决定的水平上。由于这种压力降上升是负载的结果，对于相同效率的系统来说，较长的使用寿命通常直接和较高的容量有关。效率是介质捕获颗粒而不是放过颗粒的倾向。很明显的是通常过滤介质除去气流中颗粒的效率越高，一般来说，过滤介质达到“使用寿命”的压力降就越快(假设其它变量保持恒定)。

15 滤纸过滤器部件是广泛使用的表面负载介质形式。一般来说，滤纸部件是和携带颗粒的气流取向垂直的纤维素即合成或其它纤维的致密衬垫。滤纸通常对气流有足够的渗透性，也具有足够细小的孔和用于阻止大于所选粒度的颗粒经过的孔隙率。当气体(流体)流过滤纸时，滤纸面对气流的面通过扩散和中途拦截来捕获和截留气流(流体)中所选粒度的颗粒。颗粒作为灰饼收集在滤纸面对气流的表面上。一定时间后，所述灰饼也开始起过滤器的作用，提高了其效率。
20 这一点有时也称为“时效”，即一定时间后使得效率大于起始效率。

如上述的简易过滤装置容易产生至少两类问题。首先是纸上较为简单的缺陷，例如破裂，会导致系统失效。其次是颗粒物迅速在过滤器面对气流的面上堆积，形成薄的尘块或尘层，增加压力降。已经使用了各种方法来增加表面负载的过滤系统，如滤纸的寿命。一种方法是提供在折叠结构形式的介质，使得与气流遇到的介质的表面积比平面的、非折叠结构的介质大。虽然这样增加了过滤器的寿命，但是
25 仍然受到很大的限制。为此，表面负载的介质主要应用于通过过滤介质的速度较低，通常不超过约 20—30 英尺/分钟，一般大约 10 英尺/分钟或更低的情况。文中的术语“速度”是通过介质的平均速度(即体积流量/介质面积)。

30 一般来说，随着通过折叠形滤纸的气流速度增加，过滤器的寿命按速度的平方递减。这样，当折叠形滤纸的表面负载过滤系统作为用于需要较大流量的气体的系统的颗粒过滤器时，需要过滤介质有较大的表面积。例如，一般的公路行驶的柴

油机卡车的圆柱形折叠滤纸元件的直径约为 9—15 英寸、长约 12—24 英寸，折叠深度约 1—2 英寸。这样，介质的过滤表面积(一个面上)一般为 30—300 平方英寸。

在许多用途，特别是那些涉及较高流量的用途中，使用有时通常称为“深度”介质的可替换类型的过滤介质。一般的深度介质中是较厚缠结的纤维材料。深度介质通常用其孔隙率、密度或固含量的百分数来表征。例如，一个固含量为 2—3% 的介质是纤维的深度介质垫，其总体积的大约 2—3% 是纤维材料(固体)，其余是空气或气体空间。

表征深度介质的另一个有用的参数是纤维直径。如果固含百分数保持不变，但是纤维直径(尺寸)减小，则孔或纤维间的间隔减小；即纤维变得更有效，将更有效地捕捉较小的颗粒。

一个普通的常规深度介质过滤器是深的、密度相对恒定(或均匀)的介质，即深度介质的固含量始终保持基本恒定的系统。本文中的“基本恒定”是指密度仅有较小的不均匀性，即便有，也只能在介质的深度范围内找到。这种不均匀性，例如可由固定过滤介质的容器对外部接合表面轻微的压缩造成。

已经开发了梯度密度深度介质的装置。一些这样的装置描述于美国专利 No.4,082,476、5,238,474 和 5,364,456 中。通常，深介质装置可设计为提供基本上贯穿其体积或深度的颗粒材料的“负载”。这样，与表面负载系统相比，当达到全部的过滤器寿命时，这些装置就能设计为负载更大量的颗粒材料。可是，由于通常这些装置所牺牲的是效率，所以需要较低固含量的介质。如上述专利中的那些梯度密度系统已设计为能提供较大效率和较长的寿命。在某些情况下，利用表面负载介质作为这些装置中的“修饰”过滤器。

本发明的过滤介质结构包括第一层可渗透的粗纤维介质或具有第一表面的基底。第一层细纤维介质固定在第一层可渗透的粗纤维介质的第一表面上。较佳的是，第一层可渗透的粗纤维材料中是平均直径至少 10 微米，一般且最好是约 12(或 14)—30 微米的纤维。同时，较佳的是，第一层可渗透的粗纤维材料的基重不超过约 200g/m²、较好是约 0.50—150g/m²、最好是至少 8g/m² 的介质。较佳的是，第一层可渗透的粗纤维介质的厚度至少为 0.005 英寸(12 微米)、一般是 0.0006—0.02 英寸(15—500 微米)、最好是约 0.001—0.030 英寸(25—800 微米)。

在较佳的装置中，第一层可渗透的粗纤维材料是一种材料，如果使用 Frazier

渗透率测试方法对与结构的剩余部分开的该材料进行测试, 该材料将显示至少 1m/分钟、一般最好是约 2—900m/分钟的渗透率。本文中当提到效率时, 除非另有说明, 是指如本文中所述根据 ASTM-1215-89 用含有 0.78 μ 单分散性聚苯乙烯球粒的气流在 20fpm(6.1m/分钟)速度下测定的效率。

- 5 较佳地, 固定在可渗透的粗纤维介质层的第一表面上的细纤维材料层是一层纳米及微米纤维介质, 其中, 纤维的平均直径不超过约 2 微米、通常较好是不超过约 1 微米, 并且一般最好是纤维直径小于 0.5 微米并在约 0.05—0.5 微米的范围内。同时, 较佳地, 固定在第一层可渗透纤维材料的第一表面上的第一层细纤维材料的总厚度不超过约 30 微米、更好是不超过 20 微米、最好是不超过约 10 微米, 并且
- 10 一般最好是该层细纤维平均直径的大约 1—8 倍(更好是不超过 5 倍)。

本发明的某些较佳装置包括通常在总的过滤器结构中所述的过滤介质。使用的一些较佳装置包括以圆柱形、具有一般纵向延伸的折叠的折叠形构造, 即沿与圆柱体的纵轴同一方向折叠的介质。对这些装置而言, 介质可嵌入常规过滤器的两个端盖中。视需要, 这些装置可包括用于普通的常规目的的上游衬里和下游衬里。

- 15 在有些用途中, 本发明的介质可用来与其它类型的介质, 例如常规介质接合, 用以提高总的过滤性能或寿命。例如, 本发明的介质可层压在常规介质上, 以堆叠排列使用; 或者可插入(整体特征)包括常规介质的一个或多个区域的介质结构中。本发明的介质可用在常规介质的前面, 为的是较好的负载; 和/或用在常规介质的后面作为高效的修饰过滤器。

- 20 本发明的某些装置还可用在液体过滤系统中, 即是其中要过滤掉的颗粒材料以液体来承载。同时, 本发明的某些装置可用在烟雾收集器中, 例如用来从空气中过滤细烟雾的装置中。

- 本发明提供了过滤的方法。这些方法通常包括使用上述介质较好地进行过滤。从以下描述和实施例可以看出, 本发明的介质可特别地设计和构造, 以便有利地在
- 25 较有为效的系统中提供较长的寿命。

各专利中披露的各种过滤装置主张了与过滤材料一同使用的过滤器结构的各个方面。Engel 等人的美国专利 No.4,720,292 公开了用于具有一般圆柱形过滤元件设计的过滤装置的径向密封设计, 该过滤元件被具有圆柱形的、径向向内的衬面的较软而类似橡胶的端盖密封。Kahlbaugh 等人的美国专利 No.5,082,476 公开了使用

深度介质的过滤器设计,该深度介质组件含具有与本发明的微米纤维材料结合的折叠形元件的泡沫材料基底。Stifeman 等人的美国专利 No.5,104,537 涉及用于过滤液体的介质的过滤器结构。液体夹带进入过滤器外壳中,通过过滤器的外部进入内部环形芯中,然后返回结构中活性使用。这些过滤器对过滤液压机液体非常有用。

- 5 Engel 等人的美国专利 No.5,613,992 显示了典型的柴油机进气过滤结构。该结构从可能夹带或不夹带湿气的外壳的外部中得到空气。空气通过过滤器而湿气可通向外壳底部并从外壳上排尽。Gillingham 等人的美国专利 No.5,820,646 公开了 Z 过滤器结构,它使用包括闭塞的通道等特殊折叠形过滤器设计,需要流体通过“Z”形通道中至少一层过滤介质以得到适宜的过滤性能。形成折叠状 Z 形样式的过滤介质
- 10 可含有本发明的细纤维介质。Glen 等人的美国专利 No.5,853,442 公开了具有可含本发明细纤维结构的过滤元件的袋滤捕尘室结构。Berkhoel 等人的美国专利 No.5,954,849 显示了一种吸尘器,它用来处理一般是载有大量灰尘的空气,从其中过滤掉灰尘,该空气中含有大量灰尘是由于工件加工产生的。最后,Gillingham 的美国专利 No.425,189 公开了使用 Z 过滤器结构的圆盘过滤器。

- 15 以上对本发明聚合物材料、本发明包括微米纤维和纳米纤维的细纤维材料和本发明细纤维材料有用的过滤结构制造各方面的一般说明,提供了对本发明操作一般技术原理的理解。以下所述的具体示例性材料是可用于制造本发明细纤维材料的材料实例,且以下材料揭示了最好的模式。制造了这些示例性材料,使用的是以下特性和操作条件。使用来自强静电场起拉拽作用的静电作用力,
- 20 将聚合物喷射物拉成很细的细丝,获得直径小于 10 微米的静电抽丝纤维。虽然在静电抽丝过程中可以使用聚合熔体,但是,最好用聚合物溶液制得细于 1 颗米的纤维。当聚合物构成更小直径时,溶剂蒸发掉并有利于降低纤维的尺寸。基于各种原因,溶剂的选择很关键。若溶剂干得太快,那么纤维会变平并且直径大。若溶剂干得太慢,溶剂会再次溶解形成的纤维。因此干燥速度和纤维形
- 25 成的配合很关键。在高生产率时,大量的排出空气可以防止可燃性气体并降低着火的危险。不可燃的溶剂是有用的。在生产环境中,加工设备需要不时的净化。安全低毒性溶剂可使工人暴露在危险化学试剂的情况降至最低。静电抽丝可以在每发射器每分钟 1.5 英里的流速、8 英寸的靶距、88 千伏的发射器电压、200 转/分的发射器转速以及 45%的相对湿度这些条件下操作。

- 30 聚合物系统的选择对给定用途来说很重要。对于采用脉冲净化来说,极薄的微米纤维层有助于在使压力损失很小情况下能提供颗粒捕获和释放的外表

面。优选使用直径小于 2 微米，宜小于 0.3 微米的纤维薄层。微米纤维或纳米纤维和其沉积基底之间良好的附着性是很重要的。当过滤器由基底和微米纤维和纳米纤维构成的复合物制得时，这种复合物能适用于自净化的优良过滤介质。通过背向重复脉冲净化所述表面就更新了过滤介质。当在表面上施加大作用力时，基底上附着差的细纤维由于背向脉冲而出现脱层，所述背向脉冲是从过滤器内部通过基底流经微米纤维的。因此，微米纤维之间良好的附着以及基底纤维和静电抽丝纤维之间的附着成功的用途来说是很重要的。

使用各种聚合物材料制得的纤维可以获得适应上述要求的产品。具有良好粘着性能的细纤维可以由例如聚偏二氯乙烯、聚乙烯醇以及含有各种尼龙如尼龙 6、尼龙 4, 6、尼龙 6, 6、尼龙 6, 10 的聚合物和共聚物以及它们的共聚物制得。可以由 PVDF 制得优良的纤维，但是制造直径足够小的纤维需要氯化溶剂。尼龙 6、尼龙 66 和尼龙 6, 10 可以进行静电抽丝。但是例如甲酸、m-甲酚、三氟乙醇、六氟异丙醇等溶剂要么很难操作，要么很昂贵。因其低毒性，优选的溶剂包括水、乙醇、异丙醇、丙酮和 N-甲基吡咯烷酮。和这种溶剂系统相容的聚合物已经作了广泛的研究。我们已经发现，由 PVC、PVDC、聚苯乙烯、聚丙烯腈、PMMA、PVDF 制得的纤维需要借助额外的粘合方法来获得结构性能。我们也发现当聚合物溶于水、乙醇、异丙醇、丙酮、甲醇以及它们的混合物并成功制得纤维时，它们对基底具有优良的附着性能，由此可制得适于自净化的优良过滤器。当过滤器用于很高灰尘浓度时，通过空气背脉冲自净化或者绞合是有用的。由可溶于醇的聚酰胺和聚乙烯醇制得的纤维已经成功使用在这种用途中。可溶于醇的聚酰胺实例包括从 Henkle 购得的 Macromelt6238、6239 和 6900；从 duPont 购得的 Elvamide 8061 和 8063 以及从 Shakespear monofilament Company 购得的 SVP 637 和 651。另外一组可溶于醇的聚酰胺是 8 型尼龙、烷氧基烷基改性尼龙 66(参考 Nylon Plastic handbook, 第 447 页, melvin Kohan 等, hanser Publisher, New York, 1995)。聚乙烯醇实例包括从 Kuraray, Japan 购得的 PVA-217, 224 以及从 Air Products and Chemical Company 购得的 Vinol540。

实验

使用以下静电抽丝过程条件产生以下材料。

使用旋转发射器系统或者毛细管针系统抽丝制得以下材料。这两种系统均可生产基本相同的纤维材料。

组成	熔融温度(°F)
聚酰胺:酚醛树脂=100:0	150
聚酰胺:酚醛树脂=80:20	110
聚酰胺:酚醛树脂=65:35	94
聚酰胺:酚醛树脂=50:50	65

我们从这些混合物中生产出了可比较的纤维。50:50 的混合物不能通过加热来交联，因为会破坏纤维结构。在 90°C 以下加热 65:35 的混合物 12 小时提高了所得纤维的耐化学性，抑制其在醇中的溶解。可使用聚酰胺与环氧树脂的混合物，如得自 Shell 和 Epi-Rez 510 的 Epon 828。

实施例 3：使用含氟添加物(Scotchgard®)防水剂的表面改性

在抽丝之前向聚酰胺中加入了得自 3M 公司的醇可溶 Scotchgard® FC-430 和 431。加入量为固体的 10%。Scotchgard 的加入不妨碍纤维的形成。THC 台示出了类似 Scotchgard 的高分子量防水剂最终不能提高防水性。如制造厂家所建议的，将加入的 Scotchgard 试样在 300°F 加热了 10 分钟。

实施例 4：用偶联剂的改性

聚合物膜由聚酰胺连同得自 Kenrich Petrochemicals 有限公司的钛酸酯偶联剂来浇注成形。钛酸酯偶联剂包括：异丙基三异硬脂酰钛酸酯(KRTTS)、新戊基(己二烯)氧化三(二辛基)磷酸钛酸酯(LICA 12)、新戊基(己二烯)氧化三(N-乙二氨基)乙基锆酸酯(NZ44)。将浇注成形的膜浸在沸水中。不使用偶联剂的对比试样立即丧失了强度，而加入了偶联剂的试样维持其外形直至 10 分钟。这些加入偶联剂的试样抽成了纤维(0.2 微米的纤维)。

实施例 5：用低分子量的对叔丁基酚聚合物的改性

分子量为 400—1100 的对叔丁基酚的低聚物购自 Ohio 州 Columbus 的 Enzymol International 公司。这些低分子量的聚合物可溶解在醇，如乙醇、异丙醇和丁醇中。将这些聚合物加入前述共聚酰胺中并静电抽丝成 0.2 微米的纤维，没有不利的后果。有些聚合物和添加物会阻碍静电抽丝过程。与实施例 2 中所述的常规的酚醛树脂不

所述流速为每发射器每分钟 1.5 英里，靶距为 8 英寸，发射器电压为 88 千伏，相对湿度为 45%，旋转发射器的转速为 35 转/分。

实施例 1: 纤维尺寸的影响

- 5 用末端基团滴定法(J.E.Walz 和 G.B.Taylor 著“尼龙分子量的确定”，化学年报 Vol.19, Number 7, 第 448—450 页(1947))分析 b 由尼龙 6、66、610 尼龙共聚物树脂(SVP-651)制备的细纤维试样的分子量。数均分子量为 21,500—24,800。yynw 组合物通过约 45%的尼龙 6、约 20%的尼龙 66 和约 25%的尼龙 610 等三种组分尼龙的熔融温度相图(Melvin Kohan 等人著“尼龙塑料手册”第 286 页, Hanser 出版社, 纽约(1995))来评价。报道的 SVP 651 树脂的物理性质为:

性质	ASTM 法	单位	典型值
比重	D-792	—	1.08
吸水性(24 小时浸渍)	D-570	%	2.5
硬度	D-240	Shore D	65
熔点	DSC	°C(°F)	154(309)
拉伸强度@屈服	D-638	MPa(kpsi)	50(7.3)
断裂伸长率	D-638	%	350
弯曲模量	D-790	MPa(kpsi)	180(26)
体积电阻系数	D-257	ohm-cm	10 ¹²

- 用来生产直径为 0.23 和 0.45 微米的纤维。将试样浸在室温的水中，风干并测定其效率。较粗的纤维需要较长的时间降解，且降解程度较低，如图 12 中的曲线所示。虽然不希望受到特定理论的限制，但是看上去具有较高的表面/体积比的较细纤维更容易由于环境的影响而降解。可是，较粗的纤维不能用作有效的过滤介质。

实施例 2: 尼龙纤维的交联与酚醛树脂和环氧树脂

- 为了提高纤维的耐化学性，试验了尼龙纤维的化学交联。用称为 Georgia Pacific 5137 的酚醛树脂混合前述的共聚酰胺(尼龙 6、66、610)并抽成纤维。尼龙与酚醛树脂之比及它们的混合物的熔融温度表示如下:

同，我们发现这组聚合物不会干扰纤维成形过程。

我们发现这组添加物防止了细纤维受湿环境的影响，如曲线所示。图 13-16 示出了低聚物在 140°F、100%的湿度下提供了非常好的保护，但是在 160°F 时的性能不是非常好。我们加入了所使用聚合物 5-15%的这种添加物。发现它们对保护纤维在 140°F 暴露在高湿度下时是同样有效的。我们还发现当纤维在 150°C 经受一小段时间后，它们的性能增加。

表 1 示出了暴露的温度和时间对含有 10%添加物的聚酰胺纤维的影响。

表 1. 140°F 浸泡之后效率的保持率

温度	加热时间		
	1 分钟	3 分钟	10 分钟
150°C	98.9	98.8	98.5
	98.8	98.9	98.8
130°C	95.4	98.7	99.8
	96.7	98.6	99.6
110°C	82.8	90.5	91.7
	86.2	90.9	85.7

10

这是个令人吃惊的结果。我们看到使用这一类添加物使防水性有了很大的改善。为了明白这组添加物是如何起作用的，我们使用称为 ESCA 的表面分析技术分析了细纤维垫子。是在明尼苏达大学用 ESCA 分析了表 1 所示的 10%添加物试样，其结果示于表 2。

15

表 2. 表面组成(聚合物与添加物之比)

温度	加热时间		
	1 分钟	3 分钟	10 分钟
150°C	40:60	40:60	50:50
130°C	60:40	56:44	62:82
110°C	63:37	64:36	59:41
不加热	77:23		

刚开始，发现了添加物的表面浓度是本体浓度的两倍似乎没有什么意义。可是，我们认为这可通过添加物的分子量来解释。约为 600 的添加物的分子量远小于主纤维形成的聚合物。由于它们的尺寸较小，它们可在蒸发着的溶剂分子上移动。

这样,我们就可实现添加物的较高表面浓度。进一步的处理增加了保护性添加物的表面浓度。可是,在 150℃暴露 10 分钟并不能使浓度增加。这样就可以表明,由于长链聚合物有时间到处运动,会发生共聚酰胺与低聚物分子这两种组分的混合。该分析告诉我们的是适当地选择后处理的时间和温度能提高性能,而处理太长的时间会有反面的影响。

我们使用称为 Time of Flight (ToF) SIMS 的技术进一步检查了加入了这些添加物的微米纤维。这个技术是用电子轰击物体,并观察有什么来自于表面。不含添加物的试样示出了在用电子轰击时有有机氮物质出来。这表明聚酰胺物质发生了断裂。该结果也显示了少量杂质,如钠和硅的存在。含有添加物但不进行热处理的试样(表面上的添加物浓度为 23%)示出了叔丁基底段主要物质,并观察到聚酰胺的小而清晰的峰。同时还观察到与叔丁基酚相对的质量差为 148amu 的高质量峰。对在 150℃处理了 10 分钟的试样(通过 ESCA 分析得知表面添加物浓度为 50%),检查。显示叔丁基底段占主导地位,并有微弱的聚酰胺峰,如果实在有的话检查没有显示与整个叔丁基酚及其聚合物相关的峰。检查还示出了与 C₂H₃O 片段相关的峰。

ToF SIMS 分析显示,聚酰胺纤维本身在受到离子冲击时会放出暴露的聚合物链上断裂的氮片段和表面上的污染物。加入了添加物但不进行热处理,则覆盖不完全,表明添加物在表面有些部分上没有覆盖。当离子束撞击此表面时,完整的分子会连同不稳定的叔丁基底段放出。若加入了添加物而又进行了热处理,就促使了表明上完全覆盖。另外,分子紧密地排列使得仅有不稳定的片段如叔丁基,以及可能是 CH=CH-OH 放出,而叔丁基酚的整个分子不放出。ESCA 和 ToF SIMS 是在表面的不同深度处检查的。ESCA 检查的较深的位置直至 100 埃,而 ToF SIMS 仅检查 10 埃深度。这些分析一致。

实施例 6: 表面涂布共聚物的开发

开发类型 8 的尼龙原本是为了制备用于涂布和附着用途的可溶可交联树脂。该类聚合物是在酸存在的条件下聚酰胺 66 与甲醛和醇反应制得的(参照 Cairns,T.L.;Foster,H.D.;Larcher,A.W.;Schneider,A.K.;Schreiber,R.S. 著 J.Am. Chem. Soc. 1949,71,651)。该类聚合物可以静电抽丝及交联。可是,该聚合物形成纤维劣于共聚酰胺,且交联不易进行。

为了制备类型 8 的尼龙，按下述比例装填 10 加仑的高压反应器加料：

	尼龙 66(duPont Zytel)	10 磅
	甲醇	15.1 磅
5	水	2.0 磅
	甲醛	12.0 磅

然后，在压力下用氮气冲洗该反应器并加热至至少 135℃。当达到所需的温度后，加入少量酸作为催化剂。酸催化剂包括：三氟乙酸、蚁酸、甲苯磺酸、马来酸、马来酸酐、邻苯二甲酸、邻苯二甲酸酐、磷酸、柠檬酸以及它们的混合物。也可使用 Nafion[®] 聚合物作为催化剂。加入催化剂之后，反应进行 30 分钟。在此阶段形成了粘性均聚物溶液。在规定的反应时间之后，将高压容器内的物料转移到含有甲醇、水和碱如氢氧化铵或氢氧化钠的浴中使反应速止。在溶液充分淬冷后，将其在去离子水中沉淀，形成松软的颗粒。然后，将聚合物颗粒离心分离，再真空干燥。该聚
10
15
合物在甲醇、乙醇、丙醇、丁醇以及它们与水不同比例的混合物中可以溶解，也可溶解在不同醇的混合物中。

将这样形成的烷氧基烷基改性类型 8 的聚酰胺溶解在乙醇/水的混合物中。此聚合物溶液用描述于 Barris 美国专利 No.4,650,516 的方法进行静电抽丝。聚合物溶液的粘度随时间增加。通常已知聚合物粘度对决定纤维尺寸有重要的作用。这样就难以控制商业规模连续生产的过程。此外，在相同的条件下，类型 8 聚酰胺不能像共聚酰胺一样有效地形成微米纤维。可是，当溶液制备时添加了酸催化剂，如甲苯磺酸、马来酸酐、三氟甲烷磺酸、柠檬酸、抗坏血酸等，并且在纤维成形之后对纤维垫子进行仔细地热处理，所得的纤维具有非常好的耐化学性(图 13)。在交联阶段必须仔细，不要破坏纤维结构。
20

在类型 8 聚酰胺(聚酰胺 B)与醇可溶共聚酰胺混合时，我们发现了一个令人吃惊的结果。用醇可溶共聚酰胺如 SVP 637 或 651(聚酰胺 A)、Elvamide 8061 替代 30 重量%的烷氧基烷基改性的聚酰胺 66，发现了协同效应。混合物的纤维成形比任一个单独组分更有效。浸在乙醇中并且测定过滤效率显示了大于 98%的过滤效率保持率，THC 台试验示出了与单独的类型 8 聚酰胺类似的结果。这种类型的混合
25

物表明,我们能得到共聚酰胺的有效的纤维成形和极好的过滤特性的优点,以及交联的类型 8 聚酰胺的极好耐化学性的优点。醇浸泡试验强烈地表明了非可交联共聚酰胺参与了交联,得以保持了 98%的过滤效率。

在聚合物 A 和 B 的混合物加热至 250°C(充分交联)之后,它们的 DSC(参见图 5 17-20)变得难以与单独的聚合物 A 区分,没有可区别的熔融温度。这强烈地表明了聚合物 A 和 B 的混合物此时是通过聚合物 B 与聚合物 A 交联形成的完整的聚合物。

类似地,聚对苯二甲酸乙二酯与聚对苯二甲酸丁二酯的熔融混合物具有类似的性质。在温度高于各组分的熔融温度下进行熔融操作的过程中,发生醚基团交换并形成 PET 和 PBT 的共聚物。而且,我们的交联温度低于任一单独组分。不能期望该基团交换在低温下发生。因此,通过类型 A 和类型 B 的聚酰胺的溶液混合以及在温度低于各组分的熔点时交联,我们确信发现了一类新的聚酰胺。

当我们加入 10 重量%的叔丁基酚低聚物(添加物 7)并在交联所需的温度下进行加热处理时,我们发现了更好的结果。我们认为是叔丁基酚低聚物的羟基官能团参与了与类型 8 的尼龙的官能团的反应。我们发现此组分系统提供了较好的纤维成形,改善了对高温和高湿的经久性以及细纤维层表面的疏水性。

我们制备了聚合物 A 和聚合物 B 的混合物试样(试样 6A)以及另一个聚合物 A、聚合物 B 和添加物 7 的混合物试样(试样 6B)。然后,我们用静电抽丝法形成了纤维,在 300°F 将纤维垫子暴露 10 分钟并用 ESCA 表面分析测定了表面组成。

下表示出了试样 6A 和 6B 的 ESCA 分析。

组成(%)	试样 6A		试样 6b	
聚合物 A	30		30	
聚合物 B	70		70	
添加物 7	0		10	
表面组成	W/O 加热	W/加热	W/O 加热	W/加热
聚合物 A&B(%)	100	100	68.9	43.0
添加物 7	0	0	31.1	57.0

除了氢浓度不能提供外,ESCA 能提供有关表面组成的信息。它能提供碳、氮和氧的信息。由于添加物 7 不含氮,我们可通过比较氮的浓度来估计含氮的聚酰胺

与不含氮的添加物的比例。其它的定性信息可通过检测 535—527eV 之间结合能的 O 1s 能谱来得到。C=O 键的结合能为 531eV 左右，C-O 键的结合能为 533eV。通过比较这两个峰的峰高，可估计带主要的 C=O 的聚酰胺以及仅带 C-O 基团的添加物的相对浓度。聚合物 B 因改性而具有 C-O 键，并且在交联时 C-O 键的浓度将下降。ESCA 证实该反应确实地发生了，因为显示出 C-O 键的相对减少(图 4 是没有进行热处理的聚合物 A 和聚合物 B 的混合物纤维，图 5 是进行了热处理的聚合物 A 和聚合物 B 的混合物纤维)。当表面上存在添加物 7 的分子时，可期望有更多的 C-O 键。情况确是如此，由图 6 和 7 可见(图 6 是聚合物 A、聚合物 B 和添加物 7 抽成的混合物纤维，图 7 是聚合物 A、聚合物 B 和添加物 7 进行了热处理的混合物纤维)。图 6 示出了实施例 7C-O 键的浓度有提高。这个结果与基于图 8—11 的 XPS 多路谱的表面浓度一致。

叔丁基低聚物分子移向细纤维的表面并形成约 50Å 疏水涂层。类型 8 的尼龙具有官能团如-CH₂OH 和-CH₂OCH₃，我们期望它们会与叔丁基酚的-OH 官能团反应。这样，就可以期望在纤维表面上看到较少的低聚物分子。结果发现我们的假设不正确，且共聚物的表面具有一个薄的涂层。

试样 6A、6B 和描述于第 5 节的重复试样在 100%RH 条件下暴露在 160°F THC 台上。在前节中，试样暴露在 140°F 和 100%RH 下。在这些条件下，叔丁基酚防止了三聚物共聚酰胺的降解。可是，如果温度升高到 160°F 和 100%RH，则叔丁基酚低聚物保护下面的三聚物共聚酰胺的能力不佳。我们在 160°F 和 100%RH 比较了这些试样。

表：暴露在 160°F 和 100%R 下之后细纤维效率的保持率

试样	1 小时后	2 小时后	3 小时后
试样 6A	82.6	82.6	85.9
试样 6B	82.4	88.4	91.6
试样 5	10.1		

此表表明试样 6B 有助于防止高温和高湿的影响。

当我们将纤维垫子上暴露于水滴时，会显示更为惊人的差别。当我们将 DI 水滴置于试样 6A 的表面上时，水滴立即在纤维垫子上铺展并且还润湿基底纸。而将

水滴置于试样 6B 的表面上时，该水滴形成水珠在垫子表面上不铺展。通过加入对叔丁基酚的低聚物，我们将试样 16 的表面改性为疏水性。该产品可用作水雾消除器，因为水滴不会通过试样 6B 的细纤维表面层。

将试样 6A、6B 和第 5 带的重复试样置于温度设定为 310°F 的炉中。下表表明，
5 试样 6A 和 6b 都保持完整，而第 5 节的试样严重地毁坏。

表：暴露于 310°F 后细纤维效率的保留率

试样	6 小时之后	77 小时之后
试样 6A	100%	100%
试样 6B	100%	100%
试样 5	34%	33%

虽然单独添加聚合物 A 的低聚物改善了细纤维层的耐高温性，而添加物 7 的
10 加入对暴露于高温并没有什么效果。

我们已清楚地表明，三聚物共聚酰胺、烷氧基烷基改性的尼龙 66 和叔丁基酚低聚物的混合物能提供在恶劣的环境下保护细纤维的优质产品，同时在制造三聚物共聚酰胺和叔丁基酚低聚物的混合物或者三聚物共聚酰胺和烷氧基烷基改性的尼龙 66 的混合物时能提高产率。这些两种组分的混合物比单组分体系也有改进。

15

实施例 7：聚酰胺和双酚 A 聚合物的相容混合物

一类新的聚合物可通过酚环的氧化偶合来制备(Pecora,A; Cyrus,W.的美国专利 4,900,671(1990)和 Peroca,A; Cyrus,W.; Johnson,M.的美国专利 5,153,298(1992))。其中，特别引起兴趣的由购自 Enzymol 公司的双酚 A 制得的聚合物。双酚 A 的大豆过氧化物酶催化的氧化可从双酚 A 中两个-OH 基团的任一侧开始。与线性的双酚 A 系聚碳酸酯不同，该类双酚 A 聚合物形成超支聚合物。由于该类聚合物的超支性质，它们能降低聚合物混合物的粘度。

我们发现该类双酚 A 聚合物可以与聚酰胺溶液混合。报道的尼龙的 Hansen's 溶解度参数为 18.6(“溶解度参数和其它内聚参数手册”第 317 页，A.Barton 等人
25 著，Florida 州 Boca Raton 的 CRC 出版社 1985 年出版)。如果计算溶解度参数(“溶解度参数手册”第 61 页)，则计算的溶解度参数值为 28.0。由于这些物质的溶解度

参数各不相同，预期它们不会相互混合。可是，我们发现它们非常容易混合并提供了意外的性能。

在乙醇溶液中制得 50:50 的分子量 3,000 的双酚 A 树脂与共聚酰胺的混合物。在乙醇溶液中的总浓度为 10%。单独用共聚酰胺会产生直径 0.2 微米的纤维。而该混合物形成约 1 微米的纤维的松软层。分子量 7,000 的双酚 A 与共聚酰胺在一起时不稳定，容易沉淀。

50:50 混合物的 DSC 上看不出熔融温度。共聚酰胺的熔融温度在 150°C 左右，双酚 A 树脂是 T_g 约 100 的玻璃质聚合物。而这两种物质的该混合物没有明显的熔化现象。当纤维垫暴露于 100°C 时，该纤维垫消失。该混合物可制成极好的过滤介质，该过滤介质的使用温度不是非常高，但是需要低压降。该聚合物系统不能以合理的方式进行交联。

实施例 8：双酚 A 作为混合物中的溶剂和固体的双重作用

双酚 A 聚合物的混合物的一个令人吃惊的特征是呈溶液形式的双酚 A 聚合物起类似溶剂的作用，而呈固体形式的聚合物则起固体作用。我们发现双酚 A 的这个双重作用是真正独特的。

制得以下配方：

	烷氧基烷基改性的 PA 66： 聚合物 B	180g
	双酚 A 树脂(分子量 3,000)： 聚合物 C	108g
20	190 级别乙醇	827g
	丙酮	218g
	DI 水	167g
	催化剂	9.3g

25 Brookfield 粘度计测得该混合物的粘度为 32.6 厘泊。总的聚合物浓度为 19.2%。含 19.2% 聚合物 B 的混合物的溶液，其粘度超过 200 厘泊。在类似的溶剂中的单有 12% 聚合物 B 的粘度在 60 厘泊左右。这是双酚 A 树脂起类似溶剂作用的明显例子，因为总溶液的粘度低于预期的值。所得的纤维直径为 0.157 微米。如果聚合物 B 单独参与纤维成形，则预期的纤维尺寸应小于 0.1 微米。换句话说，聚合物 C 也参与

纤维成形。我们不知道一个组分有如此独特双重作用的任何其它例子。在试样浸入乙醇中之后，测定过滤效率和纤维尺寸。在醇浸泡后，保留了 85.6% 的过滤效率且纤维尺寸不变。这表明聚合物 C 参与了交联，起到类似聚合物固体的作用。

5 另一个聚合物溶液按以下配方制备：

	烷氧基烷基改性的 PA 66: 聚合物 B	225g
	双酚 A 树脂(分子量 3,000): 聚合物 C	135g
	190° 级别乙醇	778g
	丙酮	205g
10	DI 水	15.7g
	催化剂	11.6g

该混合物的粘度为 90.2 厘泊。对 24% 的固体而言，这是一个非常低的粘度值。再者，这表明在溶液中聚合物 C 起类似溶剂的作用。可是，当该溶液静电抽丝成纤维后，纤维直径为 0.438 微米。单有聚合物 B 的 15% 溶液应产生约 0.2 微米的纤维。在终态时，聚合物 C 起到扩大纤维尺寸的作用。再者，本实施表明，该类分支聚合物在溶液中用作溶剂，而在终态用作固体。在浸入乙醇溶液后，保留 77.9% 的过滤效率且纤维尺寸不变。

20 实施例 9: 交联聚酰胺/双酚 A 聚合物的混合物的开发

将树脂、醇和水混合，在 60°C 搅拌 2 小时制备了不同的试样。将溶液冷却至室温并向其中加入催化剂，再搅拌该混合物 15 分钟。随后，测定溶液的粘度并将其抽成纤维。

下表示出了下列试样：

配方(g)	试样 9A	试样 9B	试样 9C
聚合物 B	8.4	12.6	14.7
聚合物 A	3.6	5.4	6.3
聚合物 C	7.2	10.8	12.6
190 级别乙醇	89.3	82.7	79.5
异丙醇	23.5	21.8	21.0
DI 水	18.0	16.7	15.9
催化剂	.45	0.58	0.79
粘度(cP)	22.5	73.5	134.2
纤维尺寸(微米)	0.14	0.258	0.496

我们发现此混合物可有效地产生纤维，与聚合物 A 的配方相比，产生的纤维质量多于 50%。另外，所得的聚合物微纤维更耐化学性。在醇中浸泡后，即使固

5 有交联的聚合物仅为固体组合物的 44%，由这些纤维制得的过滤器保持大于 90% 的过滤效率并保持纤维直径不变。该共聚酰胺、烷氧基烷基改性的尼龙 66 和双酚 A 的三聚合物组合物生成了纤维成形性能又有耐化学性的材料。

实施例 10: 尼龙 66 和尼龙 46 的烷氧基烷基改性的共聚物

10 在一个 10 加仑的高压反应器中，进行以下反应，并分析所得的聚合物。在达到反应温度后，加入催化剂并反应 15 分钟。随后，将聚合物溶液淬冷、沉淀、清洗并干燥。

反应器进料(LB)	试验 10A	试验 10B	试验 10C	试验 10d	试验 10E
尼龙 4,6(duPont Zytel 101)	10	5	5	5	5
尼龙 6,6(DSM Stanyl 300)	0	5	5	5	5
甲醛	8	10	8	10	8
DI 水	0.2	0.2	2	0.2	2
甲醇	22	20	20	20	20
反应温度(°C)	140	140	140	150	150
T _g (°C)	56.7	38.8	37.7	38.5	31.8
T _m (°C)	241.1	162.3	184.9	175.4	189.5
取代程度					
烷氧基(重量%)	11.9	11.7	7.1	11.1	8.4
羟甲基(重量%)	0.14	0.13	0.14	0.26	0.24

用尼龙 46 和尼龙 66 制得的聚合物的 DSC 显示了宽的单一熔融体温度，它低于改性的尼龙 46(241°C)或改性的尼龙 66(210°C)的熔融温度。这表明在反应过程中，两种组分会沿聚合物链随机地分布。这样，我们认为已经得到了用烷氧基烷基改性的尼龙 46 和尼龙 66 的无规共聚物。这些聚合物可溶解在醇和醇与水的混合物中。

性质	ASTM	尼龙 6.6	尼龙 4.6
T _m		265°C	295°C
拉伸强度	D638	13.700	8.500
断裂伸长率	D638	15-80	60
拉伸屈服强度	D638	8000-12,000	
弯曲强度	D790	17,8000	11,500
拉伸模量 × 10 ³ psi	D638	230-550	250
悬臂梁式冲击 ft-lb/英寸凹口	D256A	0.55-1.0	17
在弯曲负载 264psi 下的挠曲温度	D648	158	194

这两种尼龙都是高结晶的并且不溶于普通的醇中。

来源：当代塑料百科全书 1998

10 实施例 11: 共聚酰胺和烷氧基改性尼龙 46/66 共聚物的共聚体的开发以及静电抽丝纤维的形成

使用上述方法将聚合物 10B 和 10D(见下表)的试样制成纤维。单独用烷氧基烷基改性的尼龙 46/66(聚合物 D)成功地进行了静电抽丝。聚合物 D 与聚合物 A 的混合可产生下述额外的益处: 更有效的纤维成形以及制成更粗纤维而不含牺牲聚合物

15 D 的交联性, 如下表所示:

	聚合物 10B		聚合物 10D	
	单独	W/30%	单独	W/30%
		聚合物 A		聚合物 A
纤维尺寸(微米)	0.183	0.464	0.19	0.3
纤维质量比	1	3	1	2
过滤效率的维持率(%)	87	90	92	90

纤维的质量比通过纤维的总长度乘以截面积来计算。过滤效率的保持率通过

将纤维试样浸入乙醇中来测定。醇中浸泡后纤维尺寸不变。

实施例 12: 交联的 PVA 的静电抽丝

PVA 粉末购自 Aldrich Chemicals 公司。这种粉末溶解在水或者甲醇和水的
5 50/50 混合物中。在静电抽丝之前, 使其与交联剂和甲苯磺酸催化剂混合。在暴露于 THC 台之前, 将所得的纤维垫置于 150°C 的炉中交联 10 分钟。

	试样 12A	试样 12B	试样 12C	试样 12D
PVA 水解度	98-99	87-89	87-89	87-89
分子量	31,500-50,000	31,500-50,000	31,500-50,000	31,500-50,000
PVA 浓度(%)	10	10	10	10
溶剂	水	混合物	混合物(c)	混合物(d)
其它聚合物	无	无	丙烯酸	聚氰胺树脂 385
其它聚合物 /PVA(%)	0	0	30	30
1 小时后 THC 台上纤维的保留率(%)	0(a)	0(a,b)	95(b)	20(b)
3 小时后 THC 台上纤维的保留率(%)			90(a)	

(a): 温度 160°F, 湿度 100%

(b): 温度 140°F, 湿度 100%

10 (c): 分子量 2000

(d): 得自 Cytec 公司的三聚氰氨甲醛树脂

实施例 13

使用常规的纤维素空气过滤介质作为基底。该基底的基重为 67 磅/3000 平方
15 英尺, 在 0.5 英寸水压降的 Frazier 渗透率为 16 英尺/分钟, 厚度为 0.012 英寸, LEFS 效率为 41.6%。使用所述方法将实施例 1 的公称纤维直径为 0.2 微米的细纤维层加到基底表面上。所得复合物的 LEFS 效率为 63.7%, 在 100%相对湿度下将只是基底的试样暴露于 140F 的空气 1 小时后, 让试样冷却并干燥, 其 LEFS 效率为 36.5%。在 100%相对湿度下将复合物暴露于 140F 的空气 1 小时后, 让试样冷却及干燥,
20 则其 LEFS 效率为 39.7%。使用所述数学公式计算, 得到暴露 1 小时之后保留的细

纤维层的效率为 13%，保留的有效的细纤维数目为 11%。

实施例 14

使用常规的纤维素空气过滤介质作为基底。该基底的基重为 67 磅/3000 平方英尺，在 0.5 英寸水压降处的 Frazier 渗透率为 16 英尺/分钟，厚度为 0.012 英寸，LEFS 效率为 41.6%。使用所述方法将实施例 5 的公称纤维直径为 0.2 微米的细纤维层加到表面上。所得复合物的 LEFS 效率为 96.0%。在 100%相对湿度下将只是基底的试样暴露于 160F 的空气中 3 小时后，让试样冷却并干燥，其 LEFS 效率为 35.3%。在 100%相对湿度下将复合物暴露于 160F 的空气 3 小时后，让试样冷却及干燥，则其 LEFS 效率为 68.0%。使用所述数学公式计算，得到暴露 3 小时之后保留的细纤维层的效率为 58%，保留的有效的细纤维数目为 29%。

实施例 15

使用常规的纤维素空气过滤介质作为基底。该基底的基重为 67 磅/3000 平方英尺，在 0.5 英寸水压降的 Frazier 渗透率为 16 英尺/分钟，厚度为 0.012 英寸，LEFS 效率为 41.6%。使用所述方法将实施例 6 所述的公称纤维直径为 0.2 微米的聚合物 A 和聚合物 B 的混合物的细纤维层加到表面上。所得复合物的 LEFS 效率为 92.9%。在 100%相对湿度下将只是基底的试样暴露于 160F 的空气中 3 小时后，让试样冷却及干燥，其 LEFS 效率为 35.3%。在 100%相对湿度下将复合物暴露于 160F 的空气中 3 小时后，让试样冷却及干燥，则其 LEFS 效率为 86.0%。使用所述数学公式计算，得到暴露 3 小时之后保留的细纤维层的效率为 96%，保留的有效的细纤维数目为 89%。

实施例 16

使用常规的纤维素空气过滤介质作为基底。该基底的基重为 67 磅/3000 平方英尺，在 0.5 英寸水压降的 Frazier 渗透率为 16 英尺/分钟，厚度为 0.012 英寸，LEFS 效率为 41.6%。使用所述方法将实施例 6 所述的公称纤维直径为 0.2 微米的聚合物 A、聚合物 B 和叔丁基酚低聚物的混合物的细纤维层加到表面上。所得的复合物的 LEFS 效率为 90.4%。在 100%相对湿度下将只是基底的试样暴露于 160F 的空气中

3 小时后, 让试样冷却及干燥, 其 LEFS 效率为 35.3%。在 100%相对湿度下将复合物暴露于 160F 的空气中 3 小时后, 让试样冷却及干燥, 则其 LEFS 效率为 87.3%。使用所述数学公式计算, 得到暴露 3 小时之后保留的细纤维层的效率为 97%, 保留的有效的细纤维数目为 92%。

5

实施例 17

使用常规的纤维素空气过滤介质作为基底。该基底的基重为 67 磅/3000 平方英尺, 在 0.5 英寸水压降的 Frazier 渗透率为 16 英尺/分钟, 厚度为 0.012 英寸, LEFS 效率为 41.6%。使用所述方法将实施例 12 的公称纤维直径为 0.2 微米的具有聚丙烯酸的交联 PVA 的细纤维层加到表面上。所得的复合物的 LEFS 效率为 92.9%。
10 在 100%相对湿度下将只是基底的试样暴露于 160F 的空气中 2 小时后, 让试样冷却及干燥, 其 LEFS 效率为 35.3%。在 100%相对湿度下将复合物暴露于 160F 的空气中 2 小时后, 让试样冷却及干燥, 则其 LEFS 效率为 83.1%。使用所述数学公式计算, 得到暴露 3 小时之后保留的细纤维层的效率为 89%, 保留的有效的细纤维
15 数目为 76%。

实施例 18

用实施例 1—17 所述的方法制得以下过滤介质。

过滤介质的例子

基底	基底坡莫 (Frazier)	基底基重(磅 /3000平方英尺)	基底厚度 (英寸)	基底效率 (LEFS)	复合物效率 (LEFS)
在单独的基底上的单一细纤维层(气流从两个方向的任一个方向流过介质)	(+/-10%)	(+/-10%)	(+/-25%)	(+/-5%)	(+/-5%)
纤维素空气过滤介质	58	67	0.012	11%	50%
纤维素空气过滤介质	16	67	0.012	43%	58%
纤维素空气过滤介质	58	67	0.012	11%	65%
纤维素空气过滤介质	16	67	0.012	43%	70%
纤维素空气过滤介质	22	52	0.010	17%	70%
纤维素空气过滤介质	16	67	0.012	43%	72%
纤维素/具有防潮树脂的合成混合物	14	70	0.012	30%	70%
阻燃剂纤维素空气过滤介质	17	77	0.012	31%	58%
阻燃剂纤维素空气过滤介质	17	77	0.012	31%	72%
阻燃剂合成空气过滤介质	27	83	0.012		77%
Spunbond Remay(聚酯)	1200	15	0.007	5%	55%
合成/纤维素空气过滤介质	260	76	0.015	6%	17%
合成/玻璃空气过滤介质	31	70	0.012	55%	77%
合成/玻璃空气过滤介质	31	70	0.012	50%	90%
合成(Lutrador 聚酯)	300	25	0.008	3%	65%
合成(Lutrador 聚酯)			0.016		90%

介质的使用形式有：平面、起皱、折叠、起皱和折叠、平板、折叠的平板、折叠的圆形滤纸和 Zee 滤纸。

试验方法

热水浸泡试验

使用过滤效率作为有效地及功能上保留在结构中的细纤维数目的衡量，这要比其它可行的方法如 SEM 检测具有一些优点。

5 一过滤测定是对几平方英寸的介质作出评价，这比 SEM 显微镜照片只能观察小区域(通常小于 0.0001 平方英寸)能得出更好的平均值。

一过滤测定能确定在结构中保持过滤作用的纤维数目。那些虽保留，但是成群结合或以其它方式在改变的结构中存在的纤维只是显示在测得的效率和功能中。

10 尽管如此，在过滤效率不易测得的纤维结构中，仍可使用其它方法来测定保留的纤维百分数是相对于 50%保留标准评价的。

说明：

15 本试验是表示过滤介质抗水性的加速试验。本试验使用 LEFS 试验台来测定浸入水中的过滤介质的性能变化。水温是决定性的参数，根据研究所得的介质的耐久性经验结果将试验时间减至最少的需要和试验区分介质类型的能力来选择水温。一般的水温为 70°F、140°F 或 160°F。

程序：

20 从介质上割下一个 4" 直径的试样。使用 0.8 μ m 的乳胶球作为在 20FPM 条件下操作的 LEFS(关于 LEFS 试验的描述，参见 ASTM 标准 F1215-89)台中的试验污染物，计算试样的颗粒捕获效率。然后，将试样浸入(一般是 140°F)蒸馏水中 5 分钟。将试样置于烘干架上让其在室温下干燥(一般是过夜)。在试样干燥以后，使用与初始计算相同的条件在 LEFS 台上再测试效率。对细纤维支撑用的基底(但没有细纤维在其上面)重复先前的步骤。

25

由上述结果可以计算仅由于细纤维而导致的效率成分以及由于水的破坏而导致的最终效率损失。确定了由于细纤维而导致的效率损失后，可计算保留的效率的量。

计算:

细纤维层效率: E_i = 起始的复合物效率;

E_s = 起始的基底效率;

F_e = 细纤维层

$$5 \quad F_e = 1 - \text{EXP}(\text{Ln}(1 - E_i) - \text{Ln}(1 - E_x))$$

细纤维层保留的效率: F_i = 起始的细纤维层效率;

F_x = 浸后的细纤维层效率;

F_r = 保留的细纤维

$$10 \quad F_r = F_x / F_i$$

具有有效功能的保留细纤维的百分数也可由下式计算:

$$\% = \log(1 - F_x) / \log(1 - F_i)$$

15 合格/不合格标准: 效率的保留百分数 > 50%

在大多数工业脉冲净化过滤器的用途中, 如果细纤维效率保留了至少 50%, 则该过滤器足以工作。

THC 台(温度、湿度)

20 说明:

这个试验台的目的是评价在流体动力条件下细纤维介质对升高的温度和较高的湿度的作用。此试验目的在于模拟工业过滤用途、气涡轮机进气用途、或者重型引擎进气环境中任何一种极限的操作条件。将试样取出、干燥并且每隔一段时间进行 LEFS 测试。此系统主要用于模拟湿热条件, 但是也可用于模拟热/冷而干的条件。

25 温度 -31 至 390°F

湿度 0—100%RH(100%RH 下的最高温度为 160°F, 在此条件下的最长连续时间为 16 小时)

流速 1—35FPM

30 程序:

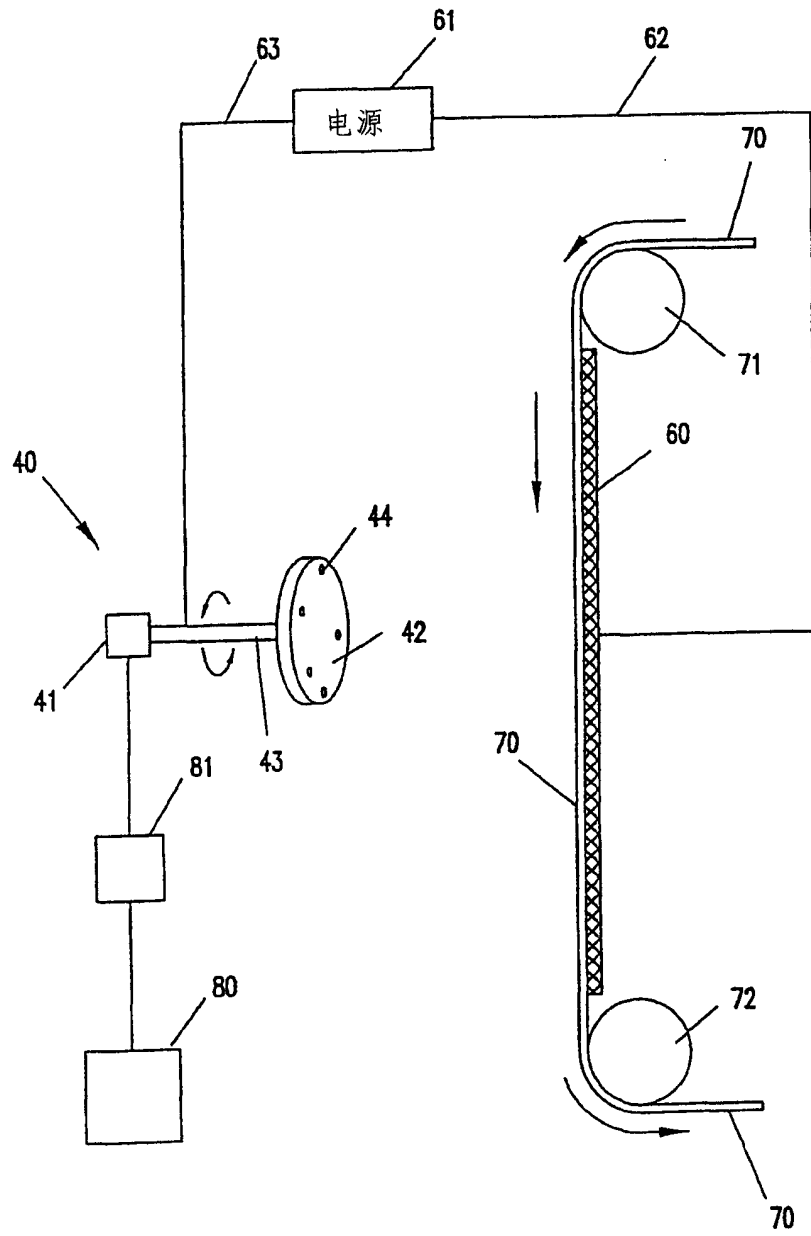


图 1

从介质上割下一块4"直径的试样。

使用0.8 μm 乳胶球作为在20FPM条件下操作的LEFS台中的试验污染物,用来测试试样的颗粒捕获效率。然后,将试样插入THC介质卡盘中。

试验时间可从几分钟到几天,依试验条件而定。

- 5 将试样置于烘干架上,在室温下干燥(一般是过夜)。在试样干燥以后,使用与初始试验相同的条件在LEFS台上再测试效率。

对细纤维支撑基底(上面没有细纤维)重复先前的步骤进行测试。

由上述测试结果计算仅由于细纤维而导致的效率成分以及由于浸醇的破坏而导致的最终效率损失。

- 10 确定了细纤维的效率损失,可计算保留的效率的量。

合格/不合格标准:效率的保留百分数 $>50\%$ 。

在大多数工业脉冲净化过滤器的用途中,如果细纤维效率保留了至少50%,则该过滤器足以工作。

15

醇(乙醇)浸泡试验

说明:

本试验使用LEFS试验台测定浸在室温的乙醇中的过滤介质性能的变化。

20 程序:

从介质上割下一块4"直径的试样。使用0.8 μm 的乳胶球作为在20FPM条件下操作的LEFS台中的试验污染物,测试试样的颗粒捕捉效率。然后,将试样浸入醇中1分钟。将试样置于烘干架上,在室温下干燥(一般是过夜)。在试样干燥以后,使用与初始试验相同的条件在LEFS台上再测试效率。对细纤维支撑基底(上面没有细纤维)重复先前的步骤进行测试。由上述测试结果可计算仅由于细纤维而导致的效率成分以及由于浸醇的破坏而导致的最终效率损失。确定了细纤维的效率损失,可计算保留的效率的量。

25

合格/不合格标准:效率的保留百分数 $>50\%$ 。

上述说明、实施例和数据对本发明进行了阐述。但是,对所述本发明可作许多变化和实施方式。本发明体现于本文后附的权利要求书中。

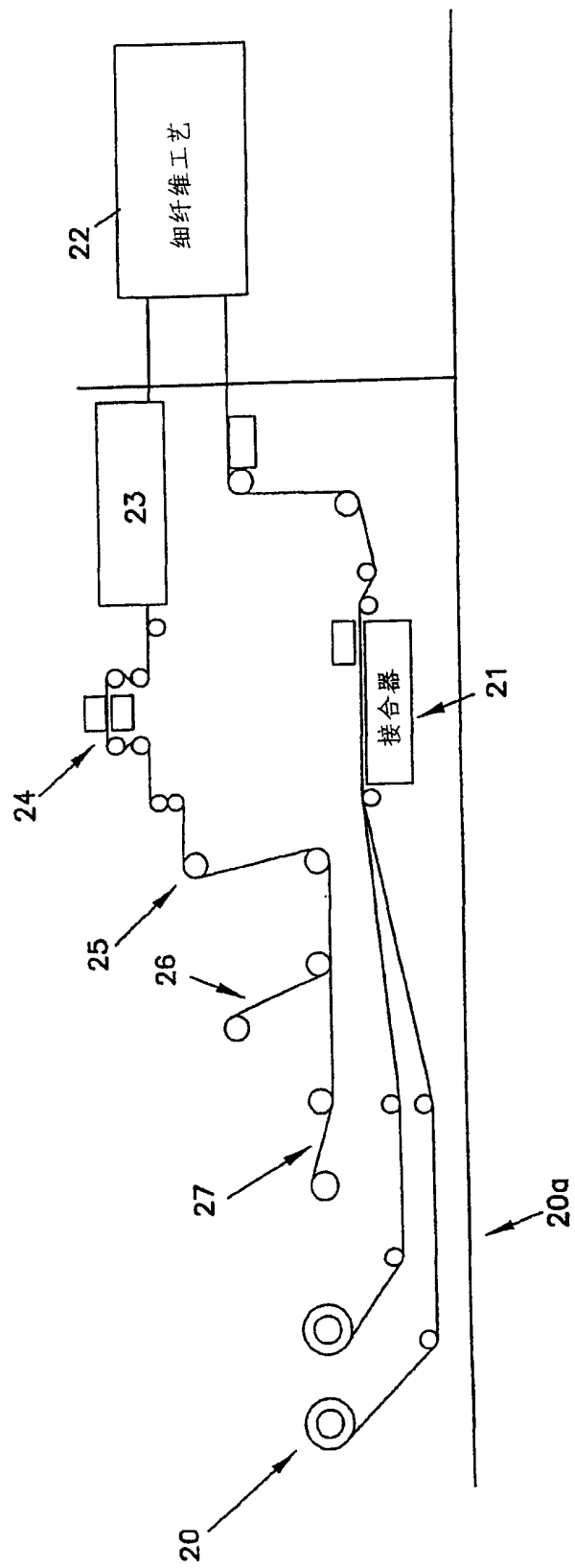
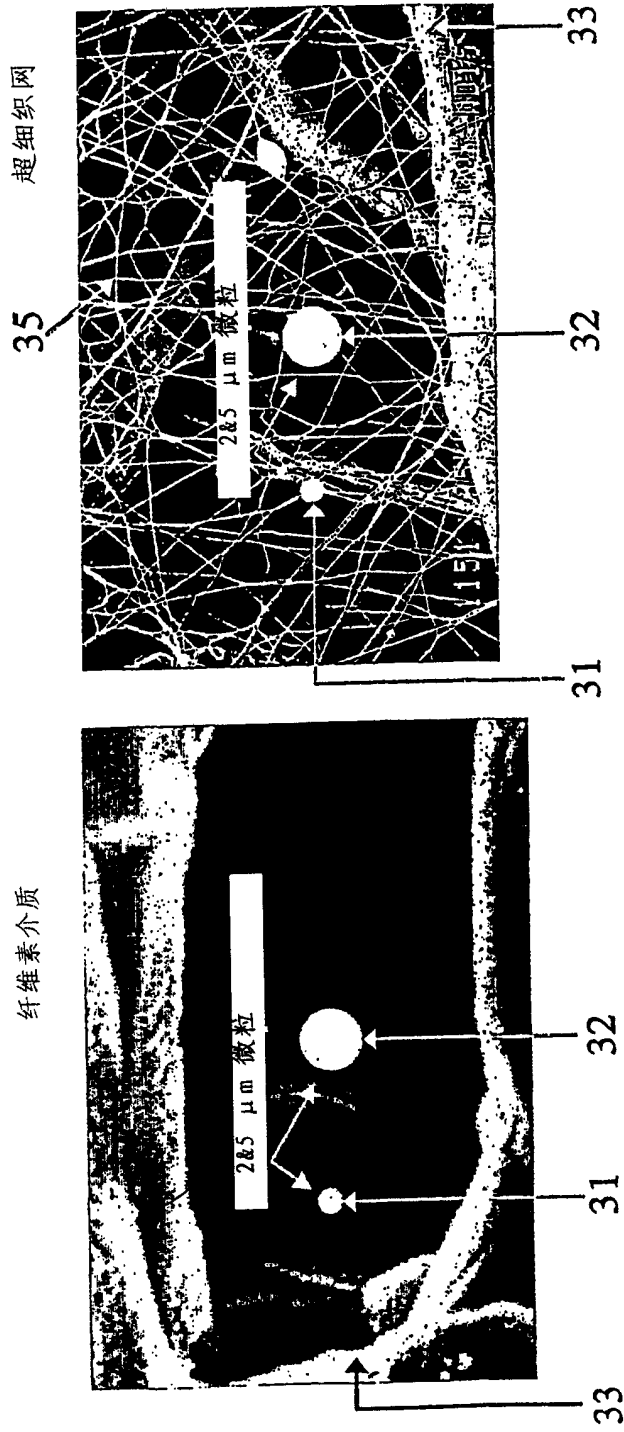


图 2



2000X 扫描电子显微镜图

图 3A

图 3B

抽丝试样6A的ESCA O1s能谱

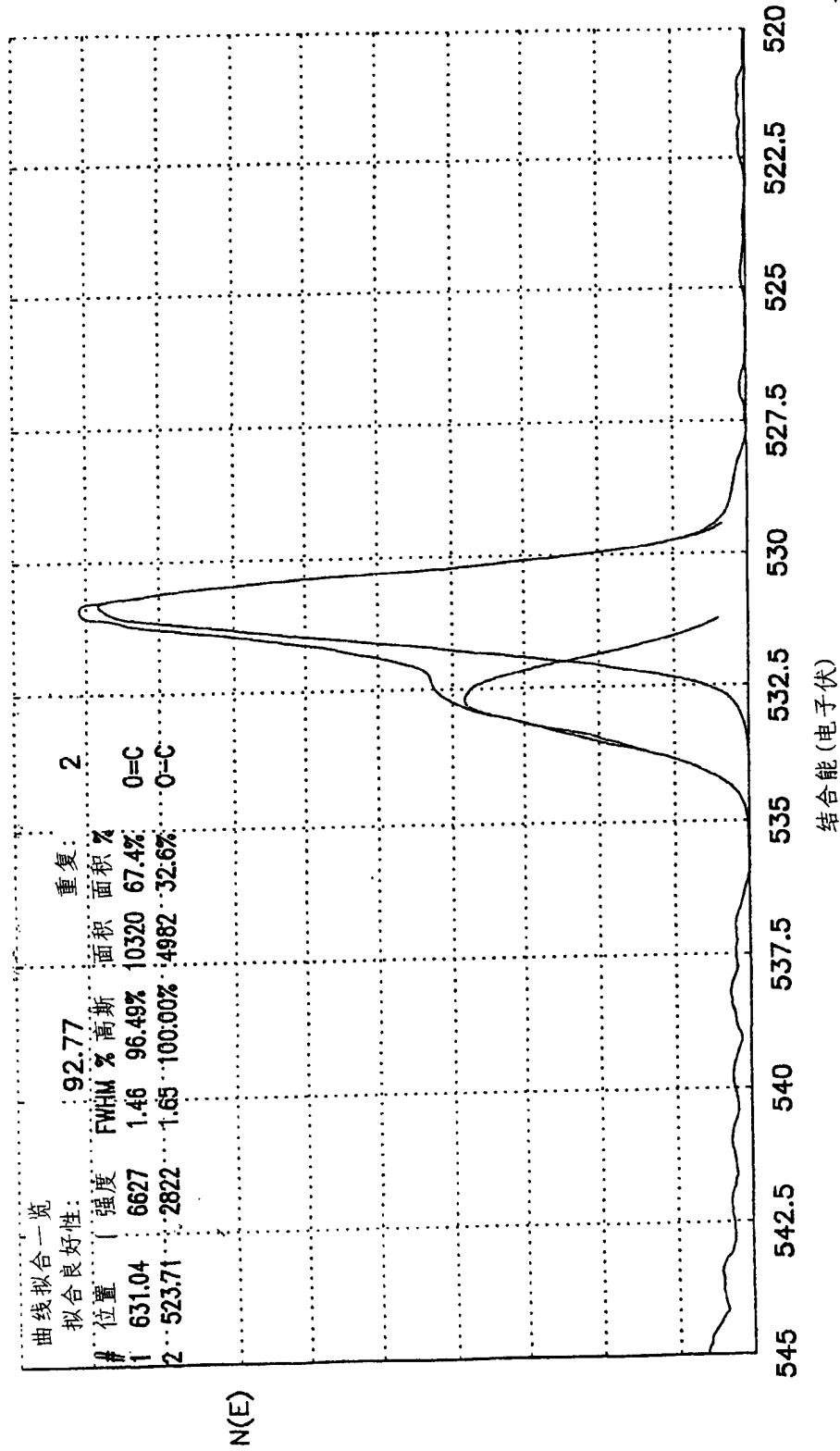


图 4

经热处理的试样6A的ESCA O1s能谱

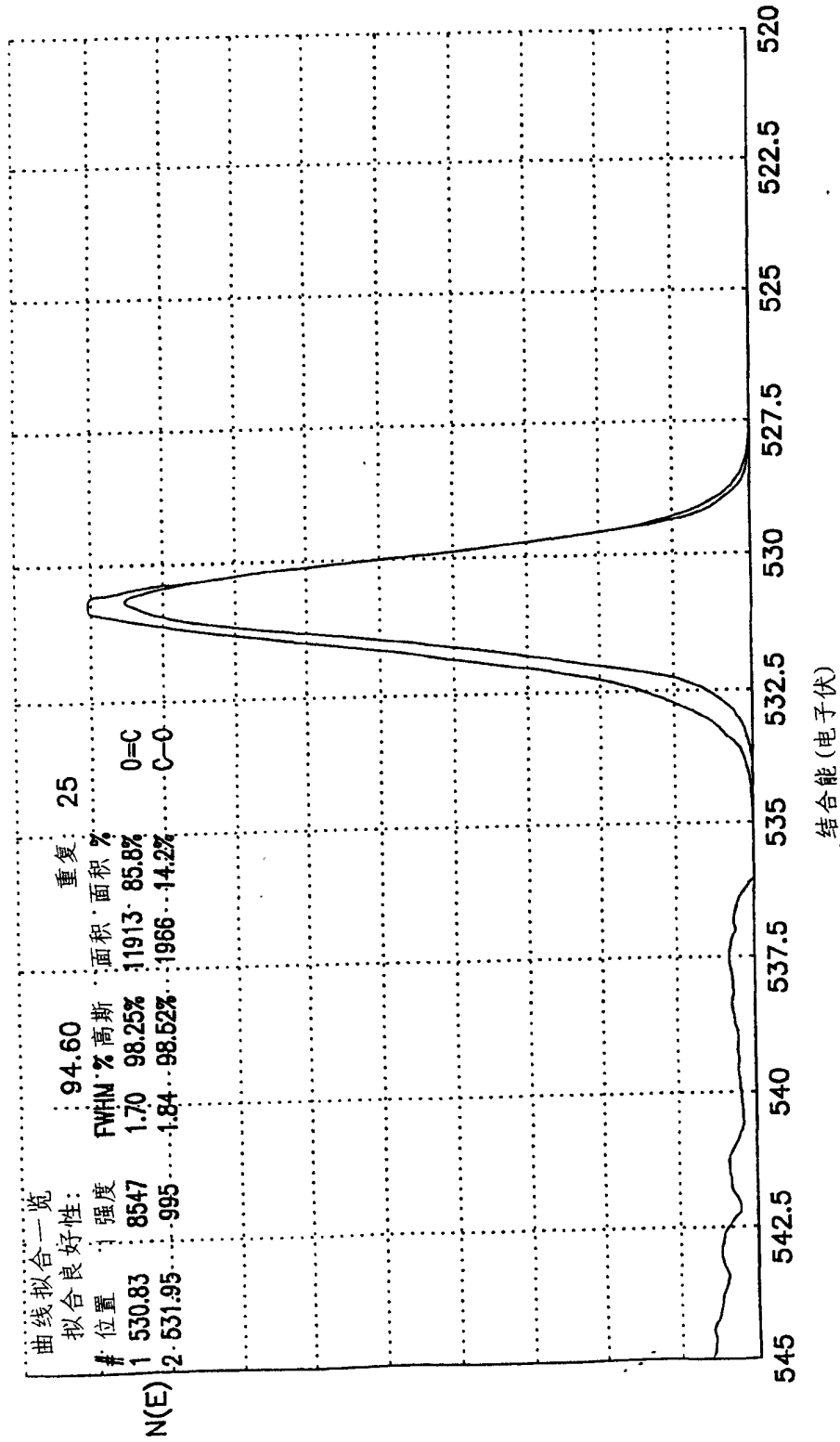


图 5

抽丝试样6B的ESCA 01s能谱

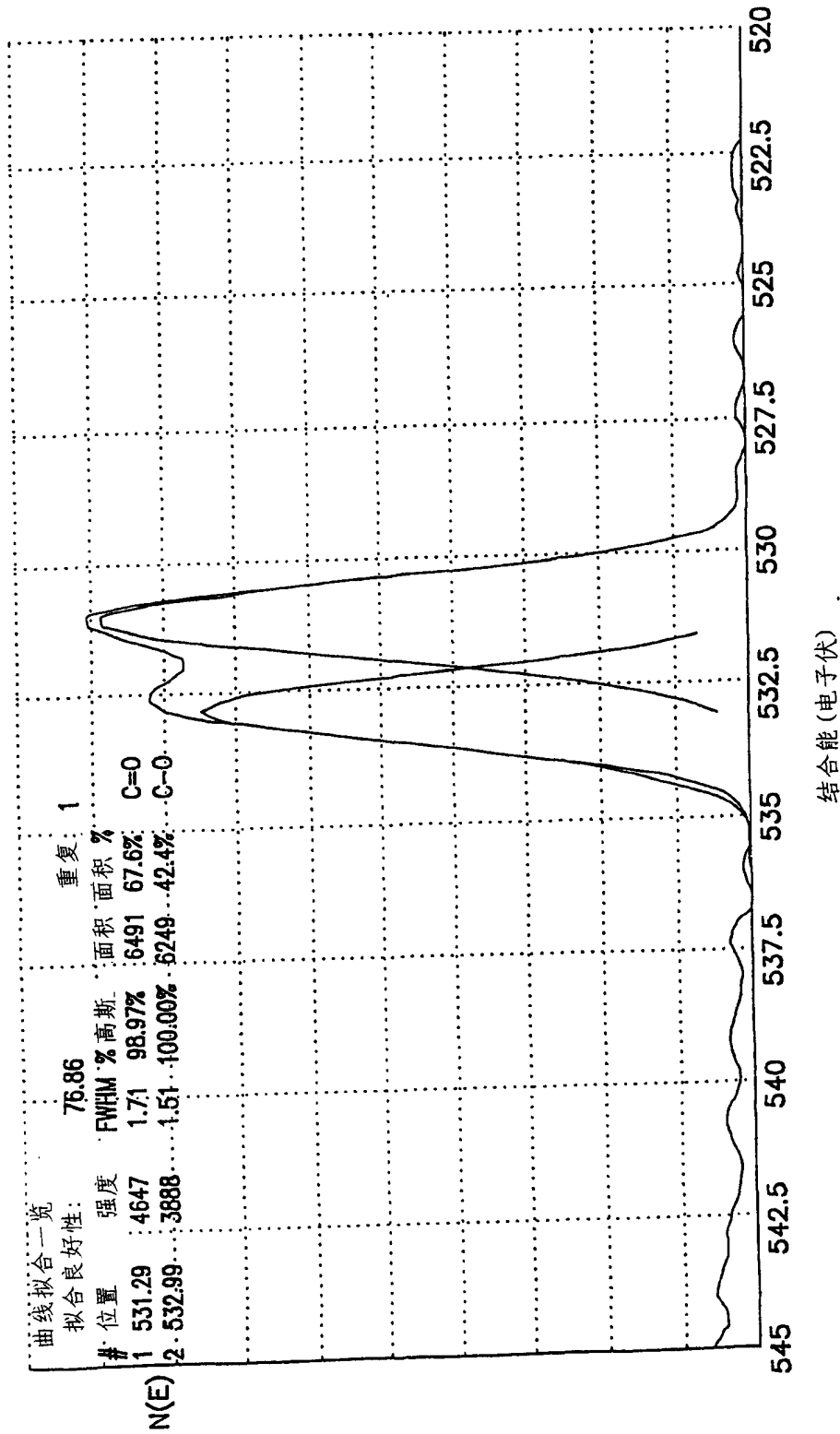
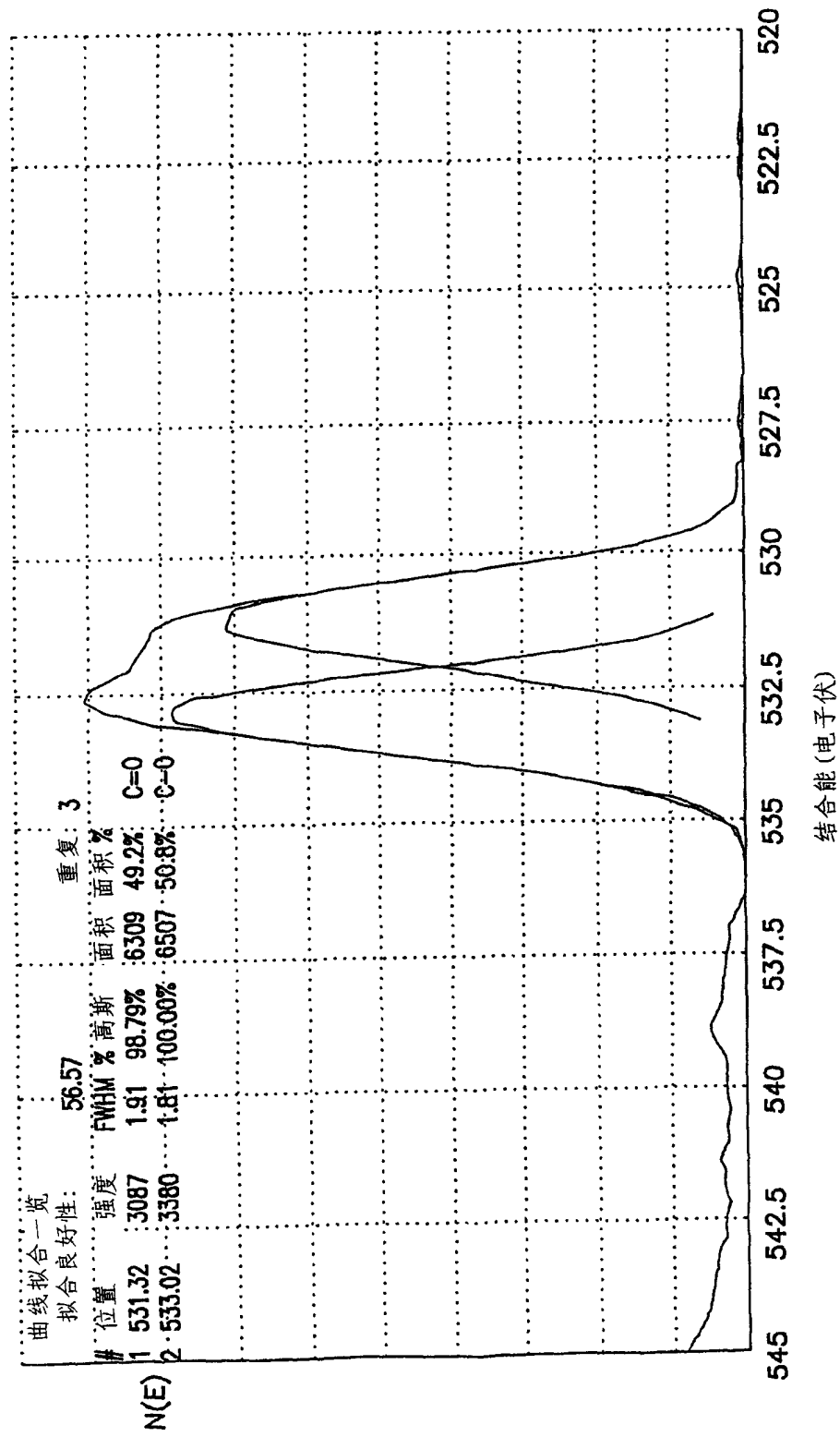
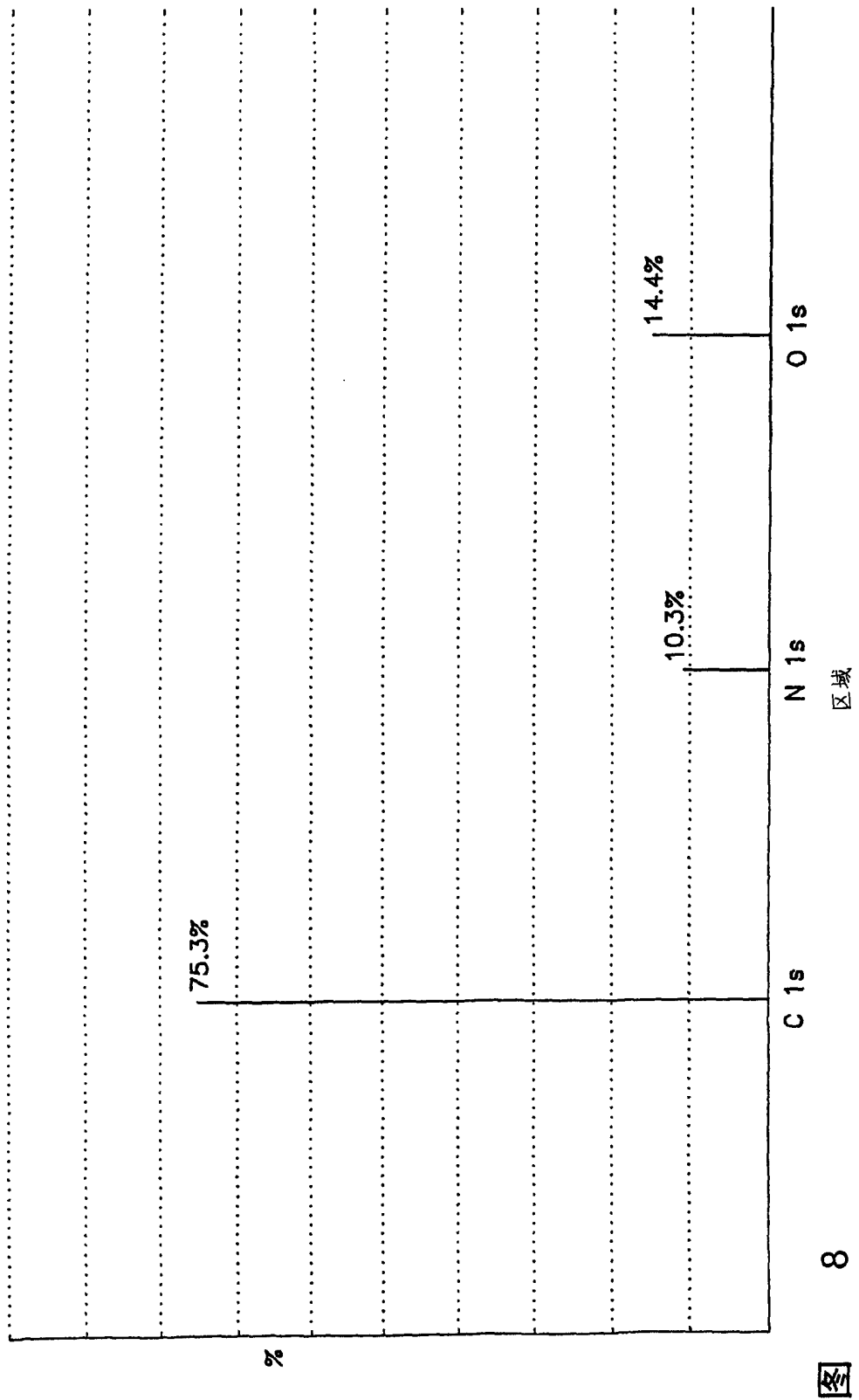


图 6

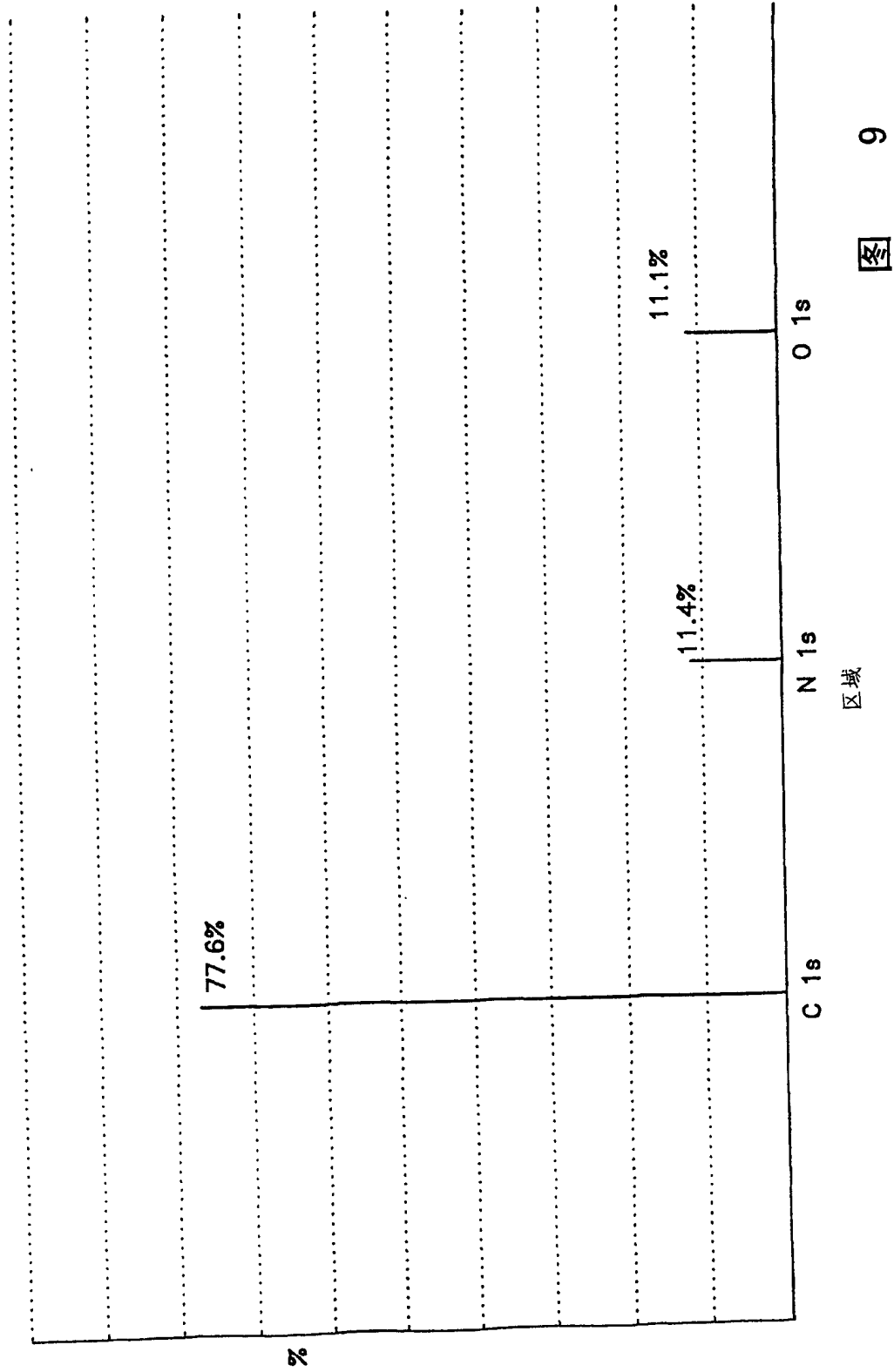
经热处理的试样6B的ESCA O1s能谱



抽丝样品6A的ESCA O1s复合能谱



经热处理的试样6A的ESCA O1s复合能谱



区域

图 9

抽丝试样6B的ESCA O1s复合能谱

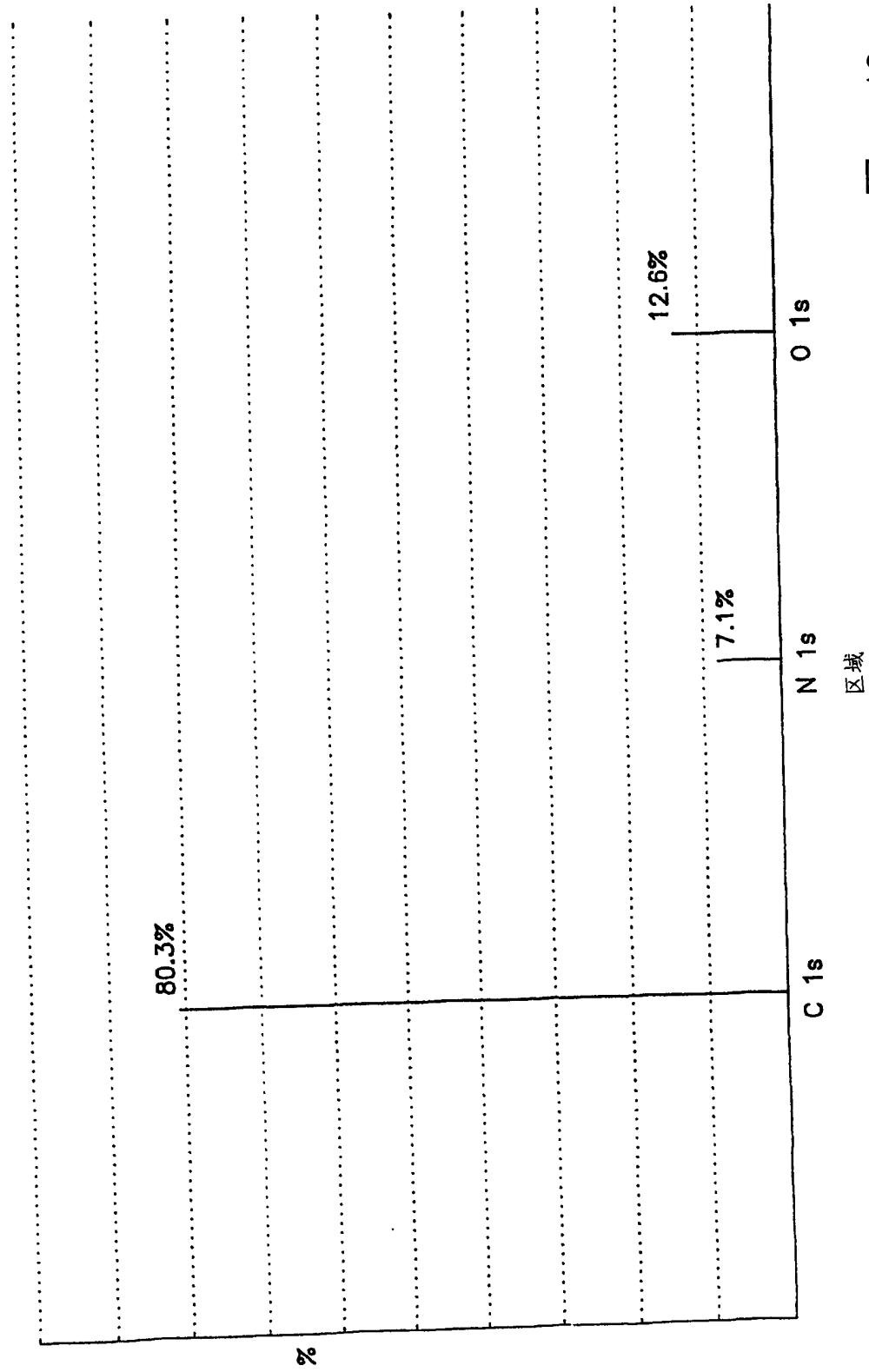


图 10

经热处理的试样6B的ESCA O1s复合能谱

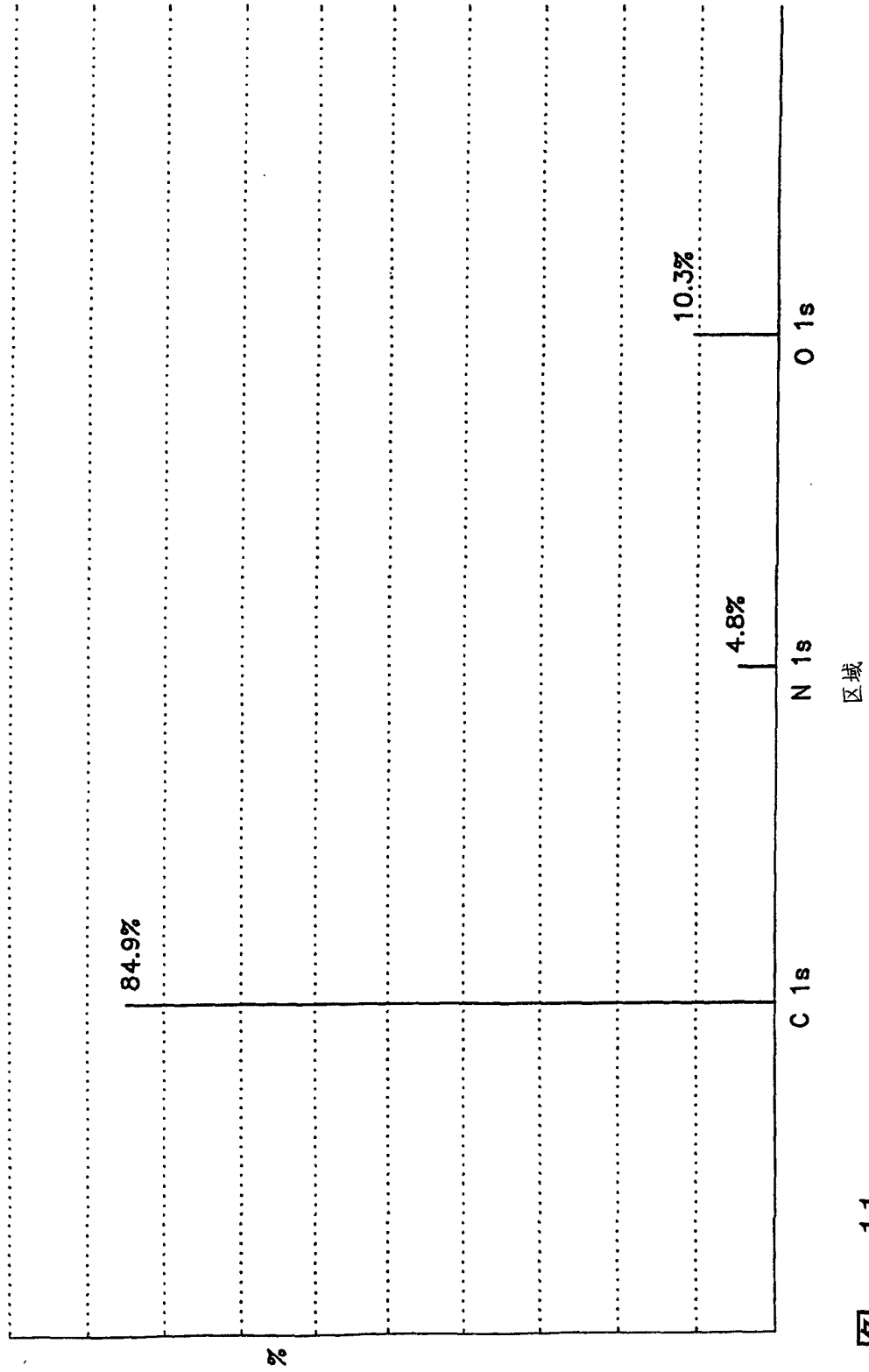


图 11

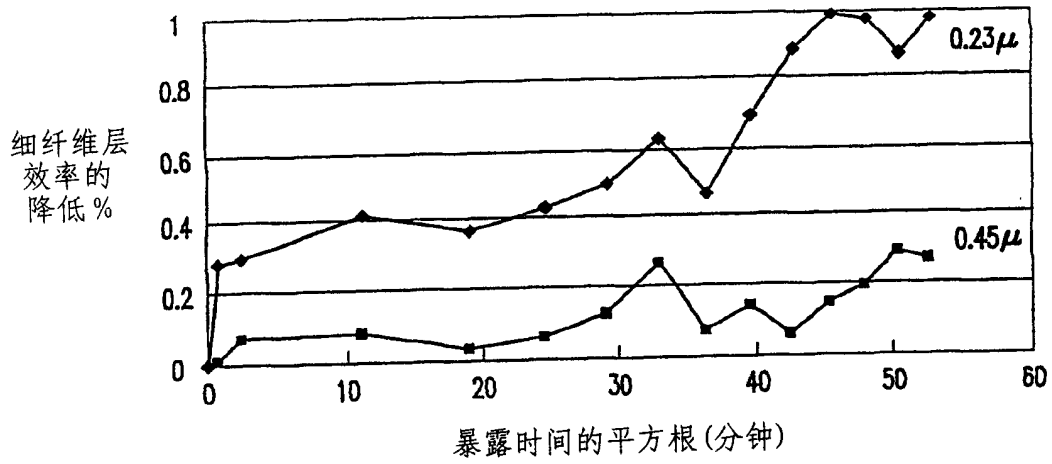


图 12

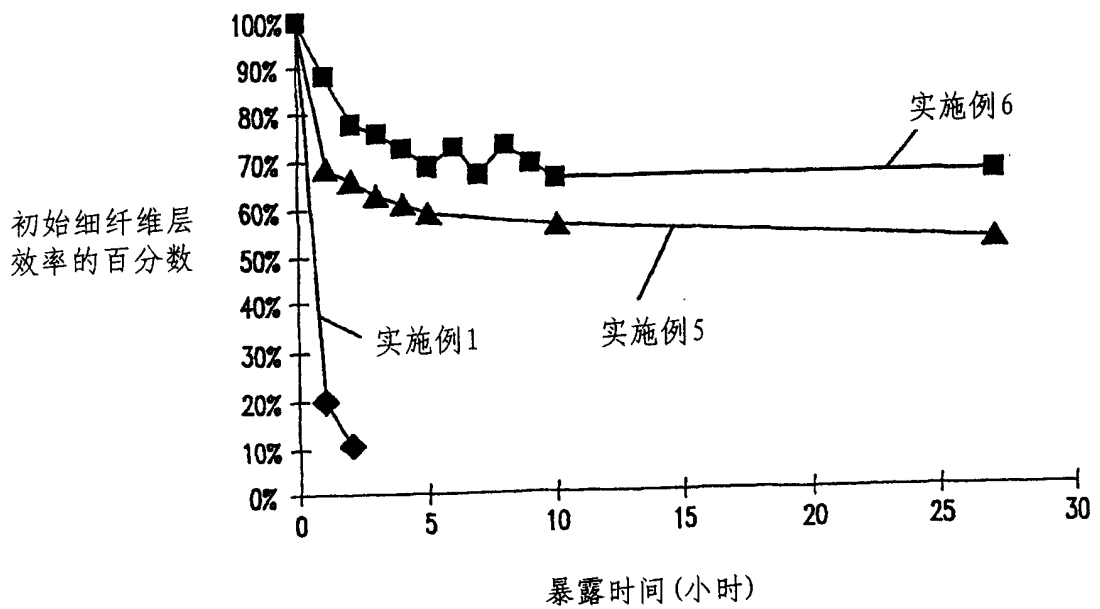


图 13

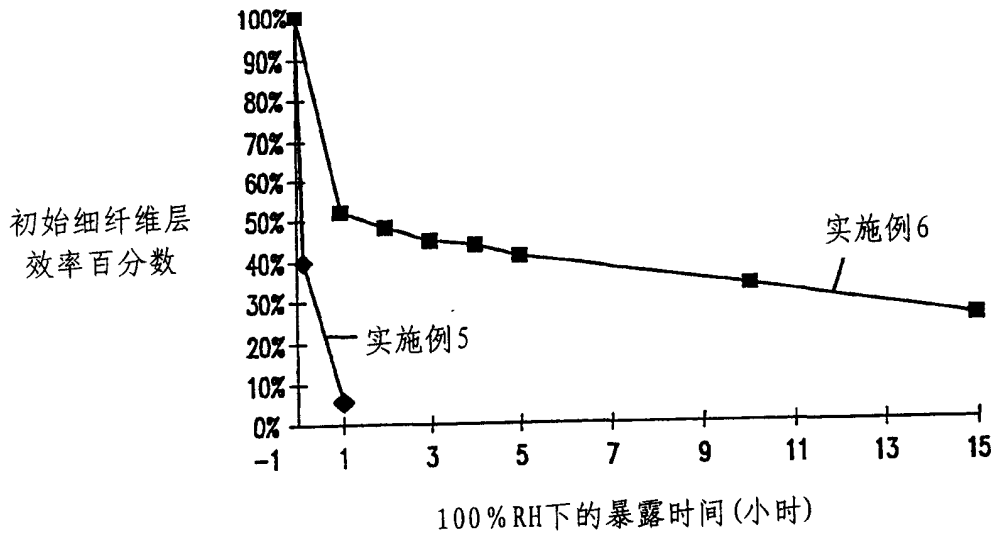


图 14

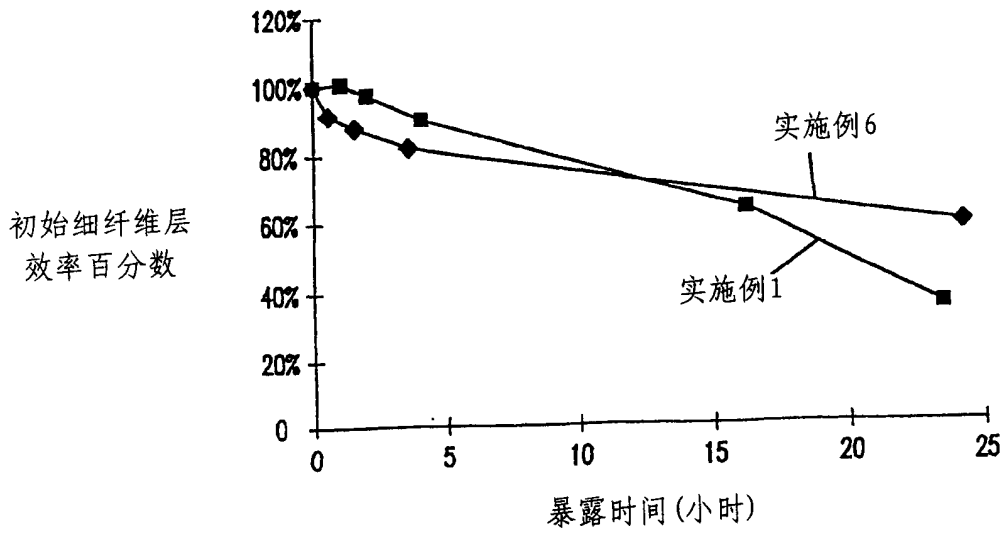


图 15

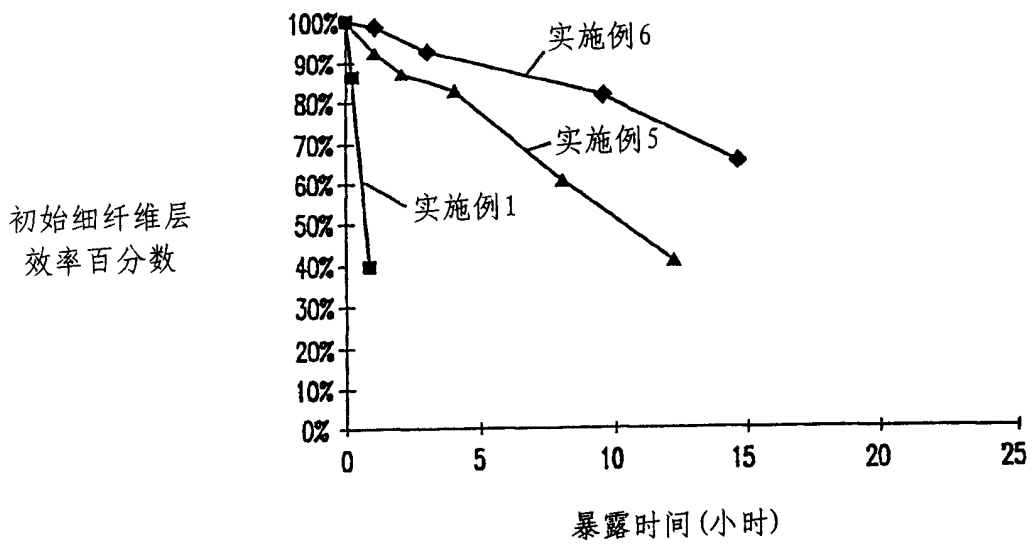


图 16

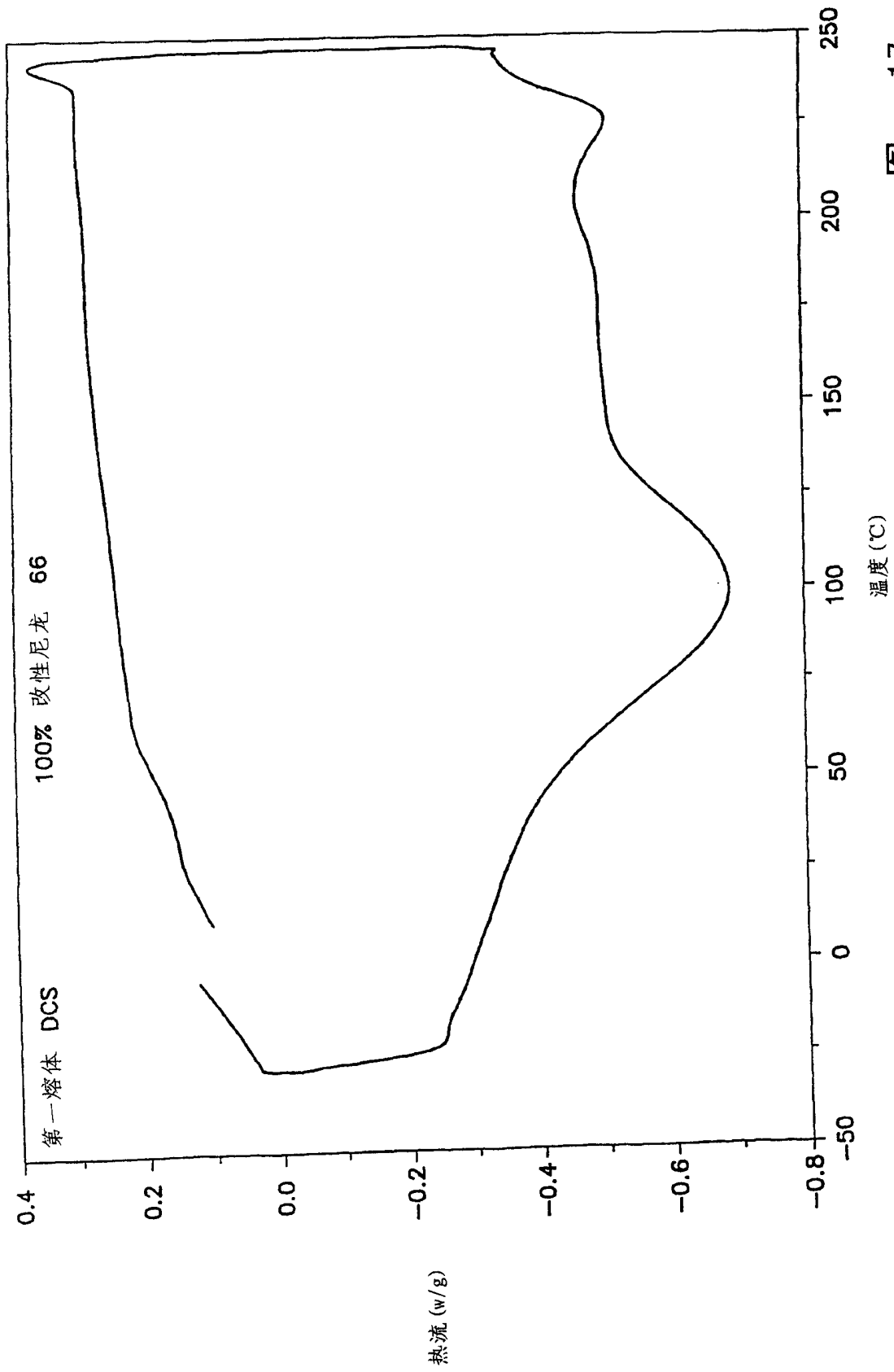


图 17

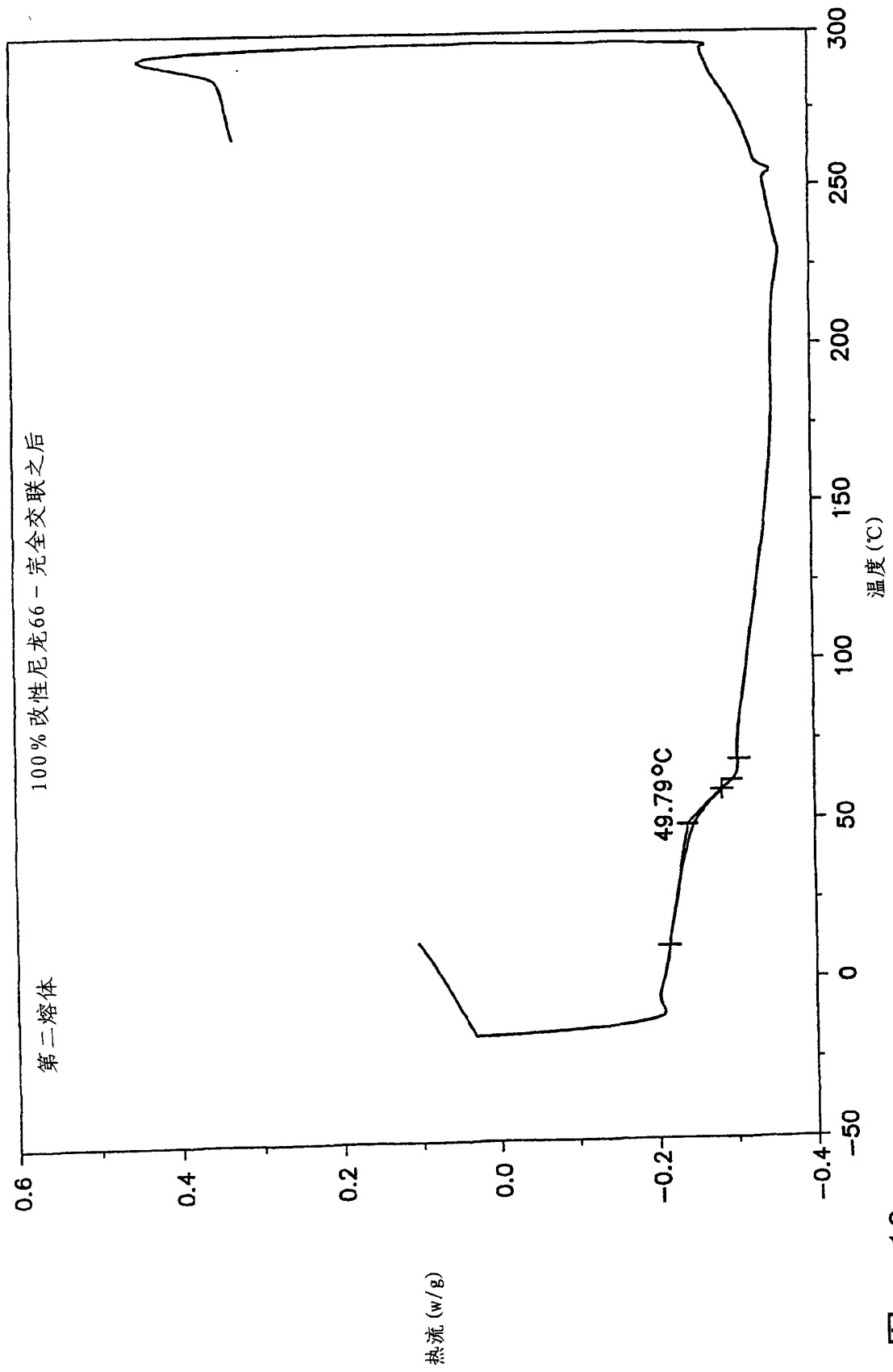


图 18

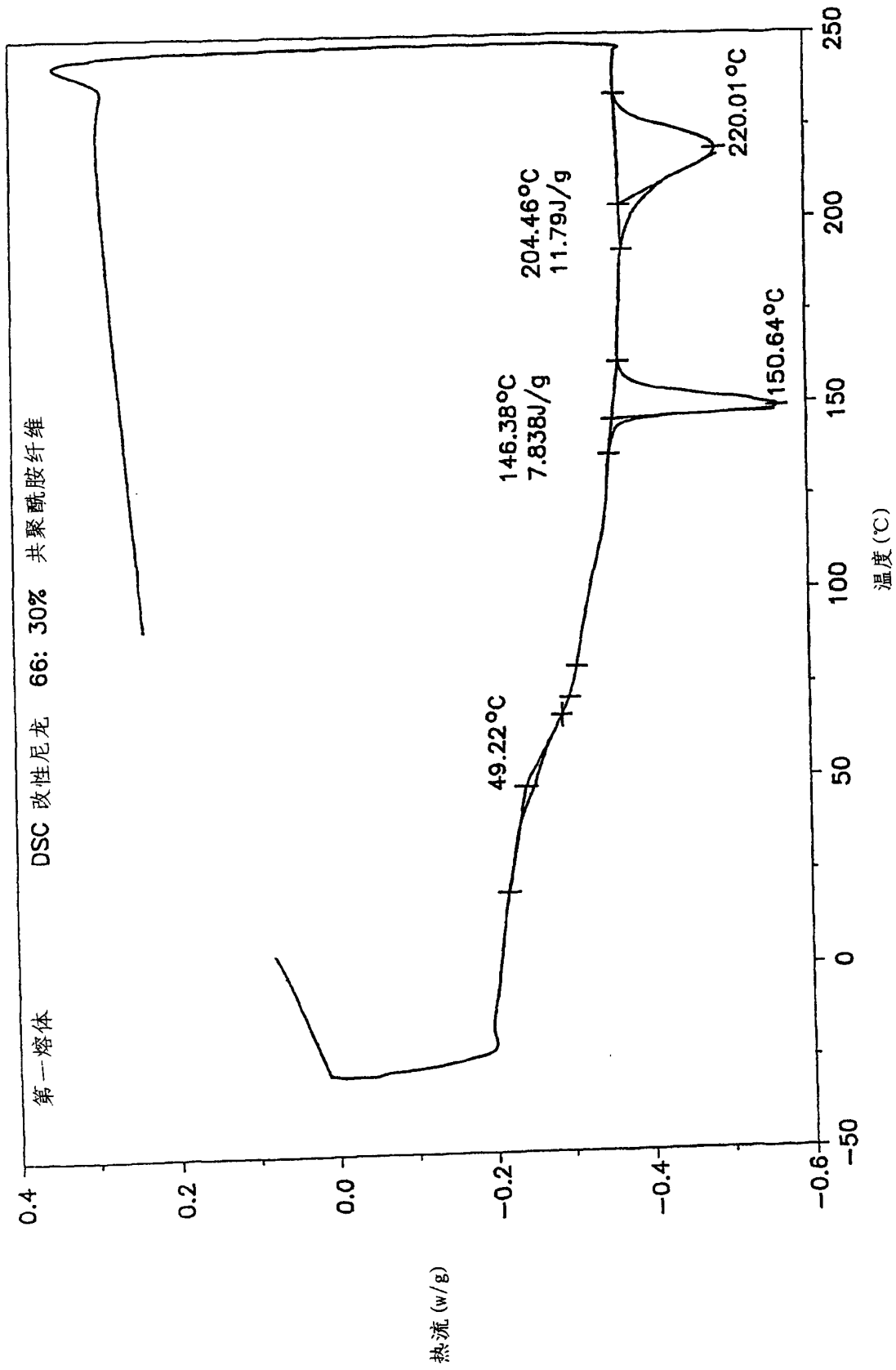


图 19

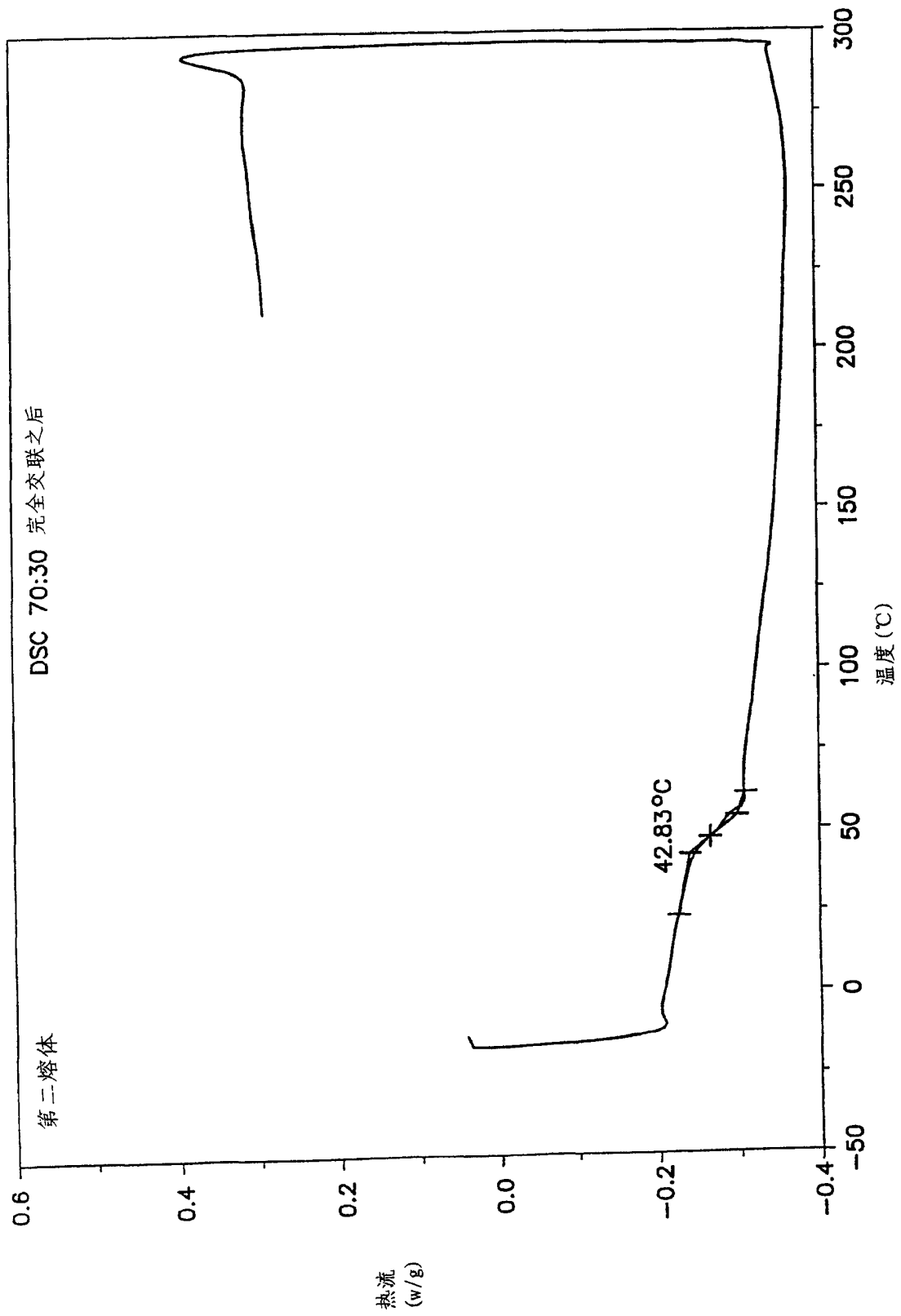


图 19A

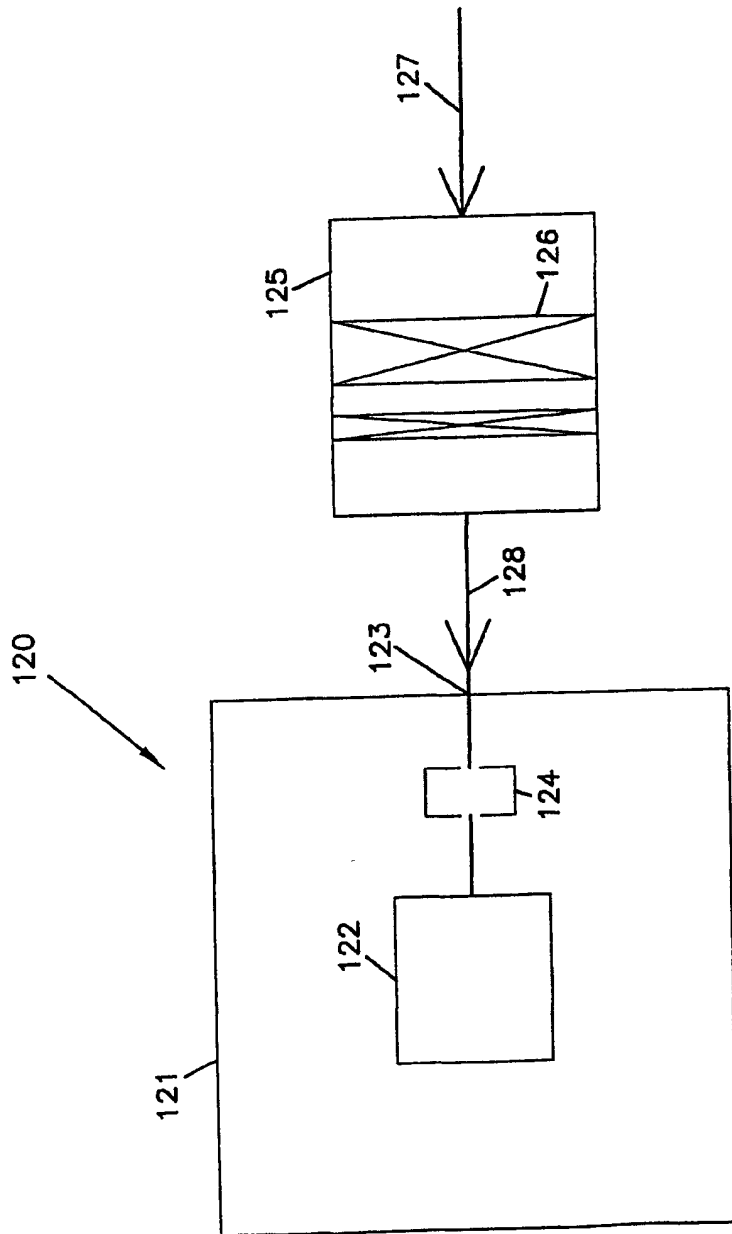


图 20

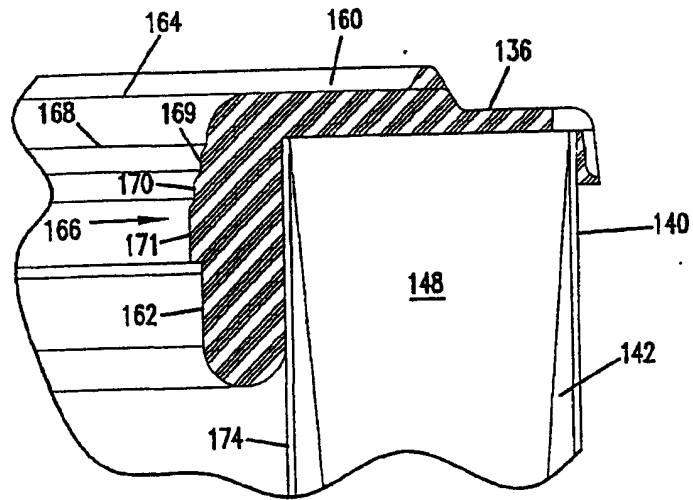


图 23

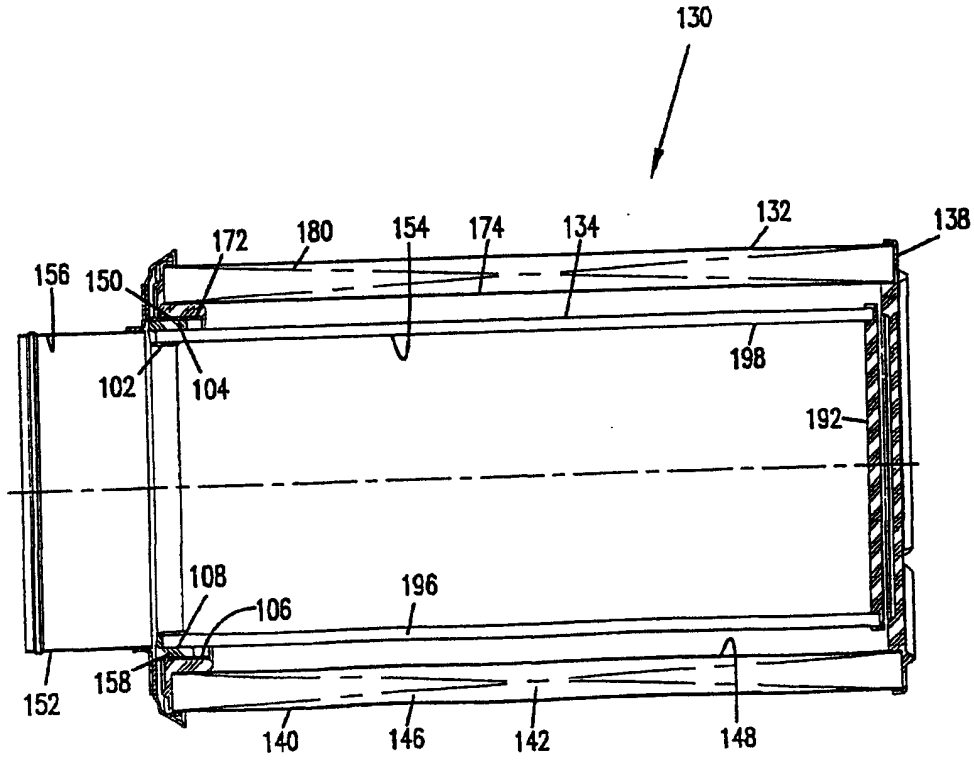


图 21

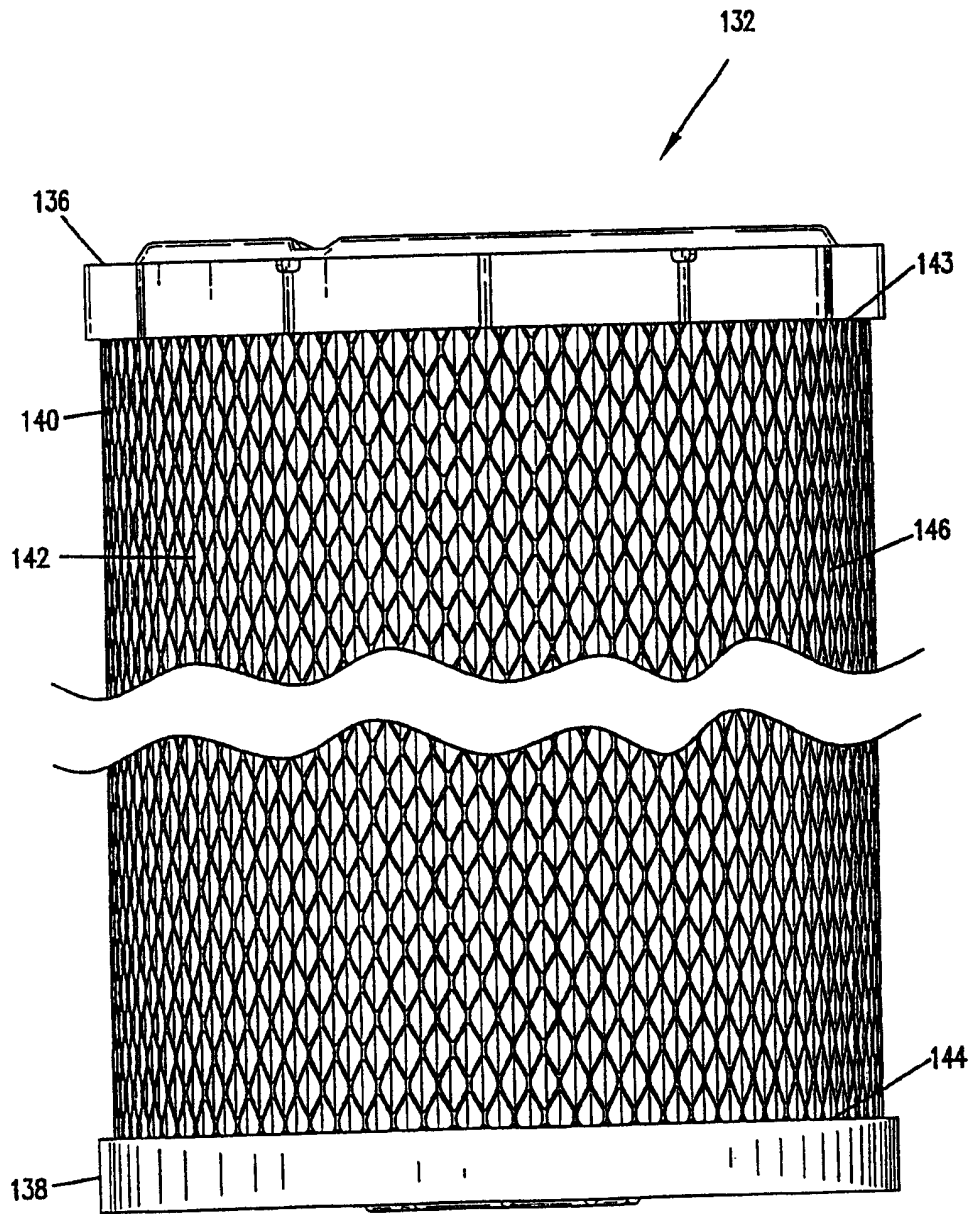


图 22

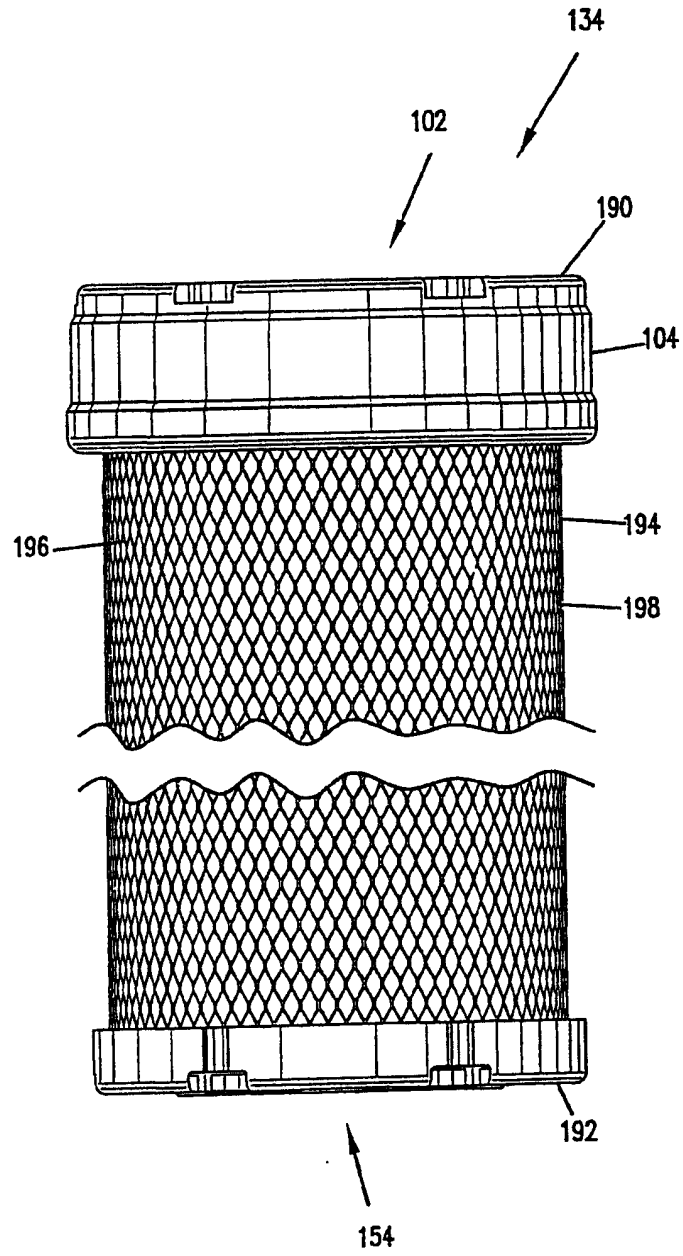


图 24

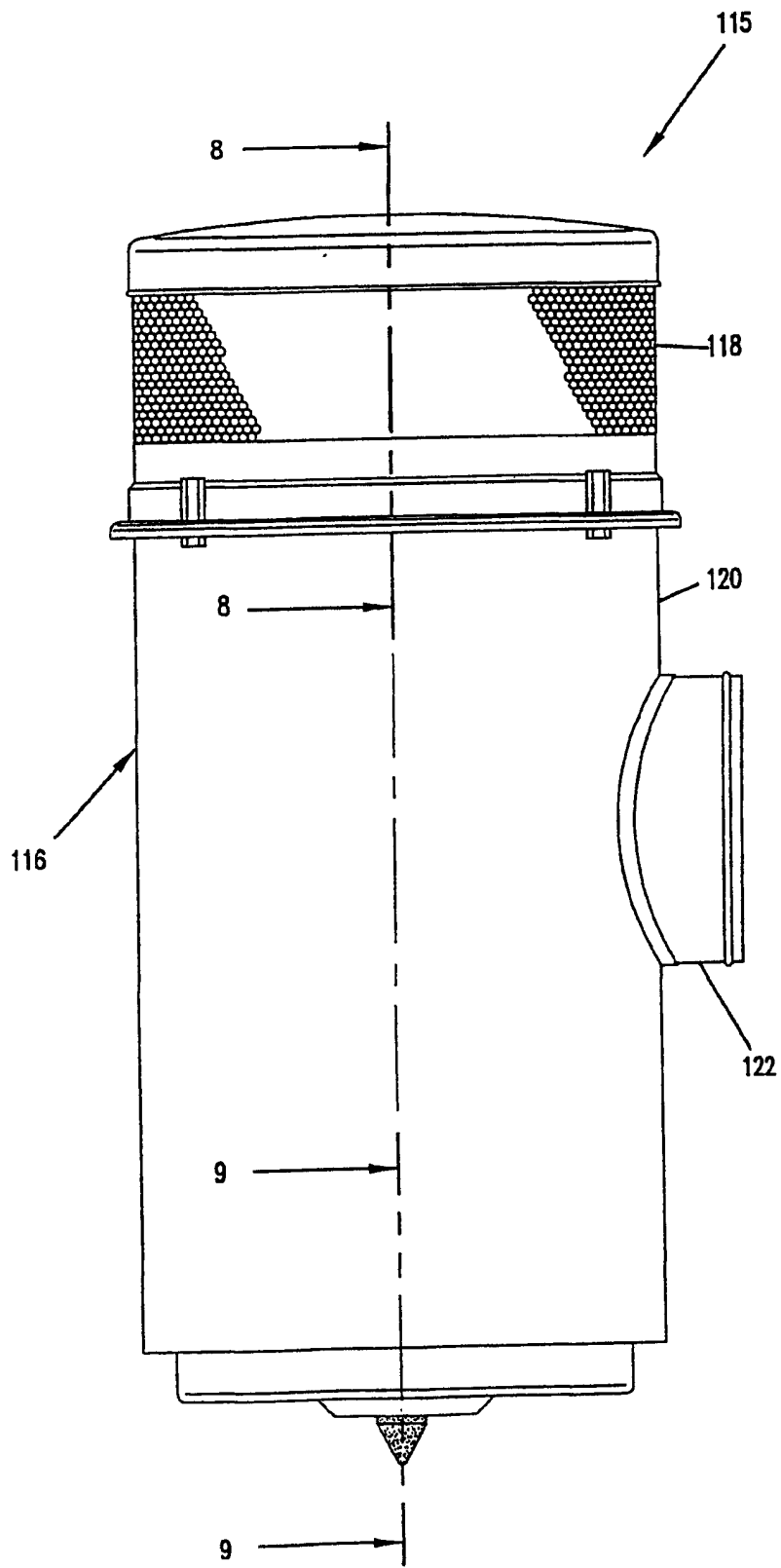


图 25

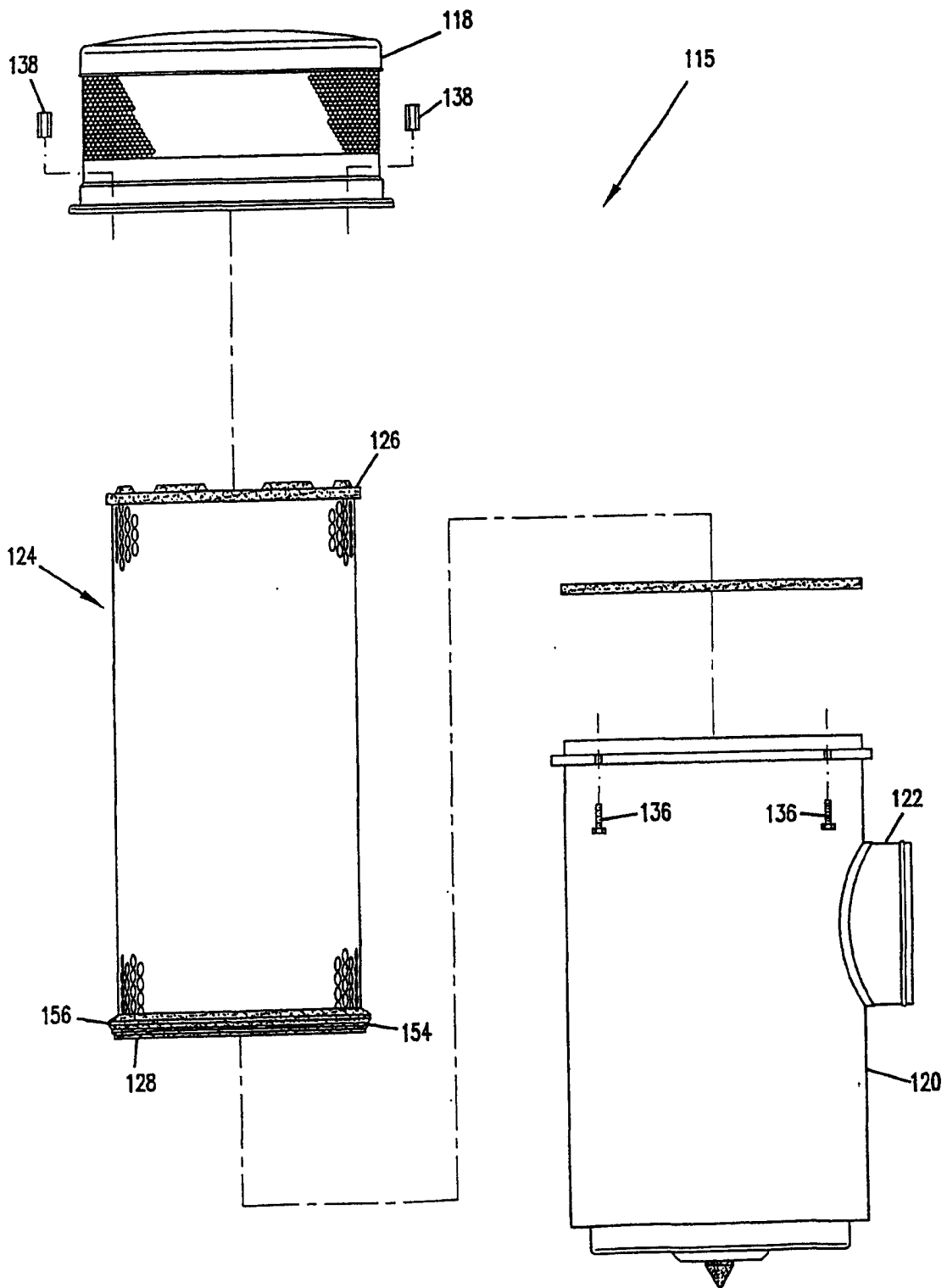


图 26

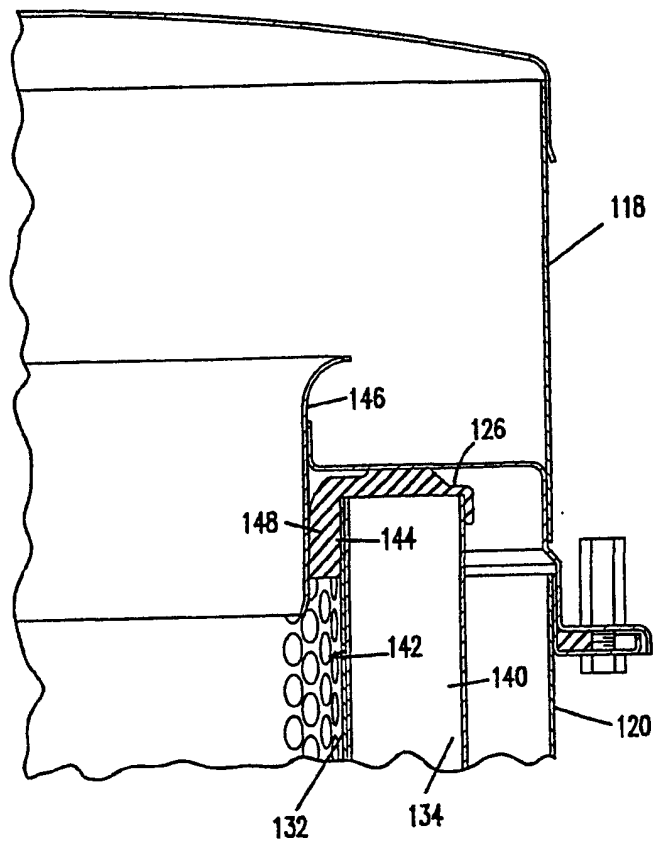


图 27

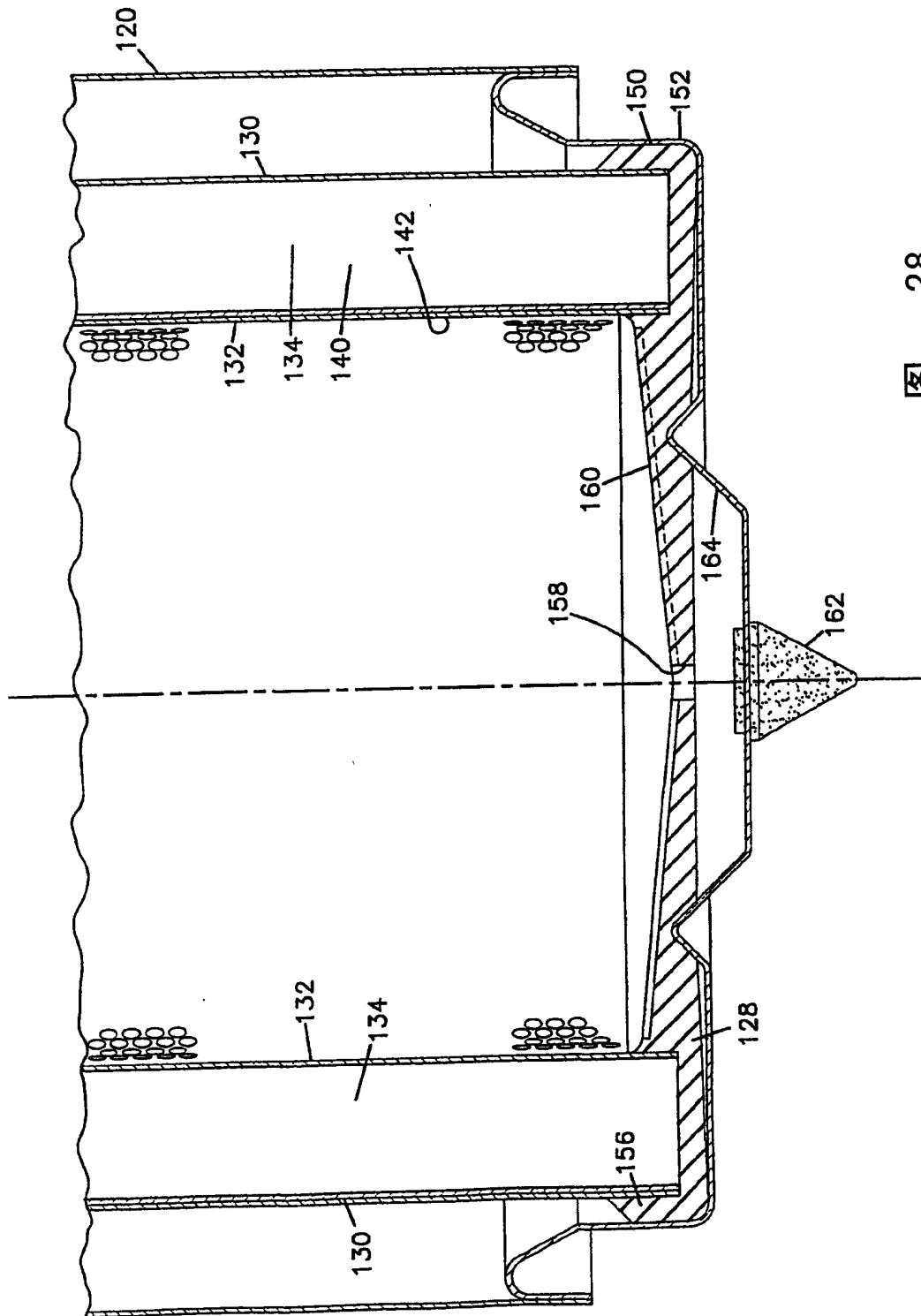


图 28

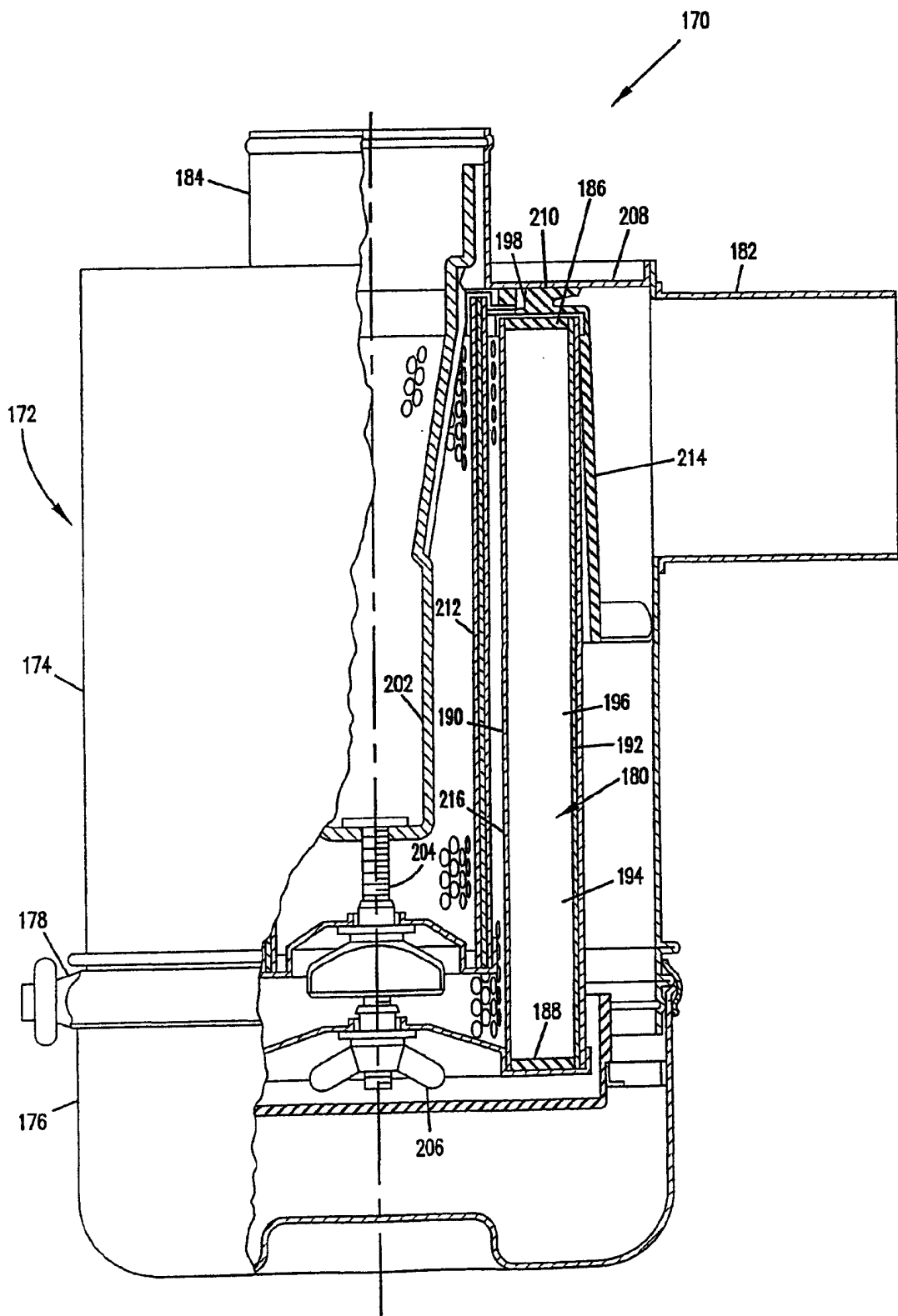


图 29

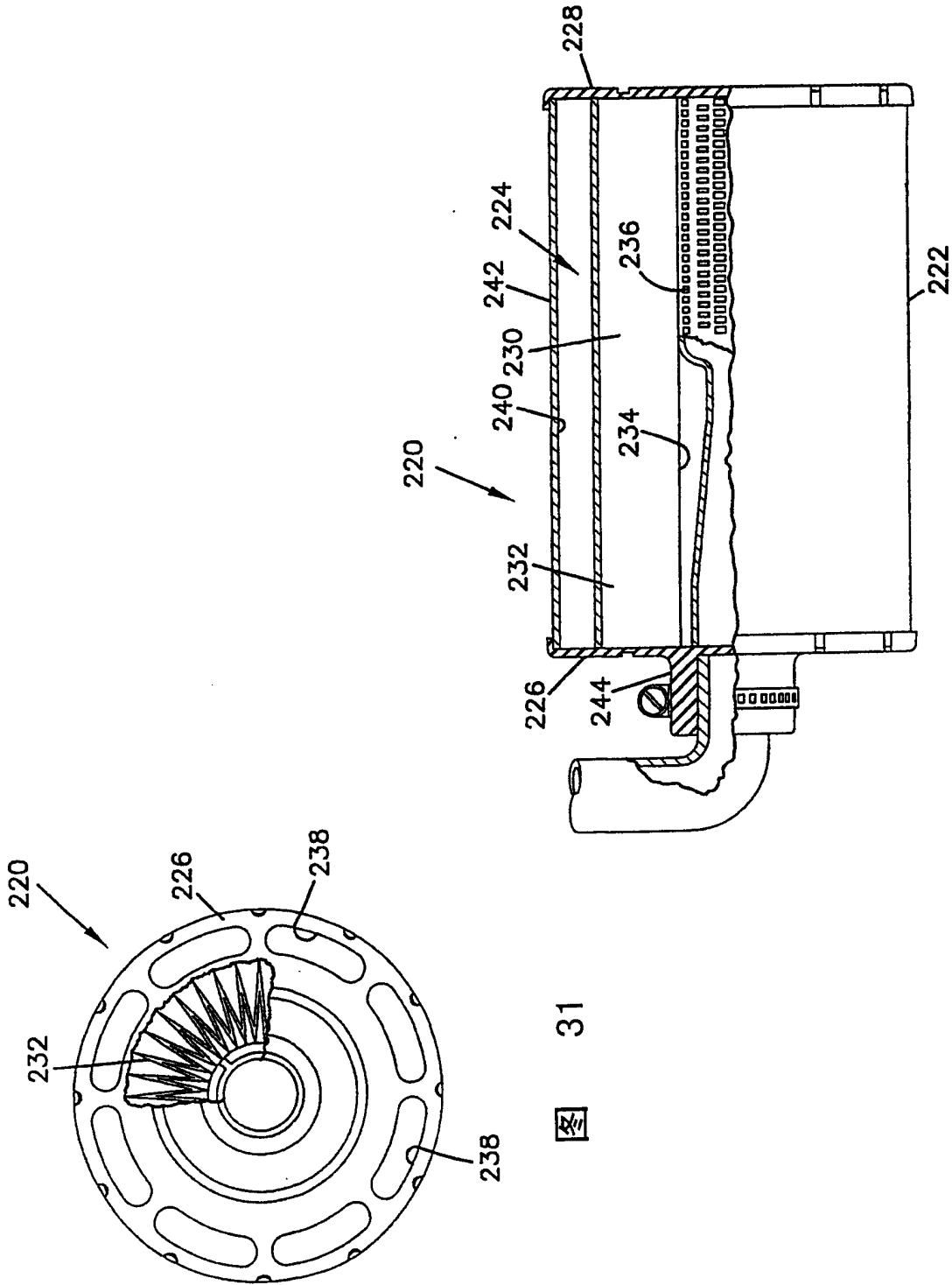


图 30

图 31

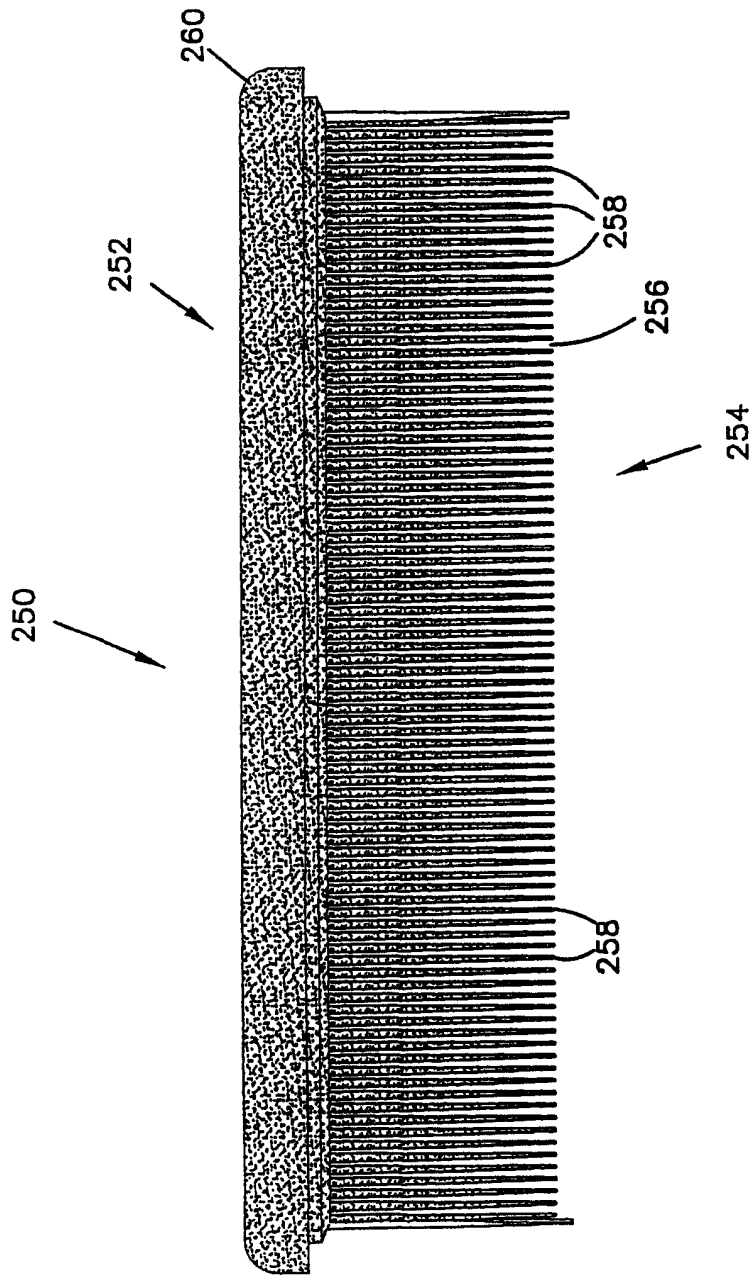


图 32

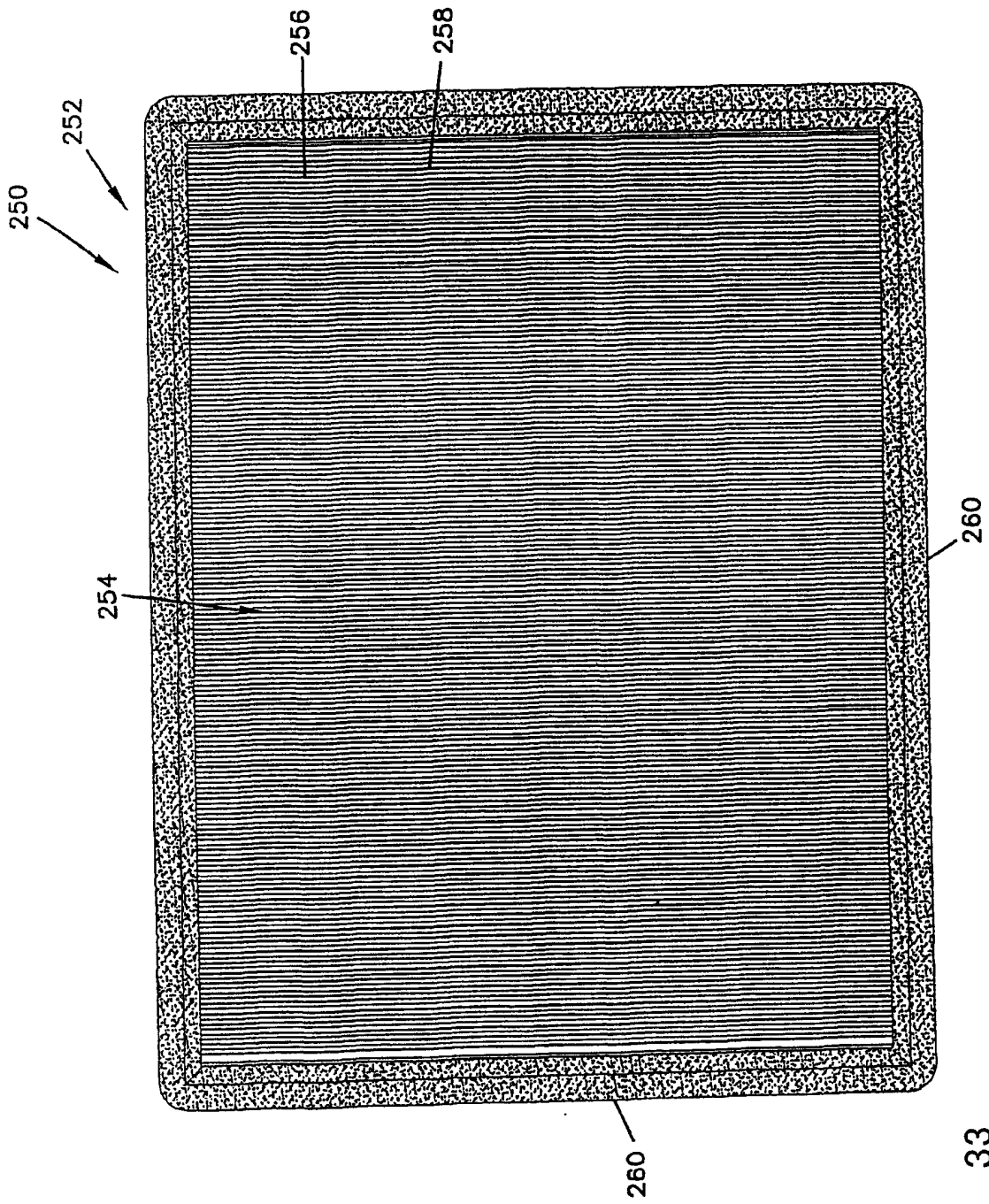


图 33

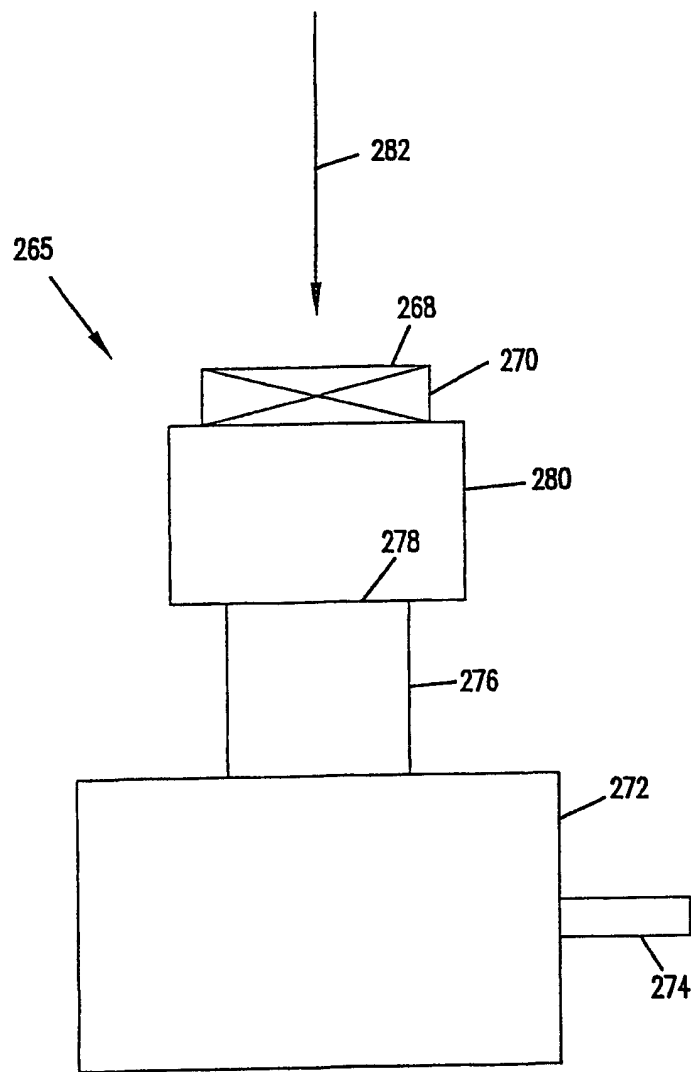


图 34

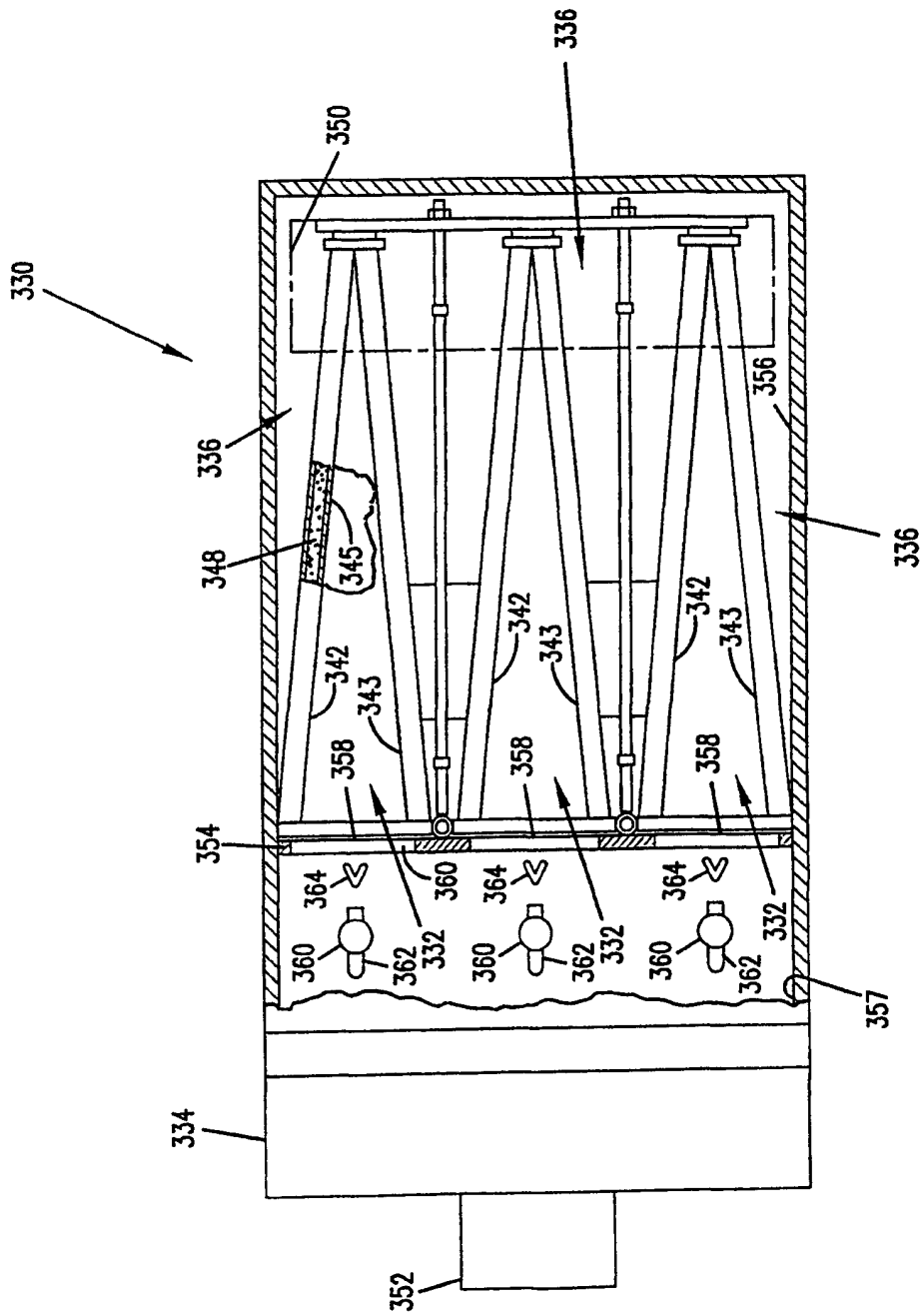


图 35

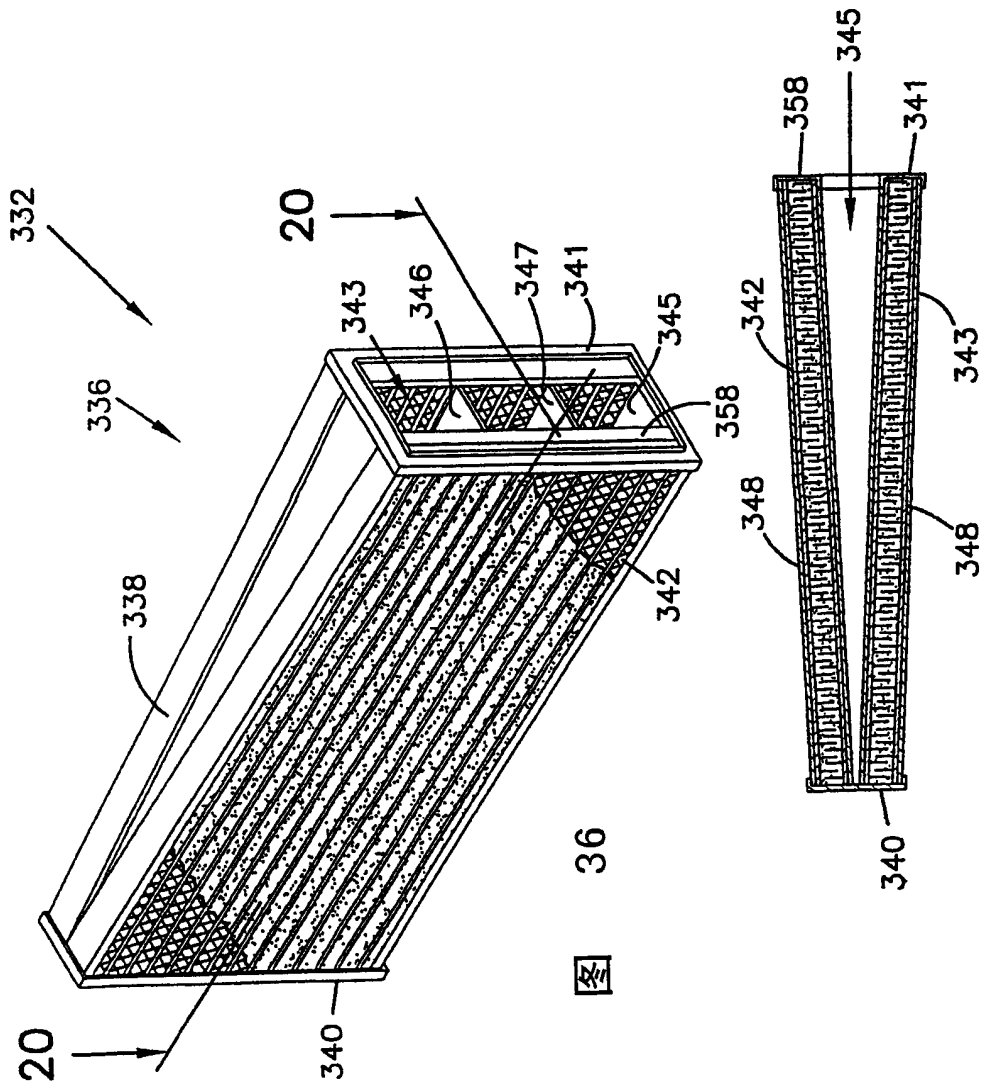


图 36

图 37