



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101754792 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 28

(21) 申请号 200880025670. 1

(22) 申请日 2008. 06. 02

(30) 优先权数据

11/760, 433 2007. 06. 08 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 01. 21

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/007030 2008. 06. 02

(87) PCT申请的公布数据

W02008/153878 EN 2008. 12. 18

(73) 专利权人 戈尔企业控股股份有限公司

地址 美国特拉华州

(72) 发明人 R·格伯特 W·S·普恩 S·施塔克

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 韦东 周承泽

(51) Int. Cl.

B01D 46/00 (2006. 01)

B01D 46/54 (2006. 01)

(56) 对比文件

EP 1371405 A1, 2003. 12. 17, 全文.

US 5560974 A, 1996. 10. 01, 说明书第4栏第5行至第18栏第45行、图1-3.

DE 19851667 A1, 2000. 05. 18, 全文.

审查员 秦祖龙

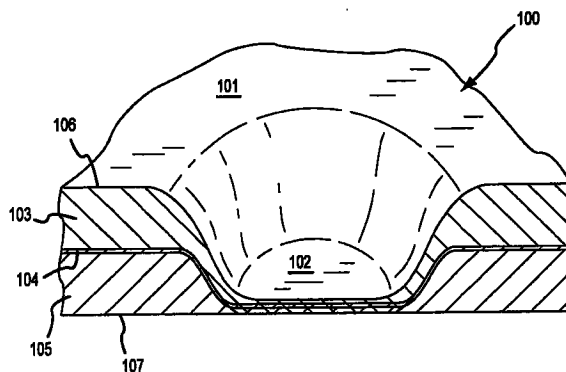
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 4 页

(54) 发明名称

多层过滤介质

(57) 摘要

本发明提供了用于从流体流中除去粒子的多层过滤介质。所述多层过滤介质可包括深度过滤层、膜过滤层和支承层。还可存在其他层。膜过滤层可包含膨胀型聚四氟乙烯 (ePTFE)。多层过滤介质的各层可通过多个点结合部结合在一起。点结合方法可包括在单步操作中将多层过滤介质的多个层同时结合到一起。点结合部可利用超声结合合法产生。



1. 用来过滤流体流的过滤介质,它包含:

包含第一热塑性塑料的第一材料;

第二过滤材料,其包括具有孔隙的 PTFE 膜;以及

含第二热塑性塑料的第三材料;

其中在所述过滤介质的第一区中,所述第一材料的至少一些部分独立地设置在第一层中,所述第二过滤材料的至少一些部分独立地设置在第二层中,所述第三材料的至少一些部分独立地设置在第三层;

其中在所述过滤介质的所述第一区,所述第二层位于所述第一层与所述第三层之间;以及

其中在所述过滤介质的至少一个不同于所述第一区的第二区,所述第一材料的至少一部分或者所述第三材料的一部分填充所述第二过滤材料的孔隙的至少一部分,从而提供结合,用来限制所述第一区内至少所述第一层和第二层之间、或者至少所述第三层和第二层之间的相对移动。

2. 如权利要求 1 所述过滤介质,其特征在于,所述第二层具有至少 4Frazier 的空气渗透率。

3. 如权利要求 2 所述过滤介质,其特征在于,所述第二层的进水压力大于 0.5PSI。

4. 如权利要求 3 所述过滤介质,其特征在于,所述第二过滤材料包含 ePTFE,其中所述第二层包含第一 ePTFE 膜。

5. 如权利要求 4 所述过滤介质,其特征在于,所述第一材料是过滤材料,其中所述第一材料的至少一些部分布置在熔喷聚合物纤维网中,其中所述第一材料包含选自聚丙烯、聚酯、尼龙和聚乙烯的材料。

6. 如权利要求 5 所述过滤介质,其特征在于,所述第三材料是支承材料,其中所述第三材料的至少一些部分布置在纤维中,其中所述纤维选自纺粘纤维、水力缠结纤维和湿成网纤维。

7. 如权利要求 6 所述过滤介质,其特征在于,所述第三材料包含选自聚酯、尼龙、聚丙烯和聚乙烯的材料。

8. 如权利要求 6 所述过滤介质,其特征在于,所述第二层包含第二 ePTFE 膜。

9. 如权利要求 5 所述过滤介质,其特征在于,所述第三材料为所述过滤介质提供结构支承,其中所述第三材料包含纤维素纤维和热塑性粘接剂,所述粘接剂包含所述第二热塑性塑料的至少一部分,所述第二热塑性塑料包含选自酚醛树脂、丙烯酸类材料和聚乙酸乙烯酯的材料。

10. 如权利要求 5 所述过滤介质,其特征在于,所述第三材料的至少一些部分布置在可渗透热塑性塑料纤维网中,其中所述第三材料包含选自聚丙烯、聚酯、尼龙、聚乙烯和聚氨酯的材料。

11. 如权利要求 4 所述过滤介质,其特征在于,至少部分所述第一材料布置在可渗透热塑性塑料纤维网中,其中所述第一材料包含选自聚丙烯、聚酯、尼龙、聚乙烯和聚氨酯的材料。

12. 如权利要求 11 所述过滤介质,其特征在于,所述第三材料是支承材料,其中所述第三材料的至少一些部分布置在纤维中,其中所述纤维选自纺粘纤维、水力缠结纤维和湿成

网纤维。

13. 如权利要求 12 所述过滤介质,其特征在于,所述第三材料包含选自聚酯、尼龙、聚丙烯和聚乙烯的材料。

14. 如权利要求 11 所述过滤介质,其特征在于,所述第三材料为所述过滤介质提供结构支承,其中所述第三材料包含纤维素纤维和热塑性粘接剂,所述粘接剂包含所述第二热塑性塑料的至少一部分,所述第二热塑性塑料包含选自酚醛树脂、丙烯酸类材料和聚乙酸乙烯酯的材料。

15. 如权利要求 3 所述过滤介质,其特征在于,所述第二层的进水压力大于 1.5PSI。

16. 如权利要求 2 所述过滤介质,其特征在于,所述第二层具有至少 10Frazier 的空气渗透率。

17. 如权利要求 1 所述过滤介质,其特征在于,第一、第二和第三层在所述过滤介质的所述第一区没有相互结合。

18. 如权利要求 17 所述过滤介质,其特征在于,所述第一材料具有第一熔点,所述第二过滤材料具有第二熔点,所述第三材料具有第三熔点,且所述第一和第三熔点低于所述第二熔点。

19. 如权利要求 18 所述过滤介质,其特征在于,所述第一区的面积与所有所述第二区的总面积之比至少为 9 比 1。

20. 如权利要求 18 所述过滤介质,其特征在于,所述第一区的面积与所有所述第二区的总面积之比至少为 32 比 1。

21. 如权利要求 1 所述过滤介质,其特征在于,所述连续结合部的最小厚度小于所述过滤介质在所述第一区的最大厚度的 50%。

22. 如权利要求 1 所述过滤介质,其特征在于,在所述过滤介质的所述至少一个第二区、所述第一材料的至少一些部分、所述第二过滤材料的至少一些部分以及所述第三材料的至少一些部分直接结合,在它们之间限定连续结合部。

23. 如权利要求 1 所述过滤介质,其特征在于,所述连续结合部对过滤介质的任何层都起限制作用,防止这些层在过滤介质的任何其他层不受破坏的情况下被除去。

24. 如权利要求 1 所述过滤介质,其特征在于,所述过滤介质在 2.5cm/s 的空气速度下对 0.1 μ m DOP 粒子的比质量至少约为 0.81/krayl。

25. 如权利要求 1 所述过滤介质,其特征在于,所述过滤介质的粉尘加载容量约大于 10g/m²。

26. 如权利要求 1 所述过滤介质,其特征在于,所述过滤介质折叠形成褶皱。

27. 如权利要求 26 所述过滤介质,其特征在于,所述至少一个第二区中的一个第二区的最大横截面尺寸小于所述过滤介质在所述第一区的最小厚度的两倍。

28. 如权利要求 1 所述过滤介质,它还包含含有熔喷纤维网的第四层,其中所述第三层布置在所述第二层与第四层之间。

29. 如权利要求 28 所述过滤介质,它还包含含有纺粘热塑性纤维网的第五层,其中所述第四层布置在所述第三层与第五层之间。

30. 如权利要求 1 所述过滤介质,它还包含多个所述第二区。

31. 如权利要求 30 所述过滤介质,其特征在于,所述多个第二区中的每个区限定一个

点结合部。

32. 如权利要求 31 所述过滤介质,其特征在于,所述点结合部是超声结合部。

33. 如权利要求 30 所述过滤介质,其特征在于,所述第二层具有至少 4Frazier 的空气渗透率。

34. 如权利要求 33 所述过滤介质,其特征在于,所述第二层的进水压力大于 0.5PSI。

35. 如权利要求 34 所述过滤介质,其特征在于,所述第二材料包含 ePTFE,其中所述第二层包含第一 ePTFE 膜。

36. 如权利要求 34 所述过滤介质,其特征在于,所述第二层的进水压力大于 1.5PSI。

37. 如权利要求 33 所述过滤介质,其特征在于,所述第二层具有至少 10Frazier 的空气渗透率。

38. 如权利要求 30 所述过滤介质,其特征在于,所述第一区的面积与所有所述第二区的总面积之比至少为 9 比 1。

39. 如权利要求 38 所述过滤介质,其特征在于,所述第一区的面积与所有所述第二区的总面积之比至少为 32 比 1。

40. 一种制备过滤介质的方法,所述方法包含以下步骤:

对包含第一热塑性材料的第一层、包含第二过滤材料的第二层和包含第三热塑性材料的第三层进行定位,所述第二过滤材料包括具有孔隙的 PTFE 膜,其中所述第一、第二和第三层以面对面的相邻关系在横向范围独立地布置,且所述第二层位于所述第一层与所述第三层之间;

对所述横向范围的至少一个选定区施加能量,其中所述施加能量的步骤导致在所述横向范围的所述至少一个选定区内,所述第一热塑性塑料的一些部分填充所述第二过滤材料的孔隙的至少一部分并与所述第三热塑性塑料的一些部分相结合,从而在它们之间限定连续结合部,所述连续结合部限制所述横向范围的至少一个另外的区内所述第一层、第二层和第三层之间的相对移动。

41. 如权利要求 40 所述方法,其特征在于,所述施加能量的步骤包括对多个所述选定区施加能量。

42. 如权利要求 41 所述方法,其特征在于,所述多个选定区中的每个区限定一个点结合部。

43. 如权利要求 40 所述方法,其特征在于,所述施加能量的步骤包括将所述定位的第一、第二和第三层加热至一定温度,其中所述温度高于所述第一层的熔点和所述第三层的熔点,且所述温度低于所述第二层的熔点。

44. 如权利要求 43 所述方法,其特征在于,所述能量包括超声能。

45. 如权利要求 40 所述方法,其特征在于,在施加能量的步骤之后,在所述横向范围的所述选定区之外,所述第一、第二和第三层没有相互结合。

46. 如权利要求 40 所述方法,其特征在于,所述施加能量的步骤包括在所述横向范围的所述选定区,使至少一部分所述第一热塑性塑料流过所述第二层,并流入所述第三层。

多层过滤介质

背景技术

[0001] 长期以来,从气流中除去微粒是许多工业领域的一道工序。从气流中过滤微粒等的常规装置包括但不限于滤袋、滤管、滤板和滤筒。为方便起见,以下将用术语“过滤元件”统称这些类型的过滤装置。

[0002] 所用过滤介质的类型通常根据过滤元件要接触的流体流、该系统的操作条件和要过滤的微粒类型进行选择。

[0003] 无论是液体还是气体,流体的流动都会在所述元件上产生压力差,即压降。较佳的是,在给定的流体流速下,为最大程度减小过滤流体所需的动力,所述压力差应尽可能小。

[0004] 过滤介质可宽泛地分为深度过滤介质或表面过滤介质。对于深度过滤介质,粒子往往在一定程度上钻入其中并累积在深度过滤介质中。相反,对于表面过滤介质,多数粒子聚积在其表面上。

[0005] 已知许多材料可用作深度过滤介质,包括纺粘或熔喷的纤维网、毡和织物,它们由各种材料制成,包括聚酯、聚丙烯、芳族聚酰胺、纤维素、玻璃和含氟聚合物。已知的熔喷过滤介质表现出高效率 and 低压降。熔喷过滤介质还具有高粉尘容量。然而,熔喷过滤介质具有进水压力较低的缺陷,这使它们不适合在某些户外环境使用。

[0006] 表面过滤器如膜在某些应用中已广受欢迎,特别是用于户外环境,或者用在待过滤流体包含液体气溶胶或苛性化学物的情况中。在其他应用中,膜过滤介质也是有用的,因为它比深度过滤介质具有更恒定的过滤效率。膜之所以具有稳定的过滤效率,是因为膜过滤器的效率不像深度过滤介质那样依赖于粉尘滤饼的积聚。

[0007] 聚四氟乙烯 (PTFE) 已在许多领域展现其实用性,如苛性化学环境,这种环境通常会侵蚀许多常规金属和聚合材料。有人将膨胀型 PTFE (ePTFE) 膜过滤介质以表面叠层的形式加到常规过滤元件上,这给粒子过滤领域带来了显著发展。这种过滤介质的例子见述于美国专利第 4878930 号和美国专利第 5207812 号,它们涉及用来除去移动气体流或空气流中的粉尘粒子的滤筒。由 ePTFE 构建的膜是疏水性的,这一点较为有利。

[0008] 在由热塑性塑料层和 ePTFE 层结合成过滤元件的已知过滤系统中,这两个独立层的结合区可能明显限制流体流过过滤元件,导致过滤系统的性能降低。当利用常规层合技术,通过在过滤元件的整个表面上加热加压来结合多个层时,就可能出现这种情况。在这种过滤器中,来自热塑性塑料层的材料不受控制地纠缠在一起,会产生限制流动的区域。此外,在整个表面上加热加压会在 ePTFE 层的较大区域内产生应力和造成压缩,降低了过滤效率和进水压力。在一些户外环境中,过滤效率和进水压力的下降会导致过滤元件过早失效。

[0009] 发明内容

[0010] 基于前文所述,本文所述实施方式的一个目标是提供改进的多层过滤介质。本文所述实施方式提供了具有高效率和高空气渗透率的多层过滤介质。本文所述实施方式适合用单步结合法结合多个层,缩短了制造周期,减少了部件成本和生产成本,同时保持或改善了过滤性能。

[0011] 一方面,本发明提供了多层过滤介质。所述多层过滤介质可包括含第一热塑性塑料的第一材料、第二过滤材料和含第二热塑性塑料的第三材料。所述多层过滤介质可包含第一区和至少一个第二区。

[0012] 在一个实施方式中,所述多层过滤介质可在第一区包括第一层、第二层和第三层。在第一区,第一材料的至少一些部分可独立地设置在第一层中,第二过滤材料的至少一些部分可独立地设置在第二层中,第三材料的至少一些部分可独立地设置在第三层中。各层可这样设置,使得第二层位于第一层与第三层之间。

[0013] 在一种设置方式中,在所述至少一个第二区内,第一材料的至少一些部分与第二过滤材料,以及第一材料的至少一些部分与第三材料,可直接结合,在其间限定连续结合部。所述连续结合部可对过滤介质的任意层起约束作用,使其不可能在不损害过滤介质的任何其他层的情况下被除去。

[0014] 在一个实施方式中,所述第二层可具有至少 4Frazier 的空气渗透率。而且,在一些实施方式中,所述第二层可具有至少 10Frazier 的空气渗透率。在一种设置方式中,所述第二层可具有大于 0.5PSI 的进水压力。更进一步,在一些设置方式中,所述第二层可具有大于 1.5PSI 的进水压力。在多个实施方式中,所述第二层可包含微孔聚合物膜。所述微孔聚合物膜可包含 ePTFE。在此情况中,第二过滤材料可包含 ePTFE。

[0015] 在一种设置方式中,第一材料可以是过滤材料。第一材料的至少一些部分可置于熔喷聚合物纤维网中。所述熔喷聚合物纤维网可包括例如聚丙烯、聚酯、尼龙、聚乙烯或其组合。在当前设置方式的变化形式中,第三材料可为过滤介质提供支承。第三材料的至少一些部分可置于纤维中。所述纤维可以是纺粘纤维、水力缠结 (hydroentangled) 纤维、湿成网纤维或其任意组合。所述纤维可以是含有热塑性粘接剂的纤维素纸的纤维素纤维,所述热塑性粘接剂包含至少部分第二热塑性塑料。第二热塑性塑料可包含聚酯、尼龙、聚丙烯、聚乙烯、聚氨酯、酚醛树脂、丙烯酸类、聚乙酸乙烯酯或其任意组合。在当前设置方式的变化形式中,第二层可包含两层 ePTFE 膜。所述两层 ePTFE 膜可以具有不同的性质,例如渗透性和过滤容量。可渗透热塑性塑料纤维网可以设置在两层 ePTFE 膜之间。可渗透热塑性塑料纤维网可由聚丙烯、聚酯、尼龙、聚乙烯、聚氨酯或其任意组合组成。在这样一个变化形式中,可渗透热塑性塑料纤维网可包含第二热塑性塑料。在当前设置方式的另一个变化形式中,第一材料可包含具有粘接剂的纤维素纸,所述粘接剂由第一热塑性塑料组成。

[0016] 在又一个设置方式中,第一材料的至少一些部分可置于可渗透热塑性塑料纤维网中。可渗透热塑性塑料纤维网可由聚丙烯、聚酯、尼龙、聚乙烯、聚氨酯或其组合组成。在当前设置方式的一个变化形式中,类似于前面结合前一设置方式所描述的,第三材料可为过滤介质提供支承。

[0017] 在另一个实施方式中,包含三个层的多层过滤介质还可包含第四层。第四层可这样布置,使第三层位于第二层与第四层之间。过滤介质还可包含第五层,该层可这样布置,使第四层位于第三层与第五层之间。第四层可包含熔喷纤维网。第五层可包含纺粘热塑性塑料纤维网。

[0018] 在多个实施方式中,在多层过滤介质的第一区,第一、第二和第三层可没有相互结合。在此情况中,这些层在第一区可相互靠近,借助它们在所述至少一个第二区的相互连接固定住。第一和第三材料的熔点可低于第二过滤材料的熔点。而且,第一和第三材料的熔

点可低于第二过滤材料发生显著劣化的温度。

[0019] 在多个实施方式中,第一区的总面积与所有第二区的总面积之比可至少为 9 比 1。而且,在一些实施方式中,第一区的总面积与所有第二区的总面积之比可至少为 32 比 1。

[0020] 在多种设置方式中,所述连续结合部的最小厚度可小于过滤介质在第一区的最大厚度的 50%。更进一步,在一些设置方式中,所述连续结合部的最小厚度可小于过滤介质在第一区的最大厚度的 25%。

[0021] 在多个实施方式中,所述至少一个第二区的连续结合部可包含直接结合的第一材料的至少一些部分、第二过滤材料的至少一些部分和第三材料的至少一些部分。

[0022] 在一种设置方式中,当空气速度为 2.5cm/s 时,过滤介质对 0.1 μm DOP(邻苯二甲酸二辛酯)粒子的比质量因数(specific quality factor)至少约为 0.81/krayl。在一种设置方式中,过滤介质的容尘量(dust holding capacity)大于约 10g/m²。

[0023] 在一个实施方式中,过滤介质可折叠形成褶皱。在一个这样的实施方式中,所述至少一个第二区之一的最大横截面尺寸可小于过滤介质在第一区的最小厚度的两倍。

[0024] 所述至少一个第二区可包含多个第二区。所述多个第二区可以一定图案设置在过滤介质的表面上。所述图案可以是均匀的。所述多个第二区中的每个区可限定一个点结合部。在多种设置方式中,所述结合部可以是超声结合部。当所述至少一个第二区由多个点结合部组成时,第一区的总面积与所有点结合部的总面积之比可至少为 9 比 1。而且,在一些实施方式中,所述比例可至少为 32 比 1。

[0025] 另一方面,本发明提供了制备过滤介质的方法。所述方法可包括给第一、第二和第三层定位,对定位的层的横向范围的至少一个选定的区施加能量。所述定位可包括设置第一、第二和第三层,使它们以面对面的相邻关系沿横向范围独立地布置,且第二层位于第一层与第三层之间。第一层可包含第一热塑性塑料,第二层可包含第二过滤材料,第三层可包含第三热塑性塑料。施加能量可导致第一热塑性塑料的一些部分在所述横向范围的至少一个选定区与第三热塑性塑料的一些部分相结合,从而在它们之间限定连续结合部。

[0026] 在当前方法的一个实施方式中,施加能量的步骤可包括向多个选定区施加能量。所述多个选定区中的每个区域可限定一个点结合部。过滤介质在所述点结合部外的面积与所有点结合部的总面积之比可至少为 9 比 1。在一些实施方式中,所述比例可至少为 32 比 1。

[0027] 在一个实施方式中,施加能量的步骤可包括施加能量,将定位的第一、第二和第三层加热到高于第一和第三层的熔点但低于第二层的熔点的温度。在多个实施方式中,所施加的能量可包括超声能量。

[0028] 施加能量的步骤可包括在选定的横向范围区域,使至少一部分第一热塑性塑料流过第二层并流入第三层。在一个实施方式中,在施加能量的步骤之后,第一、第二和第三层在所选定的横向区域以外可以彼此不结合。更进一步,在施加能量的步骤之后,过滤介质的空气渗透率可至少为 4Frazier。在一些实施方式中,所述空气渗透率可至少为 10Frazier。在施加能量的步骤之后,过滤介质的进水压力可大于 0.5PSI。在一些实施方式中,所述进水压力可大于 1.5PSI。

[0029] 上面结合前述各方面所讨论的各种特征、设置方式和实施方式可通过前述任何方面加以利用。在本领域的技术人员考虑下面的进一步描述之后,其他方面和相应的优点将

变得显而易见。

附图说明

[0030] 图 1 是过滤介质的实施方式在点结合部区域的横截面示意图。

[0031] 图 2 是用于结合多个材料层的示例性超声结合装置的示意图。

[0032] 图 3 是示例性过滤组件的等轴测图。

[0033] 图 4 是过滤介质制造方法的一个实施方式的流程图。

具体实施方式

[0034] 图 1 是多层过滤介质 100 的一个实施方式的横截面示意图。图 1 所示包括第一区 101, 其中多层过滤介质 100 的多个层布置在彼此相邻的位置。该图还包括第二区 102, 其中多层过滤介质 100 的多个层彼此结合在一起。下面将进一步描述区域 101、102 中的每个区域。图 1 中所示层厚用于说明的目的, 不一定按比例绘制。

[0035] 图 1 所示多层过滤介质 100 包括两个过滤层: 深度过滤层 103 和膜过滤层 104。流体流过多层过滤介质 100 的方向可从多层过滤介质 100 的第一侧 106 至第二侧 107。如图 1 所示, 深度过滤层 103 可位于膜过滤层 104 的上游。多层过滤介质 100 还可包括支承层 105。相对于流体流过多层过滤介质 100 的方向, 支承层 105 可位于膜过滤层 104 的上游或下游。在图 1 所示情形中, 支承层 105 位于膜过滤层 104 的下游。

[0036] 在第一区 101 内, 多层过滤介质 100 的层 103、104、105 可布置成彼此相邻的关系。而且, 在第一区, 各层可以不彼此结合。例如, 在第一区 101, 层 103、104、105 可借助于它们在第二区 102 的连接而固定在彼此相邻的位置, 层 103、104、105 可在第二区 102 结合在一起。因此, 多层过滤介质 100 的性能可超过已知过滤系统的性能。例如, 相比于采用相同的层但利用已知互连方法(例如在各层的整个面积上结合)的过滤介质, 具有离散的结合区如第二区 102 的多层过滤介质 100 可获得双倍的流体流量。

[0037] 深度过滤层 103 可起预过滤层的作用。深度过滤层 103 可由包含热塑性塑料的材料组成。深度过滤层 103 可包含熔喷聚合物纤维网。熔喷聚合物纤维网是这样生产的: 用多股会集型热空气流曳出熔纺纤维, 产生极细的丝。熔喷处理形成连续的亚旦(sub-denier)纤维, 其包含直径通常小于 $10\ \mu\text{m}$ 的较细纤维。

[0038] 深度过滤层 103 的熔喷聚合物纤维网可由各种聚合物材料制成, 包括聚丙烯、聚酯、聚酰胺、聚氯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、尼龙和聚乙烯。聚丙烯是其中更优选的聚合物材料。

[0039] 深度过滤层 103 可任选包括至少一个驻极体过滤介质层, 其包含具有静电电荷的高效层。可利用各种已知技术使熔喷纤维网带电荷, 以改善其过滤性能。深度过滤层 103 可任选包含稀松平纹织物, 用于保护深度过滤层 103 的细纤维, 防止其在加工中受到磨损。所述稀松平纹织物可由例如聚丙烯、尼龙和 / 或聚酯组成。

[0040] 膜过滤层 104 可由微孔聚合物膜组成。所述微孔聚合物膜可捕集通过深度过滤层 103 的粒子。微孔聚合物膜在除去流体流中的粒子和有机体方面已表现出很高的可靠性。膜可通过其聚合物组成、空气渗透率、进水压力和过滤效率表征。优选的膜过滤层 104 的平均空气渗透率至少为 4Frazier。一个更优选的膜过滤层 104 的平均空气渗透率至少为

10Frazier。

[0041] 根据应用要求,可用各种微孔聚合物膜作为膜过滤层 104。膜过滤层 104 可由以下一种或多种示例性材料制造:硝基纤维素、三乙酰基纤维素、聚酰胺、聚碳酸酯、聚乙烯、聚丙烯、聚砜、聚四氟乙烯、聚氯乙烯、聚偏二氟乙烯、丙烯酸酯类共聚物。

[0042] 膜过滤层 104 优选能阻止液态水通过的疏水性材料制造。此外,膜过滤层 104 可在所述结合过程中不受影响,从而保持其阻止液态水从其中通过的能力。因此,在没有任何液体从多层过滤介质 100 中的膜过滤层 104 通过时,它也能够经受住加在多层过滤介质 100 上的差压。优选的多层过滤介质 100 具有大于约 0.5PSI 的进水压力。更优选的多层过滤介质 100 具有大于约 1.5PSI 的进水压力。

[0043] 较佳的是,膜过滤层 104 包含微孔含氟聚合物,如 ePTFE、氟化乙烯丙烯 (FEP)、全氟烷氧基聚合物 (PFA)、聚丙烯 (PU)、聚乙烯 (PE) 或超高分子量聚乙烯 (uhmwPE)。最佳的是,膜过滤层 104 包含 ePTFE。合适的 ePTFE 膜见述于美国专利第 5814405 号。该专利所述膜具有良好的过滤效率、高空气流量和高爆裂强度 (burst strength)。该专利充分描述了合适的 ePTFE 膜的制备方法。不过,也可采用通过其他方法制造的 ePTFE 膜。合适的 ePTFE 膜可购自美国特拉华州纽马克市戈尔联合公司 (W.L Gore & Associates, Inc., Newmark, Del.)。膜过滤层 104 可任选包含填料,以改善该过滤器的某些性质。

[0044] 除其他作用外,所供支承层 105 还可用于将过滤层保持在与流体流动相应的恰当方向上。支承材料可具有足够的刚性,以支承膜过滤层 104 和深度过滤层 103,但也要足够柔顺,以免损坏膜过滤层 104。支承层 105 可包含纤维材料。所述纤维材料可包括热塑性塑料。支承层 105 可以例如包含纺粘热塑性纤维、水力缠结热塑性纤维、湿成网热塑性纤维或其任意组合。所述纤维可以例如包含聚酯、尼龙、聚丙烯、聚乙烯或其任意组合。在一个褶皱取向中,支承层 105 可在褶皱中提供空气流动通道,同时将各褶皱分开(例如防止褶皱坍塌)。支承层 105 可位于膜过滤层 104 的下游(例如,如图 1 所示)或上游。

[0045] 支承层 105 可包括含有粘合材料的纤维素纸,如美国专利第 7138057 号所述。纤维素纸与粘合材料的重量比可在例如 4 比 1 至 1.5 比 1 之间。所述粘合材料可以是热塑性塑料。

[0046] 如前文所述,多层过滤介质 100 的多个层可在第二区 102 中结合在一起。多层过滤介质 100 可包括多个第二区 102。所述多个第二区 102 中的每个区可以是一个点结合部。所述多个第二区 102 中的每个区可以是局部区域,多层过滤介质 100 的多个层在此结合在一起。所述多个第二区 102 可配置在整个多层过滤介质 100 中各处,以便在多层过滤介质 100 的寿命时期内,将多层过滤介质 100 的多个层固定在一起。此寿命时期可包括例如制造(例如褶皱化)、装运、安装、过滤和清洁过程。在一个实施方式中,所述多个第二区 102 各自的最大横截面尺寸可小于的多层过滤介质 100 在第一区 101 中的最小厚度的两倍。这样可能有一个好处,若所述多个第二区 102 中有任何一个区位于褶皱化多层过滤介质 100 的弯折区域,则由于它足够小,不会在第二区 102 的面积内给多层过滤介质 100 带来破坏性应力。对于某些应用,所述多个第二区 102 各自的最大横截面尺寸可小于 5mm。

[0047] 从垂直于多层过滤介质 100 的视角观察,图 1 中已示出其横截面的示例性第二区 102 总体上呈圆形。虽然点结合部可以采用其他形状,但是圆形点结合部可能是有益的,因为不必担心它会成为应力集中点。

[0048] 在第二区 102 内,多层过滤介质 100 的一个或多个层中的材料可与多层过滤介质 100 的一个或多个其他层中的材料处于同一位置。这种情况可通过以下方式实现:在用来形成第二区 102 的结合过程中,让一个或多个层中的材料流入一个或多个其他层中的材料。通过例如选择各层的材料以及控制结合过程中所加能量,可以控制各层材料在结合过程中的流动。

[0049] 图 1 显示了一个示例性实施方式,其中在第二区 102,已使深度过滤层 103 的材料流入膜过滤层 104 和支承层 105。形成这种构造的结合过程可进行如下。首先,在要产生第二区 102 的面积内向多层过滤介质 100 施加能量(例如超声、热和/或压力)。施加的这种能量使深度过滤层 103 熔化、致密化。深度过滤层 103 的熔化材料也流入膜过滤层 104 和支承层 105。在结合过程中,支承层 105 的材料同样可能熔化、致密化,而支承层 105 的材料可能流入多层过滤介质 100 的其他层,如膜过滤层 104。撤走能源并冷却第二区 102 之后,已软化、熔化和/或流动的材料可发生凝固。在此情况中,流到一起的材料可能已经熔合在一起。

[0050] 当支承层 105 由含热塑性粘接剂的纤维素纸组成时,部分热塑性粘接剂可能在结合过程中流入膜过滤层 104。而且,在一种设置方式中,深度过滤层 103 可包括含热塑性粘接剂的纤维素纸。

[0051] 形成之后,第二区 102 可能沿多层过滤介质 100 的第一侧 106 包括由深度过滤层 103 的材料形成的较薄的致密化层。膜过滤层 104 可靠近由深度过滤层 103 的材料形成的致密化层并与之互连,来自深度过滤层 103 的材料占据膜过滤层 104 的孔隙。来自支承层 105 的一些材料可占据膜过滤层 104 的部分孔隙。致密化支承层 105 可沿第二侧 107 排布,并与膜过滤层 104 相邻,其中致密化支承层 105 与来自深度过滤层 103 的材料混杂在一起,因为来自深度过滤层 103 的材料熔化并流入支承层 105。因此,在第二区 102 中可形成连续结合部,该结合部包括来自第一层并直接结合到第二层上的材料和来自第一层并直接与第三层的材料结合的材料。通过这种方式,在结合之后,第二区 102 可具有这样的构造,即它包含位于多层过滤介质 100 的第一侧 106 与第二侧 107 之间的一段未被破坏的致密化材料带或混杂材料带。

[0052] 如上所述,图 1 所示第二区 102 包括深度过滤层 103 同时流入膜过滤层 104 和支承层 105。在一个替代实施方式中,深度过滤层 103 可以例如仅流入膜过滤层 104。在这样一个实施方式中,一部分支承层 105 可在结合过程中流入膜过滤层 104。在此情况中,此替代实施方式可包括在膜过滤层 104 内收集来自深度过滤层 103 的材料和来自支承层 105 的材料。

[0053] 应当理解,通过为多层过滤介质 100 的各层选择具有特定熔化温度和流动特性的材料,可获得各种混杂层构造。例如,通过为深度过滤层 103 和支承层 105 选择熔化温度低于膜过滤层 104 的材料,可获得图 1 所示构造,其中深度过滤层 103 在结合过程中流入膜过滤层 104 和支承层 105。在另一个例子中,通过为支承层 105 选择熔化温度低于深度过滤层 103 或膜过滤层 104 的材料,可获得这样的构造,其中支承层 105 的材料在点结合过程中流入深度过滤层 103 和膜过滤层 104。

[0054] 第二区 102 的结合强度可超过第二区 102 周围一个或多个层的剪切强度。例如,在一些设置方式中,深度过滤层 103 由熔喷网组成,此时在第二区内各层之间的结合强度

可大于熔喷网的剪切强度。因此,当施加外力将各层拉开时,可能在第二区 102 内发生任何破坏现象之前,熔喷网就已被撕开拉出第二区 102,所以第二区 102 完好无损。

[0055] 所述多个第二区 102 可发挥限制多层过滤介质 100 失去其中的层的作用。例如,除去一个层(例如深度过滤层 103 或支承层 105)可以一定方式破坏多层过滤介质 100 余下的层,使用户很容易发现多层过滤介质 100 无法继续发挥应有功能。

[0056] 如前文所述,第二区 102 可致密化,膜过滤层 104 的孔隙至少部分填充了来自深度过滤层 103 的材料。结果在第二区 102 中,多层过滤介质 100 让流体从其中流过的能力显著下降或丧失殆尽。因此,多层过滤介质 100 各层之间的总体结合强度与流体流过多层过滤介质 100 的能力因所述多个第二区 102 的总面积而受到的损失之间存在平衡折衷的关系。例如,当第二区 102 的总数目和总面积增加时,各层之间的机械互联作用增强。然而,与此同时,流体流过多层过滤介质 100 的能力下降。因此,可能较佳的是,所述多个第二区 102 的总面积覆盖少于 10% 的多层过滤介质 100 的总面积(例如,第一区 101 的面积与所有第二区 102 的总面积之比可大于 9 比 1)。更佳的是,所述多个第二区 102 的总面积覆盖少于 3% 的多层过滤介质 100 的总面积(例如,第一区 101 的面积与所有第二区 102 的总面积之比可大于约 32 比 1)。

[0057] 图 1 所示第二区 102 显示了压向第二侧 107 的多层过滤介质 100 的材料。也可采用其他构造,如将多层过滤介质 100 压向第一侧 106。多层过滤介质 100 在第二区 102 内的压缩总量可使得在第二区 102 内形成的连续结合部的最小厚度小于多层过滤介质 100 在第一区 101 内的最大厚度的一半。在一些设置方式中,第二区 102 内的连续结合部的最小厚度可小于多层过滤介质 100 在第一区 101 内的最大厚度的四分之一。

[0058] 如前文所述,可通过对第二区 102 施加能量来熔化多层过滤介质 100 的一个或多个层的材料和/或使其流入并熔合到多层过滤介质 100 的一个或多个其他层的材料中。在此情况中,要将多层过滤介质 100 的各层结合到一起,可能不必另加材料如黏合剂也能将多个层结合起来。更进一步,可适当选择施加到第二区 102 上的能量大小,使膜过滤层 104 的结构不会在施加能量的过程中受到破坏。例如,施加在第二区 102 上的能量大小可造成深度过滤层 103 的材料流入膜过滤层 104 并与之结合,还造成深度过滤层 103 的材料熔化,然后流入支承层 105 并与之结合。在此情况中,膜可保持其多孔结构,它在第二区 102 中可作为深度过滤层 103 和/或支承层 105 中的热塑性塑料的基质。不难理解,为引起上述材料流动而施加的能量可在单个处理步骤中连续施加,形成连续结合部。

[0059] 可使用超声结合设备施加局域化能量,产生第二区 102。使用超声能产生第二区 102 具有几个有益特性。例如,超声结合设备便于精确控制输送到每个第二区 102 的能量大小。在此情况中,可适当选择输送的能量,使得仅熔化多层过滤介质 100 的一个或两个层。第二区 102 的尺寸和形状取决于超声结合设备中所用砧的尺寸和形状,以及在结合过程中输送的功率大小。

[0060] 使用超声的另一个好处是,单次施加超声能即可将所有的层结合在一起。例如,单步施加超声能即可将多层过滤介质 100 的各层结合在一起,其中深度过滤层 103 位于膜过滤层 104 的一侧,而支承层 105 位于膜过滤层 104 的另一侧。此外,可同时产生多个独立的第二区 102。或者,可先将多层过滤介质 100 的一个子组层结合在一起,然后将其他层结合到该子组层上,从而分两个或更多个分立的结合步骤完成结合过程。

[0061] 图 2 是用来结合多层材料的超声结合装置 200 的示意图。超声结合装置 200 可包括超声喇叭 201 和砧 202。诸如超声结合装置 200 这样的超声结合设备的设计和操作是公知的。

[0062] 为结合多层过滤介质 100 的多个层,可同时将独立的各片材送入超声结合装置 200。例如,可同时将一卷 203 深度过滤层 103 材料、一卷 204 膜过滤层 104 材料和一卷 205 支承层 105 材料送到喇叭 201 与砧 202 之间,上述三个层在此借助单步施加的超声能结合在一起。

[0063] 喇叭 201 和砧 202 经过配置,可产生任何具有适当构造的第二区 102 或多个第二区 102。例如,通过在砧 202 上设置菱形图案,可产生多个具有菱形图案 206 的第二区 102。

[0064] 也可采用其他方法产生点结合部。例如,可利用加热元件将热转移到多层过滤介质 100 上要产生第二区 102 的区域。一般地,这可能要求加热元件与多层过滤介质 100 之间直接发生接触。还可采用其他方法将能量(例如红外线)转移到具体的位点,以产生第二区 102。

[0065] 为使多层过滤介质 100 获得不同的性能特征,可以改变多层过滤介质 100 各层的厚度。也可改变各层的渗透率,以获得不同的性能特征。

[0066] 利用本文所述原理和方法,还可产生具有其他构造的多层过滤介质。例如,可在图 3 所示的实施方式中,在已有膜过滤层 104 与支承层 105 之间再加一个膜过滤层。存在两个膜过滤层的优点是,例如,第一膜过滤层可具有第一粒子效率,而第二膜过滤层可具有第二粒子效率。在这样一种构造中,第一膜过滤层可作为第二膜过滤层的预过滤层,从而改善多层过滤介质的整体性能。在两个膜过滤层之间可放置可渗透热塑性塑料纤维网层。可渗透热塑性塑料纤维网层可具有这样的渗透率,它不会显著影响多层过滤介质在第一区的整体过滤性能。在第二区,可渗透热塑性塑料纤维网层可熔化并流入两个膜过滤层中,从而将这些层结合到一起。在此情况中,可渗透热塑性塑料纤维网层的材料可直接结合到深度过滤层 103 和 / 或支承层 105 的材料上。可渗透热塑性塑料纤维网层可由例如聚酯、尼龙、聚丙烯、聚乙烯、聚氨酯或其组合组成。可渗透热塑性塑料纤维网层可包含熔喷纤维网。

[0067] 其他设置方式可包括更多的层。例如,一种设置方式可包括含熔喷纤维纤维网的第四层和含纺粘热塑性纤维纤维网的第五层。在这种设置方式中,各层可按这样的顺序排布:第三层位于第二与第四层之间,第四层位于第三与第五层之间。第四层熔喷纤维网可提供额外的过滤能力,第五层纺粘热塑性纤维网可提供额外的支承作用。

[0068] 本文所述空气渗透率值可根据弗雷泽尔数 (Frazier number) 测试方法测定。在此方法中,空气渗透率这样测定:将测试样品夹在加垫圈、带凸缘的固定器 (gasketed-flanged fixture) 上进行空气流动测试,所述固定器具有直径大约为 2.75 英寸、面积为 6 平方英寸的圆形截面。样品固定器的上游侧连接到与干压缩空气源连线的流量计上。样品固定器的下游侧向大气敞开。所述测试这样完成:在样品的上游侧施加等于 0.5 英寸水压的空气压力,记录空气通过在线流量计(浮球转子流量计)的流速。所得结果用等于 0.5 英寸水压的压力下的 Frazier 数表示,其单位为立方英尺 / 分钟 / 平方英尺样品。

[0069] 图 3 是示例性过滤组件 300 的等轴测图。过滤组件 300 包含已结合的褶化多层过滤介质 301。过滤器外围部件 302 可沿已结合的褶化多层过滤介质 301 的边缘将其包围。

垫圈 303 可与过滤器外围部件 302 互连。已结合的褶化多层过滤介质 301 可由诸如本文所述的多层过滤介质组成。已结合的褶化多层过滤介质 301 包括多个具有图 2 所示菱形图案 206 的第二区 102。如上所述,所述多个第二区中的每个区可具有足够小的最大横截面尺寸,以致于形成褶皱时无须考虑所述多个第二区所在位置。或者,所述多个第二区可以一定图案分散,留下可设置褶皱的非结合区域。通过这种方式,褶皱尖部可不含所述多个第二区。

[0070] 通过将已结合的褶化多层过滤介质 301 密封到过滤器外围部件 302 上,可限制流体的流动,使其通过已结合的褶化多层过滤介质 301。在此情况中,过滤组件 300 的过滤性能与已结合的褶化多层过滤介质 301 的过滤性能相对应。因此,优选的过滤组件 300 可具有至少约 0.5PSI 的进水压力。更佳的是,优选的过滤组件 300 可具有至少约 1.5PSI 的进水压力。

[0071] 而且,在 2.5cm/s 的空气速度下,过滤组件 300 对 $0.1\mu\text{m}$ DOP 粒子的比质量至少约为 0.81/krayl。比质量是用于比较过滤介质的过滤性能的度量参数。它是渗透力与空气流阻力的之比,该值单位为 1/kilorayl。该比值越高,粒子相对于其空气流阻力的收集效率越高。空气流阻力是过滤器上的压降与面速度 (face velocity) 之比。比质量定义如下:

[0072] 比质量 = $-\log(\text{渗透力}) / (\text{过滤器压降} / \text{面速度}) \times 1/1000$

[0073] 其中渗透力是过滤器的粒子渗透力,过滤器压降的单位是 Pa,面速度的单位是 m/s。比质量取决于粒子尺寸和面速度。

[0074] 渗透力通过自动化效率测试机 [例如美国明尼苏达州朔福市 TSI 公司 (TSI Inc., Shoreview, Minnesota) 的 8160 型测试机] 测量。该项测试在环境室温 (70° F) 和环境相对湿度 (40%) 条件下进行。雾化 DOP 溶液,产生含有直径为 $0.03\text{--}0.3\mu\text{m}$ 的粒子的气溶胶。在 1-5.3cm/s 的空气流速下,用该气溶胶对过滤器样品进行测验。用两台凝结核计数器同时测量测试样品上游和下游的粒子浓度。渗透力表达为过滤器收集的上游测验粒子的百分数。

[0075] 此外,组件 300 的优选过滤介质 301 可具有大于约 $10\text{g}/\text{m}^2$ 的粉尘加载容量。粉尘加载容量可根据以下方法测量。用恒定输出雾化器 (购自 TSI 公司的 3096 型雾化器) 雾化 5% 的氯化钠水溶液。将粒子加热到 80°C,对其进行干燥,然后用清洁的干燥空气稀释。测试前称量直径为 44.4mm 的过滤器测试样品,然后将其放入过滤器固持器中。面速度设定为 53mm/s。用压力变换器连续监控过滤器上的压降。在过滤器中加载该氯化钠气溶胶,直至过滤器介质上的压降最后达到 750Pa。测试完成后,再次称量测试样品,以确定所加载的质量。粉尘加载容量定义如下:

[0076] 粉尘加载容量 = $(\text{最终重量} - \text{初始重量}) / \text{过滤器面积}$

[0077] 其中所述重量的单位为克,过滤器面积的单位为平方米。因此,粉尘加载容量表达为 g/m^2 。

[0078] 图 3 所示为过滤器组件 300 的一个实施方式,其中过滤器组件基本上为矩形,过滤介质 301 已褶化。本文所述多层过滤介质也可装入其他构造和产品。例如,本文所述多层过滤介质可用于圆形或圆柱形过滤器。例如,本文所述多层过滤介质可用于非褶化构造中。

[0079] 图 4 是过滤介质的制备方法的流程图。该方法的第一步 401 可以是将第一、第二和第三层定位。所述定位可包括将第二层布置在第一与第三层之间,使第一和第二层处于

面对面相邻的关系,而第二与第三层在横向范围处于面对面相邻的关系。此步可通过将第一、第二和第三层从其成卷形式打开来完成。第一层可包含第一热塑性塑料,第二层可包含第二过滤材料,第三层可包含第三热塑性塑料。

[0080] 下一步 402 可以是对横向范围的至少一个选定区施加能量。施加的能量可导致所述至少一个选定区内的第一热塑性塑料的一些部分与第三热塑性塑料的一些部分相结合,从而在其间限定连续结合部。

[0081] 所述至少一个选定区可包括多个选定区,它们可沿横向范围隔开。这些选定区中的每个区可限定一个点结合部。在所述至少一个选定区内,施加的能量可造成至少一部分第一材料流过第二层并进入第三层。

[0082] 施加的能量可在所述选定的至少一个区将各层加热至高于第一和第三层的熔点而低于第二层的熔点的温度。施加能量的步骤可包括对各层施加超声能。施加能量的步骤完成之后,在所述至少一个选定区外,第一、第二和第三层可没有相互结合。

[0083] 实施例

[0084] 利用超声结合法同时将三层材料结合在一起。通过超声将第一层熔喷介质与第二材料和第三材料结合到一起,其中熔喷介质由 30 克 / 平方米 (g/m^2) 的聚丙烯细纤维和 $15\text{g}/\text{m}^2$ 的聚丙烯稀松平纹织物组成,第二材料是 ePTFE 膜,第三材料是基重为 $150\text{g}/\text{m}^2$ 的纺粘聚酯基材。熔喷介质中使用稀松平纹织物的目的是在处理过程中保护细纤维,防止其受到磨损。熔喷介质中的纤维尺寸为 $1-5\mu\text{m}$ 。ePTFE 膜的纤维尺寸为 $0.1-0.3\mu\text{m}$,其基重为 $5.0\text{g}/\text{m}^2$ 。纺粘聚酯的纤维尺寸为 $30-50\mu\text{m}$ 。

[0085] 所得过滤介质的基重为 $200\text{g}/\text{m}^2$ 。过滤介质的空气渗透率为 10.7Frazier,进水压力为 3PSI。在 $2.5\text{cm}/\text{s}$ 的流量下,过滤介质对 $0.1\mu\text{m}$ DOP(对苯二甲酸二辛酯)的过滤效率为 99.785%。比质量为 $1.21/\text{krayl}$ 。粉尘加载容量为 $16.8\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0086] 使用图案化砧辊结合过滤介质,在过滤介质上产生多个具有菱形图案的点结合部。从各个架子上将独立的各卷材料解开,将各纤维网拉到一起,形成多层纤维网,然后进行结合。复合纤维网通过一个处理点和位于纤维网下的旋转柱形砧,所述处理点在顶侧包含超声喇叭,以高频运动 (20000Hz) 的形式提供超声能,并对材料施加压力;所述砧上有按一定图案排布的点从砧表面突出来。

[0087] 各圆形点结合部具有 1.6mm 的直径和约 524 个点结合部 / 平方英尺的密度。点结合部的总面积小于已结合的过滤介质的总表面积的 2%。由于砧上有突起的结合点,所以材料受到结合点处的压缩力,点之间的压力则小得多。三个层的结合在它们通过上述机械一次就完成了。

[0088] 对本文所述实施方式的其他改进形式和延伸形式,对本领域的技术人员来说是显而易见的。这些改进形式和延伸形式包括在以下权利要求所限定的本发明的范围之内。

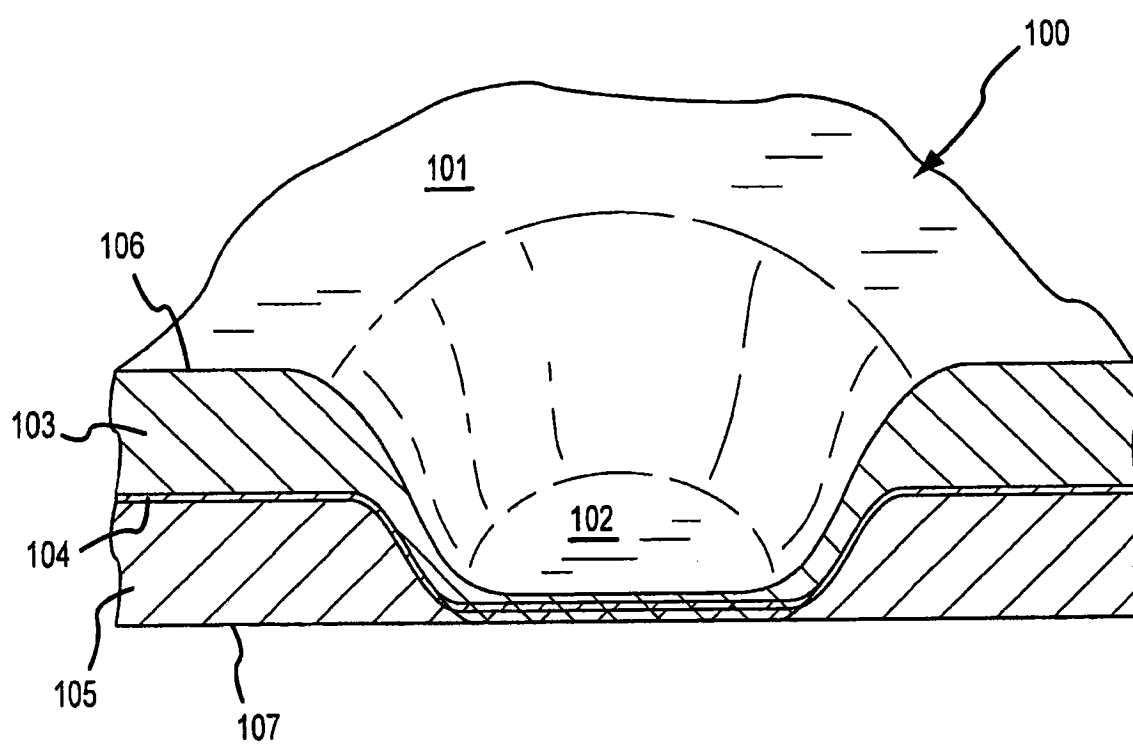


图 1

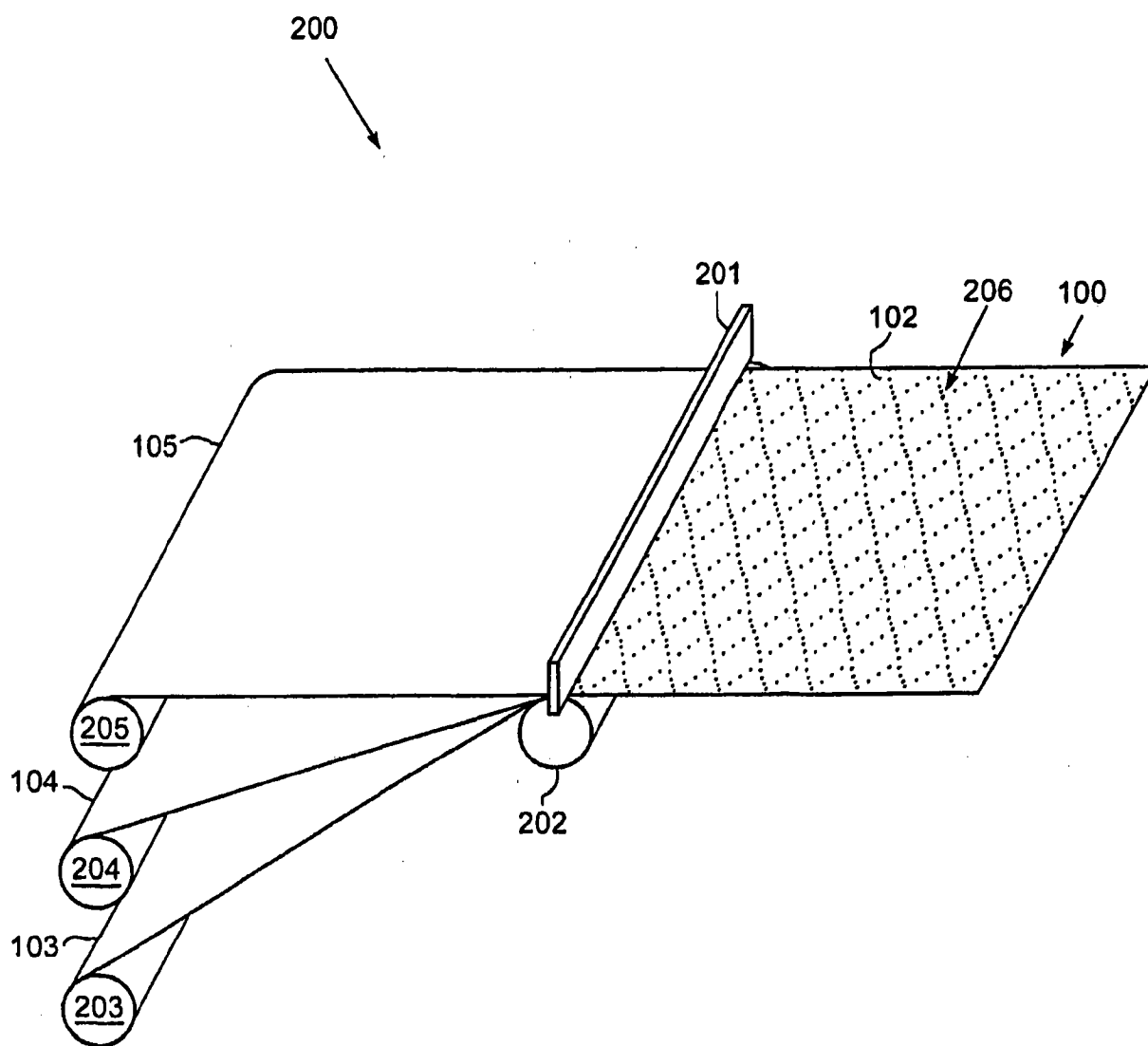


图 2

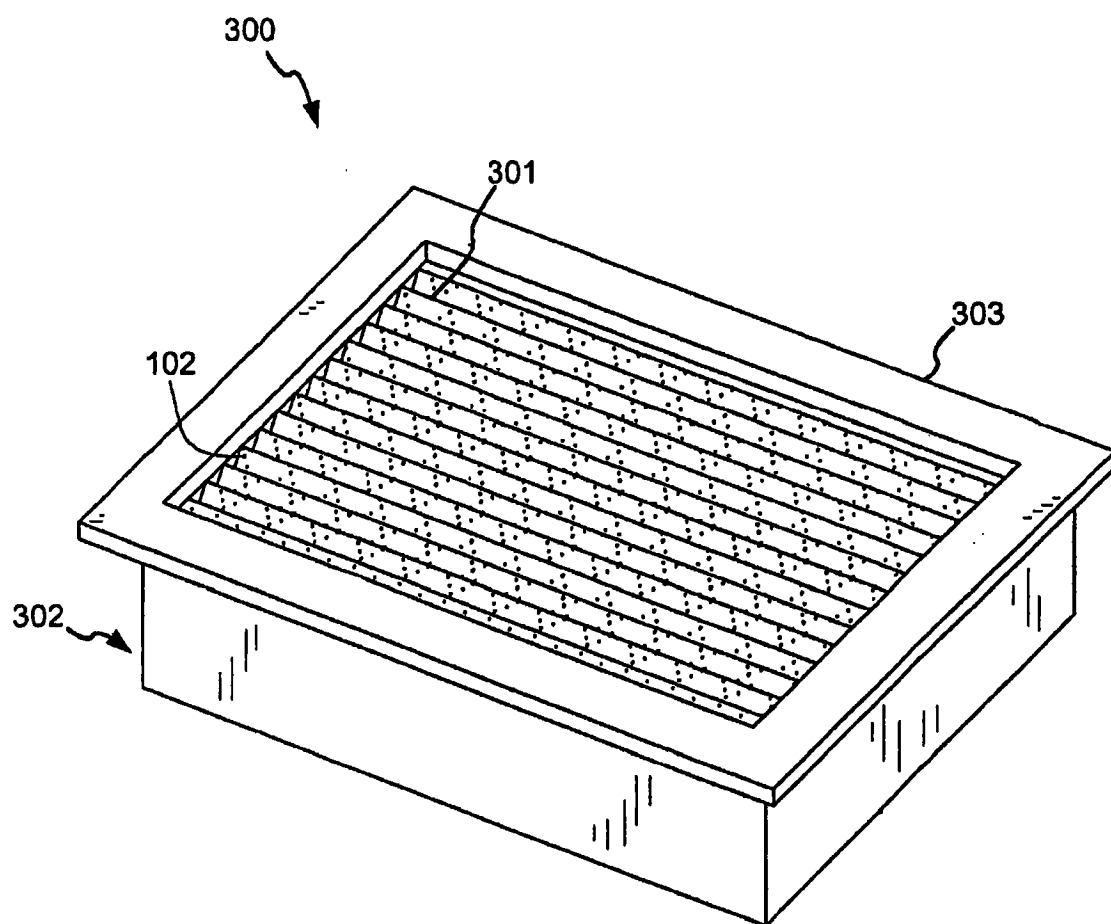


图 3

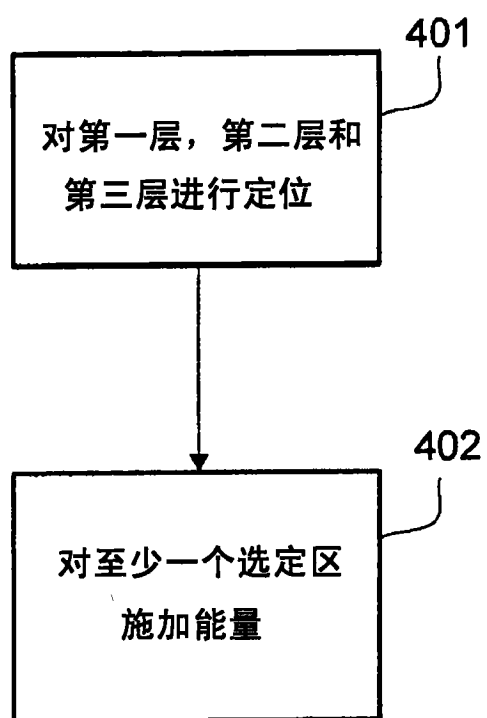


图 4