

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B01D 61/00 (2006.01)

B01D 63/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03803054.3

[45] 授权公告日 2006 年 10 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 1280001C

[22] 申请日 2003.1.2 [21] 申请号 03803054.3

[30] 优先权

[32] 2002. 1. 31 [33] US [31] 60/354,062

[32] 2002.11. 1 [33] US [31] 10/286,695

[86] 国际申请 PCT/US2003/000067 2003.1.2

[87] 国际公布 WO2003/064013 英 2003.8.7

[85] 进入国家阶段日期 2004.7.30

[71] 专利权人 科斯洛技术公司

地址 美国康涅狄格州

[72] 发明人 E·E·科斯洛

审查员 万俊杰

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 刘明海

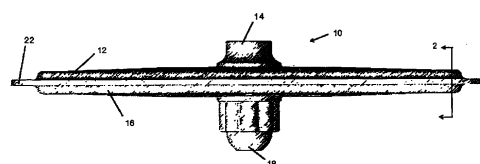
权利要求书 9 页 说明书 33 页 附图 4 页

[54] 发明名称

微孔过滤介质、包含它的过滤体系以及制备
和使用方法

[57] 摘要

本发明涉及微生物拦截增强过滤介质，其优选具有位于过滤介质上游的吸附预滤器。优选地，在流入液接触微生物拦截增强过滤介质之前，采用预滤器以除去流入液内的天然有机物质，进而防止在过滤介质上的电荷损失。微生物拦截增强过滤介质最优选由原纤化纤维素纳米纤维，尤其 Lyocell 纳米纤维组成。纳米纤维的至少一些的至少一部分的表面在其上形成包括阳离子金属络合物的微生物拦截增强剂。本发明的过滤介质提供大于约 4 的对数病毒拦截和大于约 6 的对数细菌拦截。



1. 一种微生物拦截增强的过滤介质，它包括：
平均流动通道小于或等于1微米的微孔结构；和
微生物拦截增强剂，其包括能在所述微孔结构的至少一部分上赋予正电荷的阳离子金属络合物。
2. 权利要求1的过滤介质，其中所述微孔结构包括纤维直径小于1000纳米的多根纳米纤维。
3. 权利要求2的过滤介质，其中纳米纤维包括有机纳米纤维、无机纳米纤维及其混合物。
4. 权利要求2的过滤介质，其中纳米纤维包括原纤化的Lyocell纳米纤维。
5. 权利要求4的过滤介质，其中原纤化的Lyocell纳米纤维的加拿大标准游离度小于或等于45。
6. 权利要求1的过滤介质，其中所述微孔结构是包括有机材料、无机材料或其混合物的膜。
7. 权利要求6的过滤介质，其中膜包括聚合物材料。
8. 权利要求1的过滤介质，其中所述微生物拦截增强剂由阳离子金属络合物组成，其中在所述微孔结构表面上的阳离子材料具有与其缔合的抗衡离子，和其中用与阳离子材料缔合的至少一部分抗衡离子引起生物活性金属沉淀。
9. 权利要求8的过滤介质，其中具有与其缔合的抗衡离子的阳离子材料选自胺、酰胺、季铵盐、酰亚胺、苄烷铵化合物、双胍、氨基硅化合物、其聚合物及其组合。
10. 权利要求1的过滤介质，其中阳离子金属络合物包括选自下述的生物活性金属：银、铜、锌、镉、汞、铈、金、铝、铂、钯及其组合。
11. 权利要求1的过滤介质，其中通过用包括二烯丙基二甲基卤化铵均聚物的阳离子材料处理所述微孔结构的至少一部分，接着用与所

述二烯丙基二甲基卤化铵均聚物缔合的至少一部分卤化物抗衡离子沉淀银，来形成阳离子金属络合物。

12. 权利要求1-11任何一项的过滤介质，其中使所述微孔结构与吸附预滤器介质组合，其中所述预滤器介质含有活性炭、活化矾土、沸石、硅藻土、硅酸盐、铝硅酸盐、钛酸盐、骨炭、钙羟基磷灰石、氧化锰、氧化铁、镁氧矿、珍珠岩、滑石、聚合物颗粒、粘土、碘化树脂、离子交换树脂、陶瓷或其组合。

13. 一种微生物拦截增强的过滤介质，包括：

在其中固定有能除去使电荷下降的污染物的材料的吸附预滤器；

在所述吸附预滤器下游布置的微孔结构，其包括多根纳米纤维，所述微孔结构具有小于0.6微米的平均流动通道；和

微生物拦截增强剂，其包括在所述微孔结构的多根纳米纤维的至少一些的至少一部分表面上涂布的具有高电荷密度的银-阳离子材料-卤化物络合物。

14. 权利要求13的过滤介质，其中所述微生物拦截增强剂由银-阳离子材料-卤化物络合物组成，其中所述阳离子材料包括二烯丙基二甲基卤化铵均聚物，和在所述微孔结构的表面上该均聚物具有与其缔合的卤化物抗衡离子，和其中用至少一部分卤化物抗衡离子沉淀银。

15. 权利要求11或14的过滤介质，其中二烯丙基二甲基卤化铵均聚物的分子量大于或等于400000道尔顿。

16. 权利要求1、13和14中任何一项的过滤介质，其中所述微孔结构掺入选自下述的一种或多种材料：活性炭、活化矾土、沸石、硅藻土、硅酸盐、铝硅酸盐、钛酸盐、骨炭、钙羟基磷灰石、氧化锰、氧化铁、镁氧矿、珍珠岩、滑石、聚合物颗粒、粘土、碘化树脂、离子交换树脂、陶瓷及其组合。

17. 权利要求1和13任何一项的过滤介质，其中所述微孔结构进一步包括粘结剂。

18. 权利要求1的过滤介质，进一步包括吸附预滤器。

19. 权利要求2和13任何一项的过滤介质，其中由选自下述的材料

制备多根纳米纤维：聚合物、离子交换树脂、工程树脂、陶瓷、纤维素、人造丝、羊毛、丝、玻璃、金属、钛酸盐、活化矾土、活性炭、二氧化硅、沸石、硅藻土、活性铝土矿、漂白土、钙羟基磷灰石、及其组合。

20. 一种过滤体系，它包括：

包括能除去使电荷下降的污染物的颗粒材料的床；

置于所述颗粒材料的床下游的微孔结构，其平均流动通道小于0.6微米；和

微生物拦截增强剂，其包括在所述微孔结构的至少一部分表面上涂布的具有高电荷密度的银-阳离子材料-卤化物络合物。

21. 一种过滤体系，它包括：

固体复合单元，其包括能除去使电荷下降的污染物的材料；

置于所述单元下游的微孔结构，其平均流动通道小于2.0微米；和

微生物拦截增强剂，其包括在所述微孔结构的至少一部分表面上涂布的具有高电荷密度的银-阳离子材料-卤化物络合物。

22. 权利要求13和18任何一项的过滤介质，其中所述吸附预滤器为粒状预滤器。

23. 权利要求20和21任何一项的过滤体系，其中银-阳离子材料-卤化物络合物包括在所述微孔结构表面上的二烯丙基二甲基卤化铵均聚物，该均聚物具有与其缔合的卤化物抗衡离子，和其中用至少一部分卤化物抗衡离子沉淀银。

24. 权利要求20和21任何一项的过滤体系，其中银-阳离子材料-卤化物络合物包括在所述微孔结构表面上的二烯丙基二甲基卤化铵均聚物，该均聚物具有与其缔合的卤化物抗衡离子，其中二烯丙基二甲基卤化铵均聚物的分子量大于或等于400000道尔顿，和其中用至少一部分卤化物抗衡离子沉淀银。

25. 权利要求20和21任何一项的过滤体系，其中能除去使电荷下降的污染物的材料包括活性炭、活化矾土、沸石、硅藻土、硅酸盐、铝硅酸盐、钛酸盐、骨炭、钙羟基磷灰石、氧化锰、氧化铁、镁氧矿、

珍珠岩、滑石、聚合物颗粒、粘土、碘化树脂、离子交换树脂、陶瓷或其组合。

26. 权利要求20和21任何一项的过滤体系，其中所述微孔结构掺入选自下述的一种或多种材料：活性炭、活化矾土、沸石、硅藻土、硅酸盐、铝硅酸盐、钛酸盐、骨炭、钙羟基磷灰石、氧化锰、氧化铁、镁氧矿、珍珠岩、滑石、聚合物颗粒、粘土、碘化树脂、离子交换树脂、陶瓷及其组合。

27. 权利要求20和21任何一项的过滤体系，其中所述微孔结构进一步包括粘结剂。

28. 一种制备过滤介质的方法，它包括如下步骤：

提供平均流动通道小于1微米的微孔结构；和

用微生物拦截增强剂涂布至少一部分微孔结构，所述微生物拦截增强剂包括能在该微孔结构的至少一部分上赋予正电荷的阳离子金属络合物。

29. 权利要求28的方法，其中提供微孔结构的步骤包括将纤维直径小于1000纳米的多根纳米纤维成形为微孔结构。

30. 权利要求28的方法，其中提供微孔结构的步骤包括将多根纳米纤维成形为微孔结构，其中纳米纤维包括有机纳米纤维、无机纳米纤维或其混合物。

31. 权利要求28的方法，其中提供微孔结构的步骤包括将多根原纤化的Lyocell纳米纤维成形为微孔结构，其中至少一部分所述原纤化的Lyocell纳米纤维的长度为1mm至8mm，直径为250nm。

32. 权利要求28的方法，还包括使加拿大标准游离度小于或等于45的多根原纤化的Lyocell纳米纤维成形为微孔结构。

33. 权利要求28的方法，其中提供微孔结构的步骤包括提供含有有机材料、无机材料或其混合物的膜。

34. 一种制备微生物拦截增强的过滤介质的方法，它包括如下步骤：

提供多根纳米纤维；

在所述多根纳米纤维的至少一些的至少一部分表面上涂布微生物拦截增强剂，所述微生物拦截增强剂包括阳离子金属络合物；和
将所述纳米纤维成形为平均流动通道小于1微米的微孔结构。

35. 一种制备微生物拦截增强的过滤介质的方法，它包括如下步骤：

提供多根聚合物纳米纤维；

在所述多根聚合物纳米纤维的至少一些的至少一部分表面上涂布微生物拦截增强剂，所述微生物拦截增强剂包括阳离子金属络合物；
和

将涂布处理的纳米纤维成形为平均流动通道小于1微米的微孔结构。

36. 一种制备微生物拦截增强的过滤介质的方法，它包括如下步骤：

提供多根纤维素纳米纤维；

在所述多根纤维素纳米纤维的至少一些的至少一部分表面上涂布微生物拦截增强剂，所述微生物拦截增强剂包括阳离子金属络合物；
和

将涂布处理的纳米纤维成形为平均流动通道小于1微米的微孔结构。

37. 一种制备微生物拦截增强的过滤介质的方法，它包括如下步骤：

提供平均流动通道小于1微米的膜；和

在该膜的至少一部分上涂布微生物拦截增强剂，所述微生物拦截增强剂包括能在至少一部分所述膜上赋予正电荷的阳离子金属络合物。

38. 权利要求37的方法，其中涂布步骤包括：

用具有与其缔合的抗衡离子的阳离子材料处理至少一部分所述膜，形成带正电的膜；

将带正电的膜暴露于生物活性金属盐中；和

在至少一部分所述膜上，用与阳离子材料缔合的至少一部分抗衡离子沉淀生物活性的金属络合物。

39. 一种制备微生物拦截增强的过滤介质的方法，它包括如下步骤：

提供多根纳米纤维；

在所述多根纳米纤维的至少一些的至少一部分表面上涂布微生物拦截增强剂，所述微生物拦截增强剂包括具有中到高电荷密度和分子量大于5000道尔顿的银-胺-卤化物络合物；和

将涂布处理的纳米纤维成形为平均流动通道小于或为0.6微米的微孔结构，

提供吸附预滤器，其包括能从流入液中除去使电荷下降的污染物的材料，并在所述微孔结构的上游放置所述吸附预滤器。

40. 一种制备过滤体系的方法，它包括如下步骤：

提供吸附预滤器，该吸附预滤器包括能从流入液中除去使电荷下降的污染物的材料，其中该材料被固定在作为吸附预滤器的固体复合单元内；

提供多根纳米纤维；

在所述多根纳米纤维的至少一些的至少一部分表面上涂布微生物拦截增强剂，所述微生物拦截增强剂包括具有中到高电荷密度和分子量大于5000道尔顿的银-胺-卤化物络合物；和

将涂布处理的纳米纤维成形为平均流动通道小于或为0.6微米的包括多根纳米纤维的微孔过滤介质，其中微孔过滤介质在吸附预滤器的下游。

41. 权利要求28、34、35、36、37、39和40任何一项的方法，进一步包括将选自下述的一种或多种成分掺入到过滤介质中的步骤：活性炭、活化矾土、沸石、硅藻土、硅酸盐、铝硅酸盐、钛酸盐、骨炭、钙羟基磷灰石、氧化锰、氧化铁、镁氧矿、珍珠岩、滑石、聚合物颗粒、粘土、碘化树脂、离子交换树脂、陶瓷及其组合。

42. 权利要求34、36、39和40任何一项的方法，其中提供多根纳

米纤维的步骤包括形成多根原纤化Lyocell纳米纤维并将所述原纤化Lyocell纳米纤维成形为微孔结构。

43. 权利要求34、35和36任何一项的方法，其中涂布步骤包括：

用具有与其缔合的抗衡离子的阳离子材料处理多根纳米纤维的至少一部分，形成带正电的纤维材料；

将带正电的纤维材料暴露于生物活性金属盐中；和

在至少一部分带正电的纤维材料上，用与阳离子材料缔合的至少一部分抗衡离子沉淀生物活性的金属络合物。

44. 权利要求34、35和36任何一项的方法，其中在涂布步骤中，用具有与其缔合的抗衡离子的阳离子材料处理多根纳米纤维的至少一部分，形成带正电的纤维材料，其中所述阳离子材料选自胺、酰胺、季铵盐、酰亚胺、苄烷铵化合物、双胍、吡咯、氨基硅化合物、其聚合物及其组合。

45. 权利要求34、35和36任何一项的方法，其中在涂布步骤中，将纳米纤维材料暴露于生物活性金属盐中，其中所述生物活性金属选自银、铜、锌、镉、汞、铋、金、铝、铂、钯及其组合。

46. 权利要求34、35和36任何一项的方法，其中在涂布步骤中，阳离子金属络合物包括金属-胺-卤化物络合物。

47. 权利要求34、35和36任何一项的方法，其中在涂布步骤中，阳离子金属络合物包括银-胺-卤化物络合物。

48. 权利要求34、35和36任何一项的方法，进一步包括在流入液接触微孔结构之前，提供能从流入液中除去使电荷下降的污染物的预滤器的步骤。

49. 权利要求29、30、34、39和40任何一项的方法，其中在提供多根纳米纤维的步骤中，由选自下述的材料制备纳米纤维：聚合物、离子交换树脂、工程树脂、纤维素、人造丝、羊毛、丝、玻璃、金属、钛酸盐、活化矾土、陶瓷、活性炭、二氧化硅、沸石、硅藻土、活性铝土矿、漂白土、钙羟基磷灰石、及其组合。

50. 权利要求34、35、36、39和40任何一项的方法，其中形成微

孔结构或微孔过滤介质的步骤包括湿铺法、干铺熔体吹塑或干铺纺粘法。

51. 权利要求34、35、36、39和40任何一项的方法，其中形成微孔结构或微孔过滤介质的步骤包括将选自下述的一种或多种成分掺入到微孔结构或微孔过滤介质内：活性炭、活化矾土、沸石、硅藻土、硅酸盐、铝硅酸盐、钛酸盐、骨炭、钙羟基磷灰石、氧化锰、氧化铁、镁氧矿、珍珠岩、滑石、聚合物颗粒、粘土、碘化树脂、离子交换树脂、陶瓷及其组合。

52. 一种从流体中除去微生物污染物的方法，其包括如下步骤：

提供具有平均流动通道小于1微米的微孔结构的过滤介质，该微孔结构在它的至少一部分上涂布了含阳离子金属络合物的微生物拦截增强剂，其中所述阳离子材料具有中到高的电荷密度和大于5000道尔顿的分子量；

使所述流体与所述过滤介质接触大于3秒；和

获得比过滤介质的平均流动通道小的微生物污染物的至少6的对数下降，其中所述微生物污染物流过过滤介质。

53. 权利要求52的方法，其中提供过滤介质的步骤包括提供其中微孔结构包括多根纳米纤维使得微孔结构具有小于0.6微米的平均流动通道的过滤介质。

54. 权利要求52的方法，其中提供过滤介质的步骤包括提供其中微孔结构包括多根原纤化Lyocell纳米纤维使得微孔结构具有小于0.6微米的平均流动通道的过滤介质。

55. 权利要求52的方法，其中提供过滤介质的步骤包括提供其中微孔结构包括膜使得微孔结构具有小于0.6微米的平均流动通道的过滤介质。

56. 权利要求52的方法，其中在提供过滤介质的步骤中，通过以下步骤将微生物拦截增强剂涂布在微孔结构上：

用季铵盐处理至少一部分所述微孔结构，形成带正电的微孔结构，将带正电的微孔结构暴露于生物活性金属盐中；和

在至少一部分所述微孔结构上，用与季铵盐缔合的至少一部分抗衡离子沉淀生物活性金属。

57. 权利要求52的方法，其中在提供过滤介质的步骤中，微生物拦截增强剂包括具有中到高电荷密度且分子量为400000道尔顿的阳离子聚合物，和用与所述阳离子聚合物缔合的至少一部分抗衡离子沉淀生物活性金属。

58. 一种用于处理、储存和分配流体的重力流动过滤体系，它包括：

容纳待过滤流体的第一储罐；

与所述第一储罐流体连通的过滤介质，所述过滤介质包括平均流动通道小于1微米的微孔结构，和其中用包括能在所述微孔结构的至少一部分上赋予正电荷的阳离子金属络合物的微生物拦截增强剂处理所述过滤介质以提供比所述过滤介质的平均流动通道小的微生物污染物的至少4的对数下降；和

用于收集已过滤流体的与所述过滤介质流体连通的第二储罐。

59. 权利要求58的重力流动过滤体系，其中所述过滤介质的体积小于500cm³和起始流量大于25ml/min。

微孔过滤介质、包含它的过滤体系 以及制备和使用方法

本发明涉及具有微生物拦截能力的过滤介质，包含该过滤介质的过滤体系，以及制备和使用它的方法。

现代消费者用水过滤器通常提供"健康要求"，其中包括减少颗粒、重金属、毒性有机化学品，和分离微生物危害物。这些过滤体系可使用大约1.0微米的结构来拦截微生物如似隐孢菌属(*Cryptosporidium*)和贾第虫属(*Giardia*)。但为了提供对甚至更小微生物危害物如病毒的微生物拦截，需要一种具有亚微米微孔结构的过滤介质。现有技术的过滤体系通常尝试使用具有不够小的孔尺寸和具有不好的物理整体性的过滤介质来实现宽微生物拦截。尚未实现成功的微生物拦截所要求的必需孔结构和令人满意的过滤性能之间的平衡。此外，现有技术体系并没有提供能在存在由引起过滤性能损失的物质组成的“干扰物”下操作的设备。

发明概述

本发明在第一方面涉及一种过滤介质，它包括：平均流动通道小于或等于约1微米的微孔结构；和微生物拦截增强剂，它包含在该微孔结构的至少一部分上能赋予正电荷的阳离子金属络合物。

另一方面，本发明涉及一种复合过滤介质，它包括：在其中已固定了能除去使电荷下降的污染物的材料作为吸附预滤器；在吸附层下游布置的微孔结构，它包括多根纳米纤维，该微孔结构具有小于约0.6微米的平均流动通道；和微生物拦截增强剂，它包括在该纤维基质的多根纤维的至少一些至少一部分表面上涂布的具有高电荷密度的银-阳离子材料-卤化物络合物。

再一方面，本发明涉及过滤体系，它包括：能除去使电荷下降的污染物的颗粒的粒状床；在该粒状床下游布置的微孔结构，其平均流动

通道小于约0.6微米；和微生物拦截增强剂，它包括在该微孔结构的至少一部分表面上涂布的具有高电荷密度的银-阳离子材料-卤化物络合物。

又一方面，本发明涉及过滤体系，它包括：固体复合单元(composite block)，其包括能除去使电荷下降的污染物的材料；置于该单元下游的微孔结构，其平均流动通道小于约2.0微米；和微生物拦截增强剂，它包括在该微孔结构的至少一部分表面上涂布的具有高电荷密度的银-阳离子材料-卤化物络合物。

又一方面，本发明涉及制备过滤介质的方法，其包括如下步骤：提供平均流动通道小于约1微米的微孔结构；和在该微孔结构的至少一部分上涂布微生物拦截增强剂，所述微生物拦截增强剂包括在该微孔结构的至少一部分上能赋予正电荷的阳离子金属络合物。

另一方面，本发明涉及制备过滤介质的方法，其包括如下步骤：提供多根纳米纤维；在所述多根纳米纤维的至少一些至少一部分表面上涂布微生物拦截增强剂，所述微生物拦截增强剂包括阳离子金属络合物；和将纤维成形为平均流动通道小于约1微米的微孔结构。

再一方面，本发明涉及制备过滤介质的方法，其包括如下步骤：提供多根聚合物纳米纤维；在所述多根聚合物纳米纤维的至少一些至少一部分表面上涂布微生物拦截增强剂，所述微生物拦截增强剂包括阳离子金属络合物；和形成为平均流动通道小于约1微米的微孔结构。

再一方面，本发明涉及制备过滤介质的方法，其包括如下步骤：提供多根纤维素纳米纤维；在所述多根纤维素纳米纤维的至少一些至少一部分表面上涂布微生物拦截增强剂，所述微生物拦截增强剂包括阳离子金属络合物；和形成为平均流动通道小于约1微米的微孔结构。

再进一步的方面，本发明涉及制备过滤介质的方法，其包括如下步骤：提供平均流动通道小于约1微米的膜；和在该膜的至少一部分上涂布微生物拦截增强剂，所述微生物拦截增强剂包括能在至少一部分

膜上赋予正电荷的阳离子金属络合物。

又进一步的方面，本发明涉及制备过滤介质的方法，其包括如下步骤：提供多根纳米纤维；在所述多根纳米纤维的至少一些的至少一部分表面上涂布微生物拦截增强剂，所述微生物拦截增强剂包括具有中到高电荷密度和分子量大于5000道尔顿的银-胺-卤化物络合物；和形成平均流动通道小于或大约为0.6微米的微孔结构。

再进一步的方面，本发明涉及制备过滤介质的方法，其包括如下步骤：提供吸附预滤器，该吸附预滤器包括能从流入液中除去使电荷下降的污染物的材料，其中该材料固定在固体复合单元内；提供多根纳米纤维；在所述多根纳米纤维的至少一些的至少一部分表面上涂布微生物拦截增强剂，所述微生物拦截增强剂包括具有中到高电荷密度和分子量大于5000道尔顿的银-胺-卤化物络合物；和形成平均流动通道小于或大约为0.6微米的微孔结构。

再进一步的方面，本发明涉及从流体中除去微生物污染物的方法，其包括如下步骤：提供具有平均流动通道小于约为1微米的微孔结构的过滤介质，该微孔结构在它的至少一部分上涂布了含阳离子金属络合物的微生物拦截增强剂，其中所述阳离子材料具有中至高的电荷密度和大于约5000道尔顿的分子量；使该流体与过滤介质接触大于约3秒；和获得比过滤介质的平均流动通道小的微生物污染物的至少约6的对数下降，其中所述微生物污染物流过过滤介质。

再进一步的方面，本发明涉及用于处理、储存和分配流体的重力流动过滤体系，它包括：容纳待过滤流体的第一储罐；与第一储罐流体交换的过滤介质，该过滤介质包括平均流动通道小于约1微米的微孔结构，和其中如此处理过滤介质，以便提供比所述过滤介质的平均流动通道小的微生物污染物的至少约4的对数下降；以及用于收集已过滤流体的与所述过滤介质流体交换的第二储罐。

附图的简要说明

认为具有新颖性的本发明特点和本发明的子特性在所附权利要求书中特别给出。附图仅用于说明目的且没有按比例画出。但本发明本

身(在组织和操作方法二者上)可参考对以下优选的实施方案的说明并结合附图而得到最佳理解, 其中:

图1是引入本发明过滤介质的过滤器的侧视图。

图2是沿2-2线得到的图1过滤器的截面视图。

图3是本发明的例举性重力流动过滤体系的前视图。

图4是本发明的另一例举性重力流动过滤体系的透视图。

发明详述

在描述本发明优选的实施方案时, 在此参考附图中的图1-4, 其中相同的数字是指本发明相同的特征。本发明的特征在附图中未必按比例示出。

定义

本文所用的"吸收剂"是指能够主要通过将杂质吸引到其内部结构内而吸附杂质的任何材料。

本文所用的"吸附剂"是指能够主要通过物理方式吸附到其表面上而吸附杂质的任何材料。

本文所用的"吸附过滤介质"或"吸附预滤介质"是指用吸附剂如活性炭制备的过滤介质。例举的吸附过滤介质是商购于Orange, Connecticut的KX Industries, L. P. 的PLEKX®。

本文所用的"粘结剂"是指主要用于将其它材料粘结在一起而使用的材料。

本文所用的"加拿大标准游离度(Canadian Standard Freeness)"或"CSF"是指根据纸浆悬浮液可能被排放的速度而测量的纸浆游离度或排放速度值。该方法是熟练造纸领域的人员公知的。

本文所用的"复合过滤介质"是指将预滤器、吸附预滤介质和本发明的微生物拦截增强过滤介质结合成单一复合结构的过滤介质。有时, 预滤器可不存在或由吸附预滤介质承担其功能。

本文所用的"污染物下降"是指以化学或生物方式减少被拦截、除去、和/或惰性化的流体中的杂质, 以使得该流体更安全地例如用于人

类使用,或在工业场合更有用。

本文所用的"纤维"是指特征在于高长径比(如几百比一)的固体。有关纤维的任何讨论包括晶须。

本文所用的"过滤介质"是指进行流体过滤的材料。

本文所用的"流体"是指液体、气体、或其组合。

本文所用的"成形"是指将松散的非结构化物质转化成内聚的均匀结构。例如,将松散的纤维转化成纸张。

本文所用的"拦截(intercept)"或"拦截(interception)"是指干预或停止流过,以实现改变、除去、灭活或影响。

本文所用的"对数下降值"或"LRV"是指在流入液中的生物体数目除以在经过过滤器的流出液中的生物体数目的常用对数值。

本文所用的"膜"是指多孔介质,其中结构是具有连续孔结构的单一连续的固体相。

本文所用的"微生物拦截增强过滤介质"是指具有微孔结构的过滤介质,其中微孔结构表面的至少一部分用微生物拦截增强剂处理。

本文所用的"微生物"是指可悬浮在流体中的任何活的生物体,包括但不限于细菌,病毒,真菌,原生动物,及其繁殖形式,包括孢囊和孢子。

本文所用的"微孔结构"是指平均流动通道低于约2.0微米,和通常低于约1.0微米的结构。

本文所用的"纳米纤维"是指直径小于约3.0mm的纤维。

本文所用的"天然有机物质"或"NOM"是指通常存在于可饮或非可饮水中的有机物质,其一部分会降低或抑制带正电荷的过滤介质的 ξ 电势。例举的NOM是聚阴离子酸,例如但不限于腐殖酸和灰黄霉酸。

本文所用的"无纺布"是指网或织物或具有相互叠放(但不以针织或织造织物中的高度组织化方式)的各个纤维的结构的其他介质。无纺布一般可通过本领域熟知的方法而制成。这些方法的例子包括但不限于(仅仅是例举的方式)熔体吹制,纺粘,梳理和气流铺设。

本文所用的"纸张"或"纸状"是指通常扁平的纤维层或通过湿铺方

法形成的材料垫。

本文所用的"颗粒"是指尺寸范围从胶体至肉眼可见,且对形状没有特别限制但一般具有有限长/宽比的固体。

本文所用的"预滤器"是指一般位于其它过滤层、结构或设备上游和在流入液接触随后的过滤层、结构或设备之前能够降低颗粒污染物的过滤介质。

本文所用的"片材"是指长度和宽度显著大于其厚度的大致二维的结构。

本文所用的"晶须"是指具有有限的长径比且介于颗粒和纤维的长径比之间的一种长丝。有关纤维的任何讨论包括晶须。

微生物拦截增强过滤介质

本发明的过滤介质包括微孔结构,所述微孔结构通过使用合适的孔结构和化学处理的组合而提供微生物拦截能力。微孔结构包括能具有小于约2.0微米的平均流动通道的任何材料。优选地,微孔结构包括成形为无纺布或纸状结构的纳米纤维,但可包括晶须,或者可以是膜。本发明的微生物拦截增强过滤介质的致密孔结构提供从流体到过滤介质表面的短的扩散距离。处理微孔结构表面而使用的化学处理方法利用阳离子材料和生物活性金属之间的协同相互作用,这样在组合时对所接触的微生物污染物提供广谱降低作用。阳离子材料向过滤介质所提供的电荷有助于微生物污染物的电动拦截,而致密的孔结构提供短扩散通道和因此流动流体中的污染物向微孔结构表面的快速扩散动力学。微孔结构还提供对微生物污染物的补充直接机械拦截。对于极小颗粒的拦截,由于扩散起主要作用,病毒颗粒的对数下降值和流入液在过滤介质内的接触时间之间有直接关系,而不是取决于过滤介质的厚度。

微生物拦截增强过滤介质的特性

为了提供充分的微生物拦截能力,本发明微生物拦截增强过滤介质的平均流动通道小于约2微米,和优选小于或等于约1微米,和更优选

小于或等于约0.6微米。本发明微生物拦截增强过滤介质的量与流过过滤介质的流体的流速相比必须足以提供适合污染物扩散至过滤介质表面的接触时间。为了在大多数条件下,提供对大多数带负电荷的微生物的增加的电动拦截,微生物拦截增强过滤介质的正 ξ 电势在约6至约7的pH值下通常大于约+10毫伏,和在约9或更大的pH值下保持净正的 ξ 电势。

通过使用基本上除去NOM的吸附预滤器而优选阻止天然有机物质(NOM)如聚阴离子酸(即腐殖酸或灰黄霉酸)与带电的微孔结构接触,其中所述天然有机物质(NOM)可减少或除去微生物拦截增强过滤介质上的电荷。当在重力流动的水过滤体系中使用,优选采用亲水材料制备微生物拦截增强过滤介质,以提供良好的自发可润湿性。或者,在其它场合中,可根据需要处理微生物拦截增强过滤介质以提供亲水或疏水特性。微生物拦截增强过滤介质有可能具有带正电荷和带负电荷的以及未带电荷的区域,和/或亲水与疏水区域。例如,带负电荷的区域可用于增加不太常见的带正电荷的污染物的拦截,和未带电荷的疏水区域可用于提供吸引到疏水表面上的污染物的增强拦截。

纤维/晶须或粒状成分

本发明的微生物拦截增强过滤介质包括微孔结构,所述微孔结构可包括多根纳米纤维,所述纳米纤维包括有机和无机材料的晶须或微粒成分,其包括但不限于聚合物、离子交换树脂、工程树脂、陶瓷、纤维素、人造丝、苧麻、羊毛、丝、玻璃、金属、活化矾土、碳或活性炭、二氧化硅、沸石、硅藻土、活性铝土矿、漂白土、钙羟基磷灰石、其它吸附材料或其结合。可以考虑有机和无机纤维和/或晶须或微粒的结合且在本发明的范围内,例如可以与掺入到微孔结构内的非常小的颗粒一起使用玻璃、陶瓷或金属纤维和聚合物纤维。

当通过湿铺方法由纳米纤维如纤维素或聚合物纤维生产这种纤维时,它们的加拿大标准游离度还应当小于或等于约100,和最优选小于或等于约45。优选地,大部分纤维的直径应当小于或等于约1000纳米,更优选小于或等于约400纳米,和最优选直径小于或等于约250纳米的

纤维。优选切断纤维到约1mm至约8mm的长度，优选约2mm至约6mm，和更优选约3mm至约4mm。由于原纤化纤维特别细的尺寸和潜在地低的成本，所以最优选原纤化纤维。

优选地，根据本发明加工的原纤化合成纤维素纤维，可产生超细的亲水微孔结构以用作本发明的微生物拦截增强过滤介质。可通过在有机溶剂，如氧化胺中直接溶解和纺丝木浆来制备这种原纤化纤维素纤维，和它被称为Lyocell纤维。Lyocell纤维的优点是，以一致、均匀的方式生产，从而得到可重复的结果，这与例如天然纤维素纤维的情况不同。此外，Lyocell原纤常常卷曲。卷曲提供大量的纤维缠结，从而导致具有高干燥强度和显著残留湿强度的成品过滤介质。另外，可使用中等投资成本的设备大量地生产原纤化Lyocell纤维。应当理解，除纤维素以外的纤维可被原纤化，以生产极细原纤，如合成纤维，尤其丙烯酸或尼龙纤维，或其它天然纤维素材料。可在微孔结构中使用原纤化和非原纤化纤维的组合。

膜

本发明的微生物拦截增强过滤介质可包括有机或无机组分的膜，所述组分包括但不限于聚合物、离子交换树脂、工程树脂、陶瓷、纤维素、人造丝、苧麻、羊毛、丝、玻璃、金属、活化矾土、活性炭、氧化硅、沸石、硅藻土、活性铝土矿、漂白土、钙羟基磷灰石、钛酸盐和其它材料或其结合。可以考虑有机和无机材料的结合且在本发明的范围内。可使用对熟悉本领域的人员来说已知的方法制备这种膜。

微生物拦截增强剂

用能在微生物拦截增强剂上产生正电荷的微生物拦截增强剂化学处理构成微孔结构的纳米纤维或膜。通过用阳离子材料处理纤维或膜，在至少一些纤维或膜的至少一部分表面上形成阳离子金属络合物。阳离子材料可以是小的带电分子或沿着聚合物链的长度方向具有带正电原子的直链或支链聚合物。

如果阳离子材料是聚合物，则电荷密度优选大于约1带电原子/约每20埃、优选大于约1带电原子/约每12埃、和更优选大于约1带电原子

/约每10埃分子长度。阳离子材料上的电荷密度越高,与其缔合的抗衡离子的浓度越高。高浓度的合适抗衡离子可用于驱使阳离子金属络合物沉淀。阳离子材料不管在高或低pH环境下,应当始终向微孔结构提供高度带正电的表面,这通过流动或 ξ 电势分析器测定。用高分子量带电聚合物处理后的微孔结构的 ξ 或流动电势在基本中性pH下可大于约+10毫伏。和经常高达约+23毫伏。

阳离子材料包括但不限于季铵化胺,季铵化酰胺,季铵盐,季铵化酰亚胺,苄烷铵化合物,双胍,阳离子氨基硅化合物,阳离子纤维素衍生物,阳离子淀粉,季铵化聚二醇胺缩合物,季铵化胶原多肽,阳离子甲壳质衍生物,阳离子瓜耳胶,胶体如阳离子蜜胺-甲醛酸胶体,无机处理过的硅石胶体,聚酰胺-表氯醇树脂,阳离子丙烯酰胺,聚合物和其共聚物,其组合和类似物。可用于该应用的带电分子可以是具有单个带电单元和能够连接到微孔结构的至少一部分上的小分子。阳离子材料优选具有一个或多个与其缔合的抗衡离子,在暴露于生物活性金属盐溶液时,使得靠近阳离子表面的金属优先沉淀以形成阳离子金属沉淀。

例举的胺可以是吡咯,表氯醇衍生的胺,其聚合物和类似物。例举的酰胺可以是公开于国际专利申请No. WO 01/07090的那些聚酰胺和类似物。例举的季铵盐可以是二烯丙基二甲基卤化铵的均聚物,表氯醇衍生的聚季胺聚合物,衍生自二胺和二卤化物的季铵盐,例如公开于美国专利2,261,002, 2,271,378, 2,388,614和2,454,547(在此将其作为参考引入本发明)和公开于国际专利申请No. WO 97/23594(也在此将其作为参考引入本发明)的那些,聚六亚甲基二甲基溴化铵和类似物。阳离子材料可化学键接、吸附、或交联至自身和/或至纤维或膜上。

另外,适用作阳离子材料的其它材料包括得自BioShield Technologies, Inc., Norcross, Georgia的BIOSHIELD®。BIOSHIELD®是一种有机硅烷产品,包括约5%重量的十八烷基氨基二甲基三甲氧基甲硅烷基丙基氯化铵和低于3%的氯丙基三甲氧基硅烷。可以使用的另一材料是SURFACINE®,其得自Surfacine Development Company LLC, Tyngsboro, Massachusetts。SURFACINE®包含通过使聚(六亚甲

基双胍)(PHMB)与4,4'-亚甲基-二-N,N-二缩水甘油苯胺(MBGDA)(交联剂)反应以将PHMB共价键接到聚合物表面上而得到的三维聚合物网状结构。碘化银形式的银被引入该网状结构,和作为亚微米尺寸的颗粒被截留。该组合是一种可用于本发明的有效的杀生物剂。取决于纤维和膜材料,MBGDA可以或不将PHMB交联至纤维或膜上。

将阳离子材料暴露于生物活性金属盐溶液中,以便阳离子金属络合物沉淀到至少一些纤维或膜的至少一部分表面上。为此,生物活性的金属是优选的。这些生物活性金属包括但不限于银,铜,锌,镉,汞,铈,金,铝,铂,钨和其组合。最优选银和铜。优选选择生物活性金属盐溶液使得阳离子材料中的金属和抗衡离子基本上不溶于含水环境以驱使阳离子金属络合物沉淀。

尤其有用的微生物拦截增强剂是阳离子银-胺-卤化物络合物。阳离子胺优选分子量为大于或等于约400,000道尔顿的二烯丙基二甲基卤化铵的均聚物或具有类似电荷密度和分子量的其它季铵盐。可用于本发明的二烯丙基二甲基氯化铵的均聚物可以商品名MERQUAT®100购自Nalco Chemical Company(Naperville, Illinois)。氯抗衡离子可被替代为溴或碘抗衡离子。如果与硝酸银溶液接触,则银-胺-卤化物络合物沉淀在过滤介质的微孔结构的至少一部分纤维或膜上。

周围溶液的pH确实影响本发明的微生物拦截增强过滤介质的 ξ 电势。酸性pH增加过滤介质上的电荷,而碱性pH会降低过滤介质上的电荷。典型地在饮用水中遇到的pH条件下,微生物拦截增强过滤介质确实维持最小的正电荷和仅在非常高的pH值下使电荷降低到低于0毫伏。暴露于NOM如聚阴离子酸会降低微生物拦截增强过滤介质的 ξ 电势。这将削弱它的微生物拦截能力。因此,在存在高含量NOM的场合中,能除去NOM的吸附预滤器会延长微生物拦截增强过滤介质的有效寿命。

制备微生物拦截增强过滤介质的方法

可按照本领域熟练技术人员已知的工艺制备微生物拦截增强过滤介质。干铺工艺包括纺粘、静电纺纱、海岛纺丝(spinning islands-in-sea)工艺、原纤化薄膜、熔体吹塑,和本领域熟练技术人

员已知的其它干铺工艺。例举的干铺工艺以短切纤维作为起始，所述短切纤维可通过梳理成单根纤维而分开，然后通过气动或流体动力方法铺在一起到所需厚度，形成非粘合的纤维片材。然后对该非粘合纤维进行水力喷射，以使纤维原纤化并水力缠绕(hydroentangle)。可在一些塑料膜上进行类似的工艺，当所述塑料膜暴露于高压水射流时，转化成原纤化纤维网。

在优选的湿铺工艺中，将纤维丝束切断成特定的长度，通常在约1mm至约8mm范围内，和尤其在约3mm至约4mm范围内。在具有类似于掺合机特征的设备内，或在较大规模上、在常称为“hi-low”、“打浆机”或“匀浆机”的机器内，原纤化短切纤维。使纤维经历反复的应力，同时进一步切断，并使纤维长度的下降最小。当纤维经历这些应力时，由于无定形和结晶区域之间的作用力弱导致纤维劈裂，和加拿大标准游离度(CSF)开始下降，其中所述加拿大标准游离度通过本领域公知的方法来测定。可间隔地取出所得纸浆样品，和CSF可用作原纤化程度的间接量度。尽管CSF值略微敏感于纤维长度，但它更强烈敏感于纤维的原纤化程度。因此，CSF是从纸浆中除水的容易程度的量度，它是监控纤维原纤化程度的合适方式。若表面积非常高，则在给定量的时间下非常少的水从纸浆中排出，和随着纤维更深入地原纤化，CSF值将逐渐变低。给定CSF值的原纤化纤维可直接用于生产纸张或在各种不同的设备（其中包括脱水压机或传动带）上脱水，产生脱水纸浆。已脱水纸浆可随后用于制备湿铺纸张。一般地，对于本发明的应用来说，使用CSF低于100的纸浆，和优选CSF应当小于或等于约45。

用阳离子材料处理纸浆，其方式使得阳离子材料涂布至少一些纤维的至少一部分表面，从而在纤维上赋予电荷。施加阳离子材料到纤维上的方法是本领域已知的，和包括但不限于喷涂、浸涂，或浸没涂布，以引起阳离子材料吸附、化学反应或交联到纤维表面上。然后在反渗透/去离子水(RO/DI)中漂洗已处理过的纸浆，通常在真空下部分脱水，产生湿垫(lap)，然后可将其暴露于生物活性金属盐溶液中。使用几乎无离子的漂洗水引起与阳离子材料缔合的抗衡离子朝已处理

的纤维表面紧密地吸引并排除了不想要的离子,所述不想要的离子可引起生物活性金属不可控地沉淀到远离阳离子表面的位置上。

金属盐溶液渗透到纤维内,使阳离子金属络合物在至少一部分纤维表面上沉淀。该沉淀精确地沉积与阳离子涂层相邻的金属胶体,这是因为与该涂层缔合的抗衡离子同施加的金属盐反应,形成胶体颗粒。在充分暴露于生物活性金属盐溶液之后,可漂洗纤维并除去过量的水。或者,可将纤维直接送到纸浆沉淀体系中,产生适合于造纸的配料。

当硝酸银用作金属盐溶液时,可通过使用获自 Kratos Analytical(日本的Shimadzu Group Company)的Kratos EDX-700/800 X-射线荧光分光计,证实沉淀银的存在。

可根据本领域熟练技术人员已知的工艺制备含膜的微生物拦截增强过滤介质。可在形成膜之前处理用于膜的原材料,或可使用本领域已知的方法和处理纤维表面所使用的那些相类似的方法,将阳离子材料施加到膜材料上。

添加剂

湿铺纤维片材(特别地当湿时)的强度可通过添加各种添加剂而改进。本领域公知添加环氧或丙烯酸或其它树脂到造纸工艺中可提供增强的湿强度,但这些水分散树脂常常引起最终产品较低的渗透率,特别地当纤维尺寸变得非常小时。尽管这些树脂和树脂体系可在本发明中使用,但优选使用本领域已知的粉末、粒状或者纤维形式的热塑性或热固性材料。

有用的粘结剂材料包括但不限于聚烯烃,聚卤乙烯,聚乙烯酯,聚乙烯醚,聚乙烯硫酸酯,聚乙烯磷酸酯,聚乙烯胺,聚酰胺,聚酰亚胺,聚噁二唑,聚三唑,聚碳化二亚胺,聚砷,聚碳酸酯,聚醚,聚亚芳基氧,聚酯,聚丙烯酸酯,酚醛树脂,蜜胺-甲醛树脂,甲醛-脲,乙基-醋酸乙烯酯共聚物,其共聚物和嵌段共聚物,和其组合。以上材料和其它有用的聚合物的变体包括基团如羟基,卤素,低级烷基,低级烷氧基,单环状芳基和类似物的取代。其它潜在可用的材料包括聚合物如聚苯乙烯和丙烯腈-苯乙烯共聚物,苯乙烯-丁二烯共聚物和其它非晶或无定形聚合物

与结构。

可用于本发明的粘结剂材料的更详细列举包括封端聚缩醛,如聚甲醛,聚(三氯乙醛),聚(正戊醛),聚(乙醛),和聚(丙醛);丙烯酸聚合物,如聚丙烯酰胺,聚(丙烯酸),聚(甲基丙烯酸),聚(丙烯酸乙酯),和聚(甲基丙烯酸甲酯);氟碳聚合物,如聚(四氟乙烯),全氟化乙烯-丙烯共聚物,乙烯-四氟乙烯共聚物,聚(氯三氟乙烯),乙烯-氯三氟乙烯共聚物,聚(偏二氟乙烯),和聚(氟乙烯);聚酰胺,如聚(6-氨基己酸)或聚(e-己内酰胺),聚(亚己基己二酰胺),聚(亚己基癸二酰胺),和聚(11-氨基十一酸);聚芳酰胺,如聚(亚氨基-1,3-亚苯基亚氨基异邻苯二甲酰)或聚(间-亚苯基异邻苯二甲酰胺);聚对亚苯基二甲基,如聚-2-亚二甲苯基,和聚(氯-1-亚二甲苯基);聚芳基醚,如聚(氧基-2,6-二甲基-1,4-亚苯基)或聚(对苯醚);聚芳基砒,如聚(氧基-1,4-亚苯基磺酰基-1,4-亚苯基氧基-1,4-亚苯基亚异丙基-1,4-亚苯基),和聚(磺酰基-1,4-亚苯基-氧基-1,4-亚苯基磺酰基-4,4'-亚联苯基);聚碳酸酯,如聚(双酚A)或聚(羧基二氧基-1,4-亚苯基亚异丙基-1,4-亚苯基);聚酯,如聚(对苯二甲酸乙二酯),聚(对苯二甲酸丁二酯),和聚(亚环己基-1,4-二亚甲基对苯二甲酸酯)或聚(甲醛-1,4-环亚己基亚甲基氧基对苯二甲酰);聚芳基硫化物,如聚(对苯硫醚)或聚(硫代-1,4-亚苯基);聚酰亚胺,如聚(均苯四亚氨基-1,4-亚苯基);聚烯烃,如聚乙烯,聚丙烯,聚(1-丁烯),聚(2-丁烯),聚(1-戊烯),聚(2-戊烯),聚(3-甲基-1-戊烯),和聚(4-甲基-1-戊烯);乙烯基聚合物,如聚(醋酸乙烯酯),聚(偏二氯乙烯),和聚(氯乙烯);二烯聚合物,如1,2-聚-1,3-丁二烯,1,4-聚-1,3-丁二烯,聚异戊二烯,和聚氯丁二烯;聚苯乙烯;以及前述的共聚物,如丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS)共聚物。可以使用的聚烯烃包括聚乙烯,线型低密度聚乙烯,聚丙烯,聚(1-丁烯),聚(2-丁烯),聚(1-戊烯),聚(2-戊烯),聚(3-甲基-1-戊烯),聚(4-甲基-1-戊烯),和类似物。

可使用一系列粘结剂纤维,其中包括聚乙烯、聚丙烯、丙烯酸或聚酯-聚丙烯或聚丙烯-聚乙烯双组分纤维或其它。若如下所述适当地

处理的话,某些类型的处理聚乙烯纤维是最佳的,和具有的额外优点是,当适量使用时,没有显著干预所得过滤介质的亲水本性。优选的纤维粘结剂材料可包括FYBREL®合成纤维和/或SHORT STUFF® EST-8,二者均是聚烯烃基材料。FYBREL®是一种聚烯烃基合成纸浆,它是一种高度原纤化的纤维且可商购于日本的Mitsui Chemical Company。FYBREL®具有优良的热模塑性并给过滤介质提供光滑的表面。SHORT STUFF® EST-8商购于MiniFibers, Inc., Pittsburgh, Pennsylvania, 和是一种高度原纤化的高密度聚乙烯。

优选地,粘结剂材料的存在量为约1%至约10%重量,更优选约3%至约6%,和最优选约5%。优选粘结剂材料的软化点显著低于纳米纤维材料的软化点,以便可加热过滤介质来活化粘结剂材料,同时微孔结构不会熔化并进而损失孔隙率。

颗粒、纤维、晶须或粉末形式的一种或多种添加剂也可与纳米纤维混合或被掺入到膜内,以有助于吸附其它污染物或参与形成微孔结构和拦截微生物污染物。有用的添加剂可包括但不限于金属颗粒,活化矾土,活性炭,二氧化硅,聚合物粉末和纤维,玻璃珠粒或纤维,纤维素纤维,离子交换树脂,工程树脂,陶瓷,沸石,硅藻土,活化铝土矿,漂白土,硫酸钙,其它吸附材料如超吸收聚合物(SAP)材料,或其组合。也可根据特定应用化学处理添加剂,以赋予微生物拦截能力。这些添加剂优选以足以使得在用于过滤用途时所得过滤介质中的流体流动基本上不受阻碍的量存在。添加剂的量取决于过滤体系的特定用途。

例举的湿铺工艺包括混合CSF为45的原纤化Lyocell纤维纸浆与5% EST-8粘结剂纤维,并在掺合机内在混合下,将纸浆和粘结剂纤维分散在去离子水中,形成具有约1%至约2%稠度的配料。向该混合物中添加约3%重量的MERQUAT® 100,将其短暂地分散在稀的纸浆配料中。阳离子材料保持与纸浆接触约4至约12小时,直到大部分被吸附在至少一部分纤维上,以赋予并维持在纤维上的正 ξ 电势。在室温下,在约8小时内,足量的MERQUAT®被吸附,以提供在纤维上的正 ξ 电势,它大于约+10毫伏。接下来,在真空下使该纸浆部分脱水,并用去离子水

漂洗，形成湿垫。采用去离子水制备用量等于干燥纳米纤维重量0.5%的金属盐溶液如硝酸银，并均匀地倾倒在片材上，和使之短时间地静置，以便允许用与阳离子材料缔合的至少一部分抗衡离子沉淀生物活性金属。此后，可在湿铺过滤介质的生产中直接使用该纤维。

采用微生物拦截增强过滤介质的过滤体系

可设想掺入本发明过滤介质的许多类过滤体系。以下所述的是一些具体的实施方案。然而，这些过滤体系是例举性的和不应当解释为限制本发明的范围。

包括微生物拦截增强纳米纤维的预涂层过滤体系

利用用微生物拦截增强剂处理的纳米纤维的本发明的一种过滤体系是一种工业、商业或市政过滤器，该过滤器利用施加到多孔隔膜上的预涂层。通过分散颗粒如硅藻土、珍珠岩或纤维来生产该涂层作为施加到多孔隔膜上的预涂层供过滤液体如啤酒、白酒、果汁和在食品行业或药物工业中使用的其它液体。当液体与滤饼接触时，不想要的污染物被除去，同时也使液体变得透明。带电的纳米纤维不仅除去液体比预涂层的孔径小得多的带负电的污染物，而且大大地改进所有颗粒的机械拦截。纳米纤维可与常规的预涂层成分如硅藻土结合使用。在预涂层中需要仅仅小量的纳米纤维，通常为约1.5%至约10%重量，以产生显著的效果。优选地，在这些应用中使用亲水微生物拦截增强过滤介质。

包括多层过滤介质的过滤体系

本发明的微生物拦截增强过滤介质可包括具有大于一层微生物拦截增强过滤介质的结构。第一层微生物拦截增强过滤介质可带正电，而第二层可带负电。可通过使纳米纤维纸浆与带负电的化合物或材料如聚羧酸接触，来产生带负电的材料，其中所述带负电的化合物或材料已与少量交联剂如甘油混合。在这种混合物中浸泡之后加热纳米纤维导致在通过甘油交联的带负电的羧酸聚合物纳米纤维上形成涂层。多层微生物拦截增强过滤体系能拦截带正电和带负电的微生物目标。再者，在其中存在NOM的应用中，可能需要吸附预滤器，以保持微生物

物拦截增强过滤介质上的电荷。

具有与微生物拦截增强过滤介质组合的吸附预滤器的过滤体系

用微生物拦截增强剂处理的本发明的微孔过滤介质，根据应用和过滤器的容纳设计，可用作平片介质、折叠介质，或用作螺旋缠绕的介质。它可用于几乎任何类型流体包括水和空气的过滤。

然而，在中到高含量的NOM如聚阴离子腐殖酸和灰黄霉酸存在下微生物拦截增强过滤介质可能不那么有效，这是由于在这种酸存在下，在过滤介质上正电荷的下降和最终丧失。因此，单独利用微生物拦截增强过滤介质的这种应用应当基本上不含或具有低含量的聚阴离子酸。

在含有微生物拦截增强过滤介质(它可与含有NOM的流体接触)的过滤体系中，使用吸附预滤器是明智的，以便在与微生物拦截增强过滤介质接触之前，除去在流入液内的NOM。或者，带正电的过滤介质可形成众多层，或者作为一组片材，或者转化成结构体。在这类排列下，可能牺牲过滤介质的外层以除去NOM，同时内层受到保护并提供长期的微生物污染物降低。吸附或吸收NOM的添加剂可掺入到微孔结构内，其中包括阴离子交换树脂。为了避免牺牲材料的这种昂贵损失，下述实施例描述了其它可供替代的方法用于保护过滤介质免遭NOM的影响。

1. 扁平吸附过滤介质作为预滤器

微生物拦截增强过滤介质可与起到拦截NOM干扰物(在它们与带电微生物拦截增强过滤介质接触之前)作用的吸附过滤介质结合使用。微生物拦截增强过滤介质和一层或多层吸附过滤介质可用作平片复合材料，螺旋缠绕在一起，或摺叠在一起。可根据美国专利Nos. 5792513和6077588，以及现有技术的其它工艺，制备这种吸附过滤介质。尤其合适的平片吸附过滤介质以 PLEKX® 商购于 KX Industries, L.P., Orange, Connecticut。平片过滤介质可含有亲水或疏水颗粒，这些颗粒也可用微生物拦截增强剂处理，但不是必须的，和固定在基质上，以便除了由微生物拦截增强过滤介质所提供的微生

物拦截能力以外，还提供增加的微生物拦截能力。至少一吸附层优选放置在微生物拦截增强过滤介质的上游，以减少NOM对微生物拦截增强过滤介质的有害影响。微生物拦截增强过滤介质可充当为支持吸附剂而使用的基质之一，所述吸附剂用于过滤流入流体中的NOM。例如，PLEKX®结构的上层可以是粒状预滤器。PLEKX®复合材料的芯可以主要由对NOM具有高亲和力的吸附剂组成，和下部的下游层可以是微生物拦截增强过滤介质。使用在以上提及的专利中所述的PLEKX®工艺，这些层可粘结成单一的内聚复合结构。结果是在单一材料内提供化学、粒状和微生物拦截的高污染物容量的过滤器结构。PLEKX®结构的芯可包括可用于化学污染物吸附的宽范围的成分。

2. GAC过滤介质作为吸附预滤器

微生物拦截增强过滤介质也可与粒状吸附剂床如粒状活性炭(GAC)床结合使用。粒状床过滤器应当放置在微生物拦截增强过滤介质的上游，以便在接触带电微孔过滤介质之前，从流入液中除去任何电荷降低的污染物如NOM。

3. 固体复合单元(composite block)过滤介质作为吸附预滤器

微生物拦截增强过滤介质也可与优选包括活性炭的固体复合单元过滤介质结合使用，将所述固体复合单元放置在微生物拦截增强过滤介质的上游，以便在与微生物拦截增强过滤介质接触之前，从流入液中除去任何电荷降低的污染物如NOM。活性炭单元可包括但不限于活化矾土、沸石、硅藻土、硅酸盐、硅铝酸盐、钛酸盐、骨炭、钙羟基磷灰石、氧化锰、氧化铁、镁氧矿、珍珠岩、滑石、聚合物颗粒、粘土、碘化树脂、离子交换树脂、陶瓷及其组合，以使污染物如重金属、砷、氯的额外降低和改进味道与气味。这些材料以及活性炭，在通过挤塑、压塑或本领域熟练技术人员已知的其它工艺转化成固体复合材料之前，可用微生物拦截增强剂处理。例举的工艺描述于美国专利Nos. 5019311和5189092中。固体复合单元可含有特定选择的对NOM具有高吸附容量的阴离子交换树脂。

结合吸附预滤器和微生物拦截增强过滤介质的成套过滤设备

本发明过滤体系的一个特别的实施方案包括以上所述的复合过滤介质，其中包括微生物拦截增强过滤介质和吸附过滤介质。该设备被设计为驱动压力仅为几英寸水柱到最大几英尺水柱的重力流动设备而操作。复合过滤介质受迫首先流过吸附预滤器，然后流过微生物拦截层。如图1所示，例举的过滤器设计在具有哈壳型罩（clam shell enclosure）的过滤器外壳10内引入本发明复合过滤介质。过滤器外壳10包括具有入口14的顶部12和具有出口18的底部16。在由顶部和底部确定的密封腔室内引入居留空间（residing）是图2的截面视图中更精确地示出的复合过滤介质20。顶部12和底部16可由单片聚合物材料形成，并向上折叠，以提供哈壳结构。

为了组装过滤器，将复合过滤介质20基本切割成哈壳型罩的大小与形状。复合过滤介质20固定在底部16内和顶部12放置在底部16上方并压制在一起。顶部和底部外壳部分12、16可焊接在一起，从而在过滤介质20的整个周边处产生焊接件22。如图2所示，示出了顶部和底部以及在直接相邻焊接件22的区域内复合过滤介质之间基本上不可渗透的界面。在哈壳罩和复合过滤介质上的多余材料被简单地切割掉。应当理解，可使用在过滤器外壳内密封过滤介质的其它方法，例如但不限于粘合剂、机械夹持等等。尽管过滤器设计具有哈壳罩，但过滤器的设计并不限制于此。可密封使得流入液不会旁路流过过滤介质的任何罩将是合适的。

再参考图2，在复合过滤介质20与顶部12和底部16之间形成的封接使得被过滤的水受迫沿着箭头A和B所示的路径和不可能旁路流过过滤介质20。事实上，在复合过滤介质20的周围，因密封产生的压力增加过滤介质的密度，结果被过滤的水与复合过滤介质20在周围区域内的接触时间增加和过滤效率提高。

在过滤器的生产过程中，可使用视频体系和气体或气溶胶脉冲测试，获得关于密封和组装完整性的保证。气体或气溶胶脉冲试验采用稀丁烷或雾化油烟的微小脉冲，所述稀丁烷或雾化油烟完全被完整的过滤器吸附或拦截，但将显著地透过有缺陷的过滤器。可使用本领域

熟练技术人员已知的其它离线试验方法，系统地检测过滤介质与罩之间的密封质量。

过滤器外壳的壁可足够薄和柔韧，以便当过滤器与水接触时，流入水的水力负载产生的中等压力引起顶部12和底部16略微弯曲并在顶部12和底部16以及复合过滤介质20的内表面之间提供余隙空间。这一余隙空间有助于在复合过滤介质20的流入表面上水的分布并提供流出液排放到出口18中。

参考图3，示出了在重力流动设备中可用于提供饮用水的本发明过滤体系30的前视图，所述重力流动设备可用于其中安全、合适微生物质量的饮用水缺少的发展中国家。尽管水被讨论作为液体流入液，但其它液体的过滤认为在本发明的范围内。过滤体系30具有第一储罐35，该储罐是原料水的收集运输容器。第一储罐35可以是袋结构，如基本上由防漏材料如聚合物材料即聚酯、尼龙、聚烯烃如聚乙烯、聚氯乙烯和类似物的多层膜制备的。为了便于使用，第一储罐35可具有加强的开口和手柄36供携带和悬挂第一储罐35，以便在过滤过程中提供压头。优选第一储罐35具有可再密封的开口37，当密闭时它提供基本上水密封。这种可再密封的开口是本领域熟练技术人员已知的，或者可包括具有螺帽的螺纹开口。

第一储罐35优选配有输出管40，以便在该罐内储存的水可被排放出供过滤和最终使用。输出管40优选用食品安全级的挠性聚合物制备。输出管40可使用简单的夹钳打开和关闭。输出管40可通过超声焊接永久地连接到第一储罐35上或简单地通过摩擦保持。输出管40优选在第一储罐35内具有内部延伸端42，以便内部延伸端42延伸到第一储罐35底部的上方，使得在水过滤之前，提供用于截留可沉降的沉淀的区域。通过在水过滤之前限制流入液内存在的沉淀量，来延长过滤体系的有效寿命。

输出管40将第一储罐35连接到如上所述的包括本发明复合过滤介质的过滤器10上。夹钳45可在沿着输出管40长度上的任何点外装配在输出管40上。这种夹钳是本领域公知的，和可以是由挠性聚合物或金

属制备的简单的整体结构。当夹钳处于开放位置时，来自第一储罐35的水自由地流动到过滤器10内。过滤器10可拆卸地连接到输出管40上。然后将过滤器10的出口连接到第二储罐50上。第二储罐50充当已过滤水或流出液的收集容器。或者，过滤器10和第二储罐50可通过第二输出管(未示出)连接在一起。第二储罐50通常配有分配已过滤水的装置。

可如下所述使用以上的过滤体系。用户将有或无输出管40连接到其上的第一储罐35带到水源处。若输出管40仍然连接到第一储罐35上，则夹钳45必须处于密闭位置内，或第一储罐35必须通过其它方式来密封。用适量原料水填充第一储罐35，和再次密封其开口，同时用户将第一储罐35携带回优选的位置如住宅。原料水有可能被微生物和化学污染物污染和可能不是可饮用的。为了加速过滤，从支持装置处吊挂或悬挂第一储罐35。取决于通过浊度证明存在的任何显著量的沉淀，使原料水保持吊挂的时间段足以使沉淀沉降到低于第一储罐35内的输出管40的内部延伸端42的高度。当然，若水相对清澈，则不需要吊挂第一储罐35这一时间段。将输出管40连接到第一储罐35上(若事先拆卸)，并固定到过滤器10上。过滤器10固定到第二储罐50上供收集已过滤的水。然后将夹钳45放置在开口位置和允许水流入到过滤器10内，其中一旦通过复合过滤介质20处理过的水变得可饮用，并收集在第二储罐50内。为了保持已过滤水的可饮用性，第二储罐50的表面可用消毒剂或用微生物拦截增强剂制备或处理。优选所使用的消毒剂不改变或影响水的味道。

对于配有约3" × 5" 尺寸的过滤器并在约6" 水柱压力下操作的设备来说，典型的水流量为约25至约100ml/min。这在约10-40分钟内提供1升可饮用水，所述可饮用水的细菌对数下降至少约6和病毒污染物对数下降至少约4。过滤器10的连续使用(因在其上的逐渐沉积)将有可能形成减慢流速的颗粒层，直到过滤工艺花费不可接受量的时间为止。尽管流速减少，但过滤器将维持其微生物拦截能力长的时间段。

掺入本发明过滤介质的另一重力流动设备包括如图4所示的例举的的玻璃水瓶设计供过滤、储存和分配已过滤水或其它流体。尽管所

述的玻璃水瓶主要是圆形，但取决于它的使用和环境，玻璃水瓶60可采用任何形状和是设计选择上的事情。基本的玻璃水瓶具有带手柄64和盖66的外壳62。玻璃水瓶60分成下部储罐或储存室68和上部储罐78，它们通过位于外壳62内的罩70和盖66密闭。喷口72促进已过滤水经储存室68的出口74排出。

上部储罐78和储存室68通过隔板80隔开，所述隔板在其底部设有具有开口(未示出)的过滤接受容器85。在一个实施方案中，将本发明的扁平复合过滤介质76放置在具有水密密封的过滤接受容器85内，以隔离上部储罐78和储存室68。可使用本领域熟练技术人员已知的方式，其中包括但不限于掀钮或铰接手法，完成过滤介质76在过滤器容器85内的放置。过滤介质76优选制备为可置换的卡盒。玻璃水瓶设计的其它特征可并入本发明内，而没有脱离本发明的范围。过滤介质可包括平均流动通道小于约1微米的任何微孔结构，和如此处理以便提供比过滤介质的平均流动通道小的微生物污染物至少约4的对数下降。优选过滤介质的体积小于约500cm³，和起始流动速度大于约25ml/min。

用户将倾倒原料水到上部储罐78内并在重力的影响下使原料水流过过滤介质76。已过滤的水收集在储存室68中。当原料水在充足的接触时间下流过本发明的过滤介质时，过滤介质通过提供高滴度的微生物下降使水变得可饮用。微生物的对数下降值(LRV)取决于过滤介质与流动水的接触时间。为了提供微生物约8的对数下降值，所要求的接触时间为约6至约10秒。

玻璃水瓶60也可具有指示剂(未示出)，指示剂允许用户跟踪过滤器的使用期限，以估计何时过滤介质的有效寿命已消耗完。也可使用其它类型的指示剂，如用于指示玻璃水瓶60再填充物数量的指示剂，用于测量流过过滤介质的水或液体的体积等。

其它过滤体系

本发明的过滤介质、尤其是复合过滤介质也可掺入到使用点(point-of-use)的场合，如在约1psi的轻微压力下操作的用作个人水过滤体系的运动瓶设计。合适的运动瓶设计公开于国际专利申请No. WO

01/23306, 其中过滤介质可引入到运动瓶的过滤器容器内。

对于其它使用点的场合来说, 本发明的微生物拦截增强过滤介质可进一步引入至水龙头终端 (end-of-tap) (EOT)、水槽下 (under-sink)、工作台面上、或其它常见的消费或工业过滤体系和在加压体系内使用的结构。过滤体系可包括预滤器, 所述预滤器包括吸附剂颗粒床或固体吸附剂复合单元。微生物拦截增强过滤介质可以是摺叠或螺旋缠绕结构, 或通过合适的心轴 (mandrel) 上真空成形, 而形成成为厚垫, 从而生成湿成形或干成形的卡盒。

实施例

提供以下实施例说明本发明, 而不应理解为限定本发明的范围。

使用获自Porous Materials Inc., Ithaca, New York的自动毛细管流动孔隙计, 进行孔隙学研究。使用由设备制备商公开的标准步骤测定的参数包括平均流动孔径和透气 (空气) 性。在可变压力下在干和湿的过滤介质上分析空气流动。在湿法运行之前, 将过滤介质先浸渍在硅油中至少10分钟, 同时保持高真空。

使用获自Holtzville, New York的Brookhaven Instruments的BI-EKA电动分析仪测量的流动电势和流动电流, 测定各种过滤介质的 ξ 或流动电势。该仪器包括分析仪、平板测量元件、电极和数控体系。分析仪包括泵, 以产生使电解质溶液 (通常为0.0015M氯化钾) 从储罐流过测量元件所要求的压力, 其中所述测量元件含有本文所述的过滤介质样品。测量温度、压降、导电率和pH的传感器位于所述元件的外部。根据该方法, 电解质溶液被泵送经过多孔材料。当电解质溶液流过所述样品时, 发生电荷的移动。可藉助放置在样品每端的电极, 检测所得“流动电势和/或流动电流”。然后根据Fairbrother和Mastin方法 (该方法考虑了电解质的导电率) 的计算来确定样品的 ξ (流动) 电势。

使用American Type Culture Collection (ATCC) No. 11775的大肠杆菌 (*Escherichia coli*) 的悬浮液, 进行过滤介质的细菌挑战, 以评估对细菌挑战的响应。使用MS2噬菌体 (bacteriophage) ATCC

No. 15597-B1评估对病毒挑战的响应。使用ATCC的标准操作步骤繁殖细菌和噬菌体,并使用本领域熟知的标准微生物步骤制备和量化受到微生物颗粒的悬浮液挑战的过滤器的流入液和流出液中的微生物。

实施例1-3: 用未处理的Lyocell纤维制备的过滤介质(比较)

根据下述方法制备平均流动通道为约0.3至约0.6微米由未处理的Lyocell纤维制成的过滤介质。

在厨房式样的掺合机内,在脉冲设置下,将重量为0.45g商购于MiniFibers, Inc. 的干燥EST-8粘结剂纤维充分分散在1.0 L去离子水中。将加拿大标准游离度为45且干重为120.0g的原纤化Lyocell纤维作为湿纸浆加入到分散的粘结剂纤维中。共混分散的纤维混合物另外15秒。将纤维混合物倾倒入具有额外1.0L去离子水的较大工业韦林氏掺合机内并共混额外15-30秒。将纤维混合物倾倒入通常填充有约12.0L去离子水并配有100目成形筛网的 $30.5 \times 30.5 \text{ cm}^2$ 不锈钢FORMAX®定纸框内。使用具有60个直径为2cm的孔的 $30 \times 30 \text{ cm}^2$ 不锈钢搅拌片,以从顶部到底部上下翻转纤维混合物约8-10次。通过在框下方施加轻微真空从纤维混合物中除去水,以引起纤维在丝网上形成。一旦大部分水被除去,采用真空泵进行补充脱水,以除去额外过量的水分和产生相对光滑、平坦、很薄的纸状片材。所得片材从筛网中分离并在顶部和底部上与沾吸(blotter)片材组合。轻轻地用2.27kg大理石擀辊辊压组合片材,以除去过量水和使片材的顶部表面光滑。然后将该片材放置在两块新鲜且干燥的沾吸片材之间并在约 120°C 下放置在FORMAX®片材干燥器上约10至约15分钟。从沾吸片材中分离干燥的过滤介质并在FORMAX®片材干燥器上直接加热各侧约5分钟,以活化干燥的粘结剂纤维。

表I示出了在使用上述工艺制备的不同厚度的由未处理Lyocell纤维制备的过滤介质上进行的孔度和透气性试验结果。

表I

用未处理Lyocell纤维制备的过滤介质的平均流动通道和孔度

样品号	样品厚度 (mm)	平均流动通道 (μm)	透气性 (在1psi下, L/cm^2)
1	0.45	0.3804	5.48
2	0.66	0.6708	4.50
3	0.63	0.4316	5.30

用未处理Lyocell纤维制备的所得过滤介质具有约-9.0毫伏可重复的流动电势。

实施例4: 采用用微生物拦截增强剂处理的Lyocell纤维制备的过滤介质

向掺合机中加入12.0g干重Lyocell纤维作为加拿大标准游离度为约45的10%重量湿纸浆、0.45g SHORT STUFF® EST-8粘结剂纤维和1.0L去离子水。共混混合物一直到纤维充分分散。向掺合机中加入3.0ml MERQUAT® 100 (30%的水溶液), 并使纤维与MERQUAT® 100共混约10秒, 并使之放置至少约6小时。在约6小时之后, 将纤维倾倒在配有100目成形丝网的标准8英寸Brit罐中并在真空下除去过量水。用500ml去离子水漂洗所得纸浆片材。再次通过真空除去过量水。

在纸浆片材上均匀倾倒硝酸银稀溶液, 以提供充分的暴露和饱和度, 从而提供约0.1425g银/片材。将硝酸银溶液放置在纸浆片材上至少约15分钟并在真空压力下除去过量水。然后将银处理的纸浆片材撕碎成小片并放置在WARING®掺合机内且在2.0L去离子水中再分散。将第二3.0ml部分的MERQUAT® 100溶液加入到该分散液中和共混混合物约10分钟, 并将内容物倾倒入配有100目成形筛网的 $30.5 \times 30.5\text{cm}^2$ 不锈钢FORMAX®定纸框内。以与实施例1-3所述的未处理Lyocell过滤介质相同的方式制备微生物拦截增强过滤介质的纸状片材。

在约7.0的pH下, 过滤介质的 ξ 电势始终大于约+10毫伏。

实施例5-23：本发明的微生物拦截增强过滤介质和未处理的Lyocell过滤介质的微生物拦截的比较

如实施例1-4所述，或者未处理或者用MERQUAT® 100与银处理的原纤化Lyocell纤维过滤介质片材折叠两次并切割成标准的锥形漏斗且放置在小的灭菌玻璃漏斗内。使用去离子水预润湿每一过滤介质。将约125ml各种微生物挑战者倾倒经过过滤器并在灭菌的250ml Erlenmeyer烧瓶内收集流出液。对流出液一式两份地进行系列稀释，并按照各生物体所要求的标准实验室步骤，在陪替氏培养皿上镀敷并在37℃的加热保温箱中静置过夜。第二天记录所有试验结果。表II概述了采用去离子水制成的微生物挑战者的一系列试验的对数下降值。

表II

用处理和未处理的原纤化Lyocell纤维制备的过滤介质的LRV

实施例号	<i>E. coli</i> LRV (处理)	<i>E. coli</i> LRV (未处理)	实 施 例号	MS2 LRV (处理)	MS2 LRV (未处理)
5	9.2	-	14	7.47	-
6	9.2	-	15	7.47	-
7	9.2	-	16	7.47	-
8	9.2	-	17	7.76	-
9	9.2	-	18	7.76	-
10	9.2	-	19	7.76	-
11	9.4	<1.0	20	8.58	<1.0
12	7.65	<1.0	21	8.58	<1.0
13	9.98	<1.0	22	8.67	<1.0
			23	8.19	<1.0

“-”表示最小到没有下降

如表II所述，与由未处理的Lyocell纤维制备的过滤介质相比，由采用MERQUAT® 100和银处理的Lyocell纤维制备的过滤介质提供显著的微生物拦截能力。当用MS2病毒颗粒挑战时，微生物拦截增强过滤介

质的效率表明，本发明的过滤体系在除去纳米尺寸的病原体如病毒方面证明是有效的。

实施例24-27：在聚阴离子酸存在下，用处理的Lyocell纤维制备的过滤介质的微生物拦截能力

如上所述，NOM如聚阴离子酸降低正 ξ 电势，并进而降低微生物拦截增强过滤介质的效率。在暴露于500ml腐殖酸(0.005g/ 1.0L H₂O)之后，微生物拦截增强过滤介质的 ξ 电势从+14.1降低到-14.4。同样，在暴露于500ml灰黄霉酸(0.005g/ 1.0L H₂O)之后，微生物拦截增强过滤介质的 ξ 电势从+10.1降低到-8.9。实施例24-27表明，在腐殖酸和灰黄霉酸溶液存在下，使用用MERQUAT®100与银处理的Lyocell纤维制备的过滤介质的微生物拦截能力下降。

折叠用MERQUAT®100和银处理的过滤介质的小圆片并放置在小的灭菌玻璃漏斗内，形成过滤器并用去离子水预润湿。分别用腐殖酸和灰黄霉酸制备*E. coli*和MS2病毒颗粒的挑战溶液。将约125ml挑战溶液倾倒经过过滤器并在灭菌的250ml Erlenmeyer烧瓶内收集流出液。稀释流出液，并按照标准实验室步骤，在陪替氏培养皿上镀数。下表III和IV概述了*E. coli*和MS2病毒颗粒的对数下降值。

表III：在灰黄霉酸存在下微生物拦截增强过滤介质的LRV

实施例号	<i>E. coli</i> (LRV)	MS2 (MRV)
24	4.68	4.23

表IV在腐殖酸存在下微生物拦截增强过滤介质的LRV

实施例号	<i>E. coli</i> (LRV)	MS2 (MRV)
25	3.78	4.23
26	3.02	1.64
27	6.73	3.58

显然，在NOM存在下微生物拦截增强过滤介质的LRV显著低于表II所示的不存在NOM干扰时*E. coli*和MS2的7-9的对数下降。

实施例28-46：在聚阴离子酸存在下，用处理的Lyocell纤维和吸附剂层制备的过滤介质的微生物拦截能力

为了降低NOM对实施例24-27所示的过滤介质的影响，将吸附预滤器加入到过滤器上，以便在与过滤介质接触之前，除去或截留流入液中的NOM。吸附剂层是用600g/m²精细粉碎的煤基活性炭制备的PLEKX®，其表面积为1000g/m²和商购于KX Industries, L.P.。

将组合两(2)层用微生物拦截增强过滤介质制备的过滤介质和(1)层PLEKX®层的复合过滤介质装配到陶瓷布氏漏斗内的金属排液筛网上。采用热的金属粘合剂将这三(3)层固定在各布氏漏斗内，以防止流入液的任何旁流。在布氏漏斗内，在所有时刻维持深度为约5cm的水压头。实施例28-34的过滤器在微生物挑战之前装入灭菌的去离子水，且不暴露于腐殖酸或灰黄霉酸。表V所示的结果表明，添加吸附剂层的复合过滤介质的效率类似于以上表II所示的结果。

实施例35-40的过滤器在微生物挑战之前装入500ml腐殖酸溶液(0.005g/L H₂O)。下表VI示出了结果。实施例41-46的过滤器在微生物挑战之前装入500ml灰黄霉酸溶液(0.005g/L H₂O)。下表VII示出了结果。

表V

在不存在NOM干扰下，用MERQUAT®100和银处理的原纤化Lyocell纤维与PLEKX®制备的过滤介质的LRV

实施例号	<i>E. coli</i> LRV	实施例号	MS2 LRV
28	7.89	31	8.06
29	7.89	32	8.06
30	7.89	33	8.49
		34	8.49

表VI

在腐殖酸存在下，用未处理的和MERQUAT®100和银处理的原纤化Lyocell纤维与PLEKX®制备的过滤介质的LRV

实施例号	<i>E. coli</i> LRV	实施例号	MS2 LRV
35	8.75	38	8.53
36	8.75	39	8.53
37	8.75	40	8.53

表VII

在灰黄霉酸存在下，用未处理的和用MERQUAT®100和银处理的原纤化Lyocell纤维与PLEKX®制备的过滤介质的LRV

实施例号	<i>E. coli</i> LRV	实施例号	MS2 LRV
41	8.85	44	7.77
42	8.85	45	7.77
43	8.85	46	7.77

这些数据表明，使用放置在微生物拦截增强过滤介质上游的吸附预滤器如PLEKX®，通过在流入液接触微生物拦截增强过滤介质之前，除去流入液内的NOM，从而维持或改进过滤介质的微生物拦截能力。吸附剂预滤器介质不需要用微生物拦截增强剂来处理以维持微生物拦截增强过滤介质的效率。不用处理吸附预滤器介质可能是节约成本的措施。因此，包括微生物拦截增强过滤介质和放置在微生物拦截增强过滤介质上游的吸附剂层的复合过滤介质将足够结实地耐受来自NOM的干扰。

实施例47-48：本发明的过滤体系的*E. coli*. 挑战

使用以上所述的图1和2中的哈壳过滤器设计，组装图3所示的本发明的两种过滤体系，其中包括含两(2)层吸附过滤介质，用600g/m²表面积为1000g/m²的煤基活性炭制备的PLEKX®，和如实施例4所述由处理

过的原纤化Lyocell纤维制备的单层微生物拦截增强过滤介质的复合过滤介质。PLEKX®的支撑层设置在各过滤器外壳的底部并使用乙烯-醋酸乙烯酯(EVA)热熔体原地胶粘。将微生物拦截增强过滤介质层胶粘到第一PLEKX®层上,接着第二PLEKX®层也原地胶粘到该微生物拦截增强过滤介质顶部。该结构采用PLEKX®层中的仅仅一层作为吸附剂预过滤器,而另一PLEKX®层主要充当微生物拦截增强过滤介质的载体。外壳的外部边缘也被胶粘并紧紧地压制在一起,以防止任何旁路泄漏到外壳的外侧。在由热熔体材料确定的边界内的活性过滤区域的尺寸为5cm-6cm宽和8cm-10cm长,从而提供40cm²至60cm²的活性过滤器面积。尽管在这一原型测试过程中使用热熔体,但在商业生产过程中可采用使用超声或其它焊接方法的过滤器组件。

使用塑料配件,将内径为0.635cm(0.25英寸)的软管连接到过滤器外壳的入口处并原地坚固胶粘。将过滤器的出口打开以允许流体流出过滤器的外壳。连接到过滤器入口处的软管被连接到派热克斯玻璃漏斗上,产生约30cm-60cm的入口总水柱。将试验悬浮液倾倒在漏斗内,用各种生物体挑战过滤器。

将约500ml去离子水倾倒经过过滤体系,以预润湿外壳内的过滤介质。对于*E. coli*测试,使用组合高度为60cm的软管和漏斗以提供压头。在这一流入液压力下的流量为70ml/min。将*E. coli*的挑战悬浮液倾倒经过该体系和在灭菌的250ml Erlenmeyer烧瓶内收集流出液。对流出液一式两份地进行系列稀释,并按照标准实验室步骤,在陪替氏培养皿上镀敷并在37℃的加热保温箱中静置过夜。第二天记录所有试验结果和下表VIII列出了这些结果。

表VIII

采用*E. coli*微生物挑战本发明的过滤体系

实施例号	挑战中的 <i>E. coli</i> 数量	每板上形成的菌落数	LRV
47	8.4×10^8	0	8.92
48	8.4×10^8	0	8.92

因此，在约 $1-2\text{ml}/\text{min}\cdot\text{cm}^2$ 的流量下，使用包括PLEKX®预滤器和微生物拦截增强过滤介质的复合过滤介质的本发明过滤体系将提供大于8.5的*E. coli*的对数下降。

实施例49-51：本发明过滤体系的MS2挑战

以与以上实施例47和48所述的*E. coli*挑战相类似的方式制备三个过滤器，用于测定本发明的过滤体系的病毒拦截能力。在实施例49和50的两个过滤器中，在过滤器外壳的流出液侧的底部安装网格层，接着安装微生物拦截增强过滤器介质层，接着安装用 $600\text{m}^2/\text{g}$ 表面积为 $1000\text{g}/\text{m}^2$ 的煤基活性炭制备的PLEKX®的单层面层。对于实施例51的第三个过滤器，用100筛目的金属筛网替代塑料网格作为底部支撑层。对于MS2挑战，使用30cm的软管和漏斗，以降低流速并提供流经复合过滤介质较长的接触时间。将去离子水倾倒经过该体系以预润湿各层并验证外壳没有泄漏。对于30cm高的水柱记录流量为 $38\text{ml}/\text{min}$ 。在去离子水流出体系之后，将MS2挑战溶液倾倒经过该体系。在灭菌的Erlenmeyer烧瓶内收集流出液、稀释，并按照MS2的标准步骤，在陪替氏培养皿上镀敷并静置过夜。第二天记录所有试验结果并列于下表IX中。

表IX
用MS2噬菌体微生物挑战过滤器

实施例号	挑战中的MS2的数量	每板上形成的菌落数	LRV
49	6.12×10^8	0	8.78
50	6.12×10^8	0	8.78
51	6.12×10^8	0	8.78

在约 $0.75\text{ml}/\text{min}\cdot\text{cm}^2$ 的流量下，利用包括PLEKS®预滤器和微生物拦截增强过滤介质的复合过滤介质的本发明过滤体系表明提供大于8.5的MS2的对数下降。

实施例52和53：本发明过滤体系的长期MS2挑战

这些实施例评估当用MS2噬菌体挑战时，本发明过滤体系的有效性，该过滤体系具有包括两(2)层微生物拦截增强过滤介质层和两(2)层此前所述的PLEKX®层的复合过滤介质。

通过在图1和2所示的过滤器罩内固定100目的筛网来制备本发明的两个过滤体系。将两层微生物拦截增强过滤介质放置在筛网顶部，接着放置两层PLEKX®层。将各层原地坚固胶粘以防止旁流。同样用胶水密封过滤器罩。将内径为0.635cm(0.25英寸)的软管坚固地连接到过滤器外壳的入口处。将过滤器外壳的出口打开以允许流体流过。将漏斗坚固地连接到各过滤器上，以提供25.4cm(10英寸)水柱的过滤器，和10.2cm(4英寸)水柱的其它过滤器用于微生物挑战试验。

使约500ml去离子水流过各过滤体系，以预润湿过滤介质并验证没有发生旁流。随后使500ml在去离子水中制备的MS2挑战者流过各体系。在灭菌的Erlenmeyer烧瓶内收集流出液、稀释，并按照生物体的标准步骤，在陪替氏培养皿上镀敷并静置过夜。24小时后，使额外的500ml去离子水流过该体系，接着使另外500ml MS2挑战者流过该体系。每24小时继续该方案，一直到过滤器介质不再提供高于4的LRV。下表X和XI示出了结果。

表X

实施例52：具有25.4cm水柱的本发明过滤体系的效率

水的总量 (L)	使用时间(小时)	挑战中的MS2数量	LRV	流量 (ml/min)
1.0	0	2.84×10^8	8.45	28
2.0	24	4.93×10^8	7.97	32
3.0	48	4.57×10^8	8.66	32
4.0	72	4.55×10^8	7.52	36
5.0	96	1.76×10^9	5.65	38
6.0	120	1.39×10^9	5.66	38
7.0	144	1.48×10^9	3.03	36
8.0	168	1.56×10^9	2.22	30

表XI

实施例53: 具有10.2cm的水柱的本发明过滤体系的效率

水的总量(L)	使用时间(小时)	挑战中的MS2数量	LRV	流量(ml/min)
1.0	0	2.05×10^9	9.31	12
2.0	24	2.16×10^9	9.33	15
3.0	48	1.46×10^9	9.16	15
4.0	72	1.05×10^9	9.02	17
5.0	96	1.52×10^9	9.18	16
6.0	120	1.31×10^9	9.12	13
7.0	144	1.19×10^9	9.08	13
8.0	168	1.32×10^9	8.23	13
9.0	192	8.67×10^8	8.93	16
10.0	216	1.34×10^9	9.13	10
11.0	240	1.10×10^9	9.04	11
12.0	264	1.24×10^9	7.76	9
13.0	288	1.24×10^9	8.27	9
14.0	316	1.02×10^9	3.62	7
15.0	340	1.04×10^9	3.41	8
16.0	364	1.03×10^9	3.36	10
17.0	388	1.07×10^9	3.03	10

具有25.4cm的压头的实施例52的过滤体系的有效寿命对于6.0L水提供120小时可接受的MS2的对数下降。然而,当压头为10.2cm时,如实施例53,过滤体系的有效寿命延长,从而对于体积为13.0L水提供364小时可接受的MS2的对数下降值。显而易见的是,流速影响过滤体系的微生物拦截能力。根据实施例52和53的结果,较低流速由于微生物与过滤介质较大的接触时间导致将提供更有效的微生物拦截。

实施例54: 本发明过滤体系的长期*E. coli*挑战

该实施例评估本发明过滤体系的有效性，该过滤体系具有包括两(2)层微生物拦截增强过滤介质层和两(2)层此前所述的PLEKX®层的复合过滤介质。

使约500ml去离子水流过各过滤体系，以预润湿过滤介质并验证没有发生旁流。随后将500ml在去离子水中制备的*E. coli*挑战者流过过滤器。在灭菌的Erlenmeyer烧瓶内收集流出液、稀释，并按照*E. coli*的标准步骤，在陪替氏培养皿上镀敷并静置过夜。24小时后，使额外的500ml去离子水、接着另外500ml *E. coli*挑战者流过该体系。每24小时继续该方案，一直到过滤器介质不再提供高于4的LRV。下表XII示出了结果。

表XII

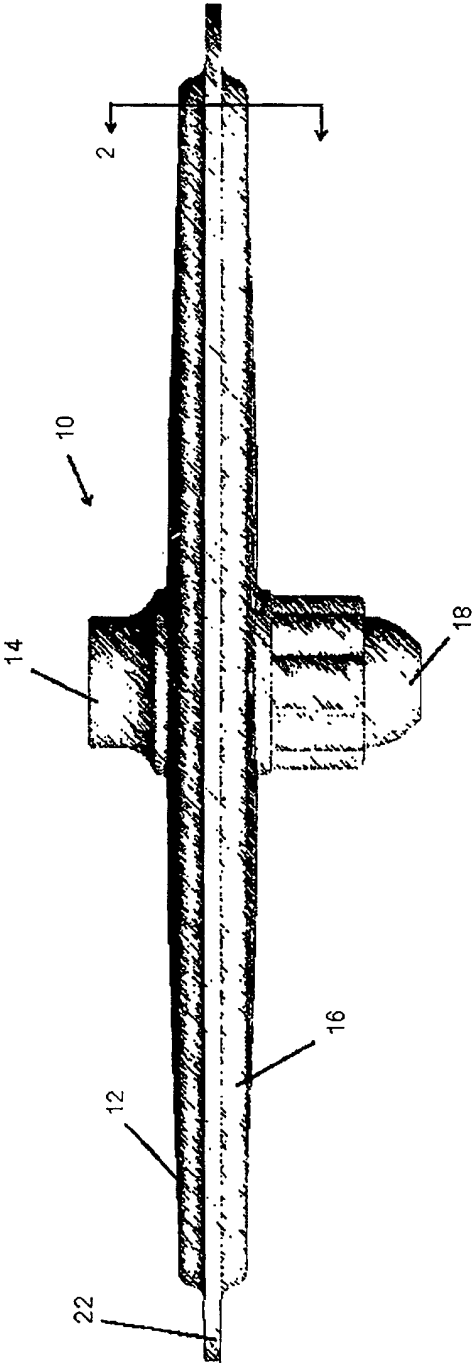
实施例54：具有25.4cm的水柱的本发明过滤体系的效率

水的总量(L)	使用时间(小时)	挑战中的 <i>E. coli</i> 数量	LRV	流量(ml/min)
1.0	0	9.33×10^8	8.99	28
2.0	24	7.86×10^8	8.89	32
3.0	48	2.86×10^8	8.46	27
4.0	72	1.35×10^9	8.37	21
5.0	96	1.18×10^9	8.07	17
6.0	120	8.4×10^8	7.38	18
7.0	144	1.09×10^9	4.95	12
8.0	168	3.6×10^8	3.50	16
9.0	192	6.13×10^8	3.61	12

在6.0L水以约24ml/min的平均流量流过该体系之后，实施例54的过滤体系提供可接受的性能，其中由25.4cm的水柱引起压头。

尽管已结合特定优选的实施方案具体描述了本发明，但显然根据上文描述，许多替换、修改和变化对本领域熟练技术人员来说是显而易见的。因此认为，所附权利要求书包括落入本发明真实范围和主旨内的任何这些替换、修改和变化。

图1



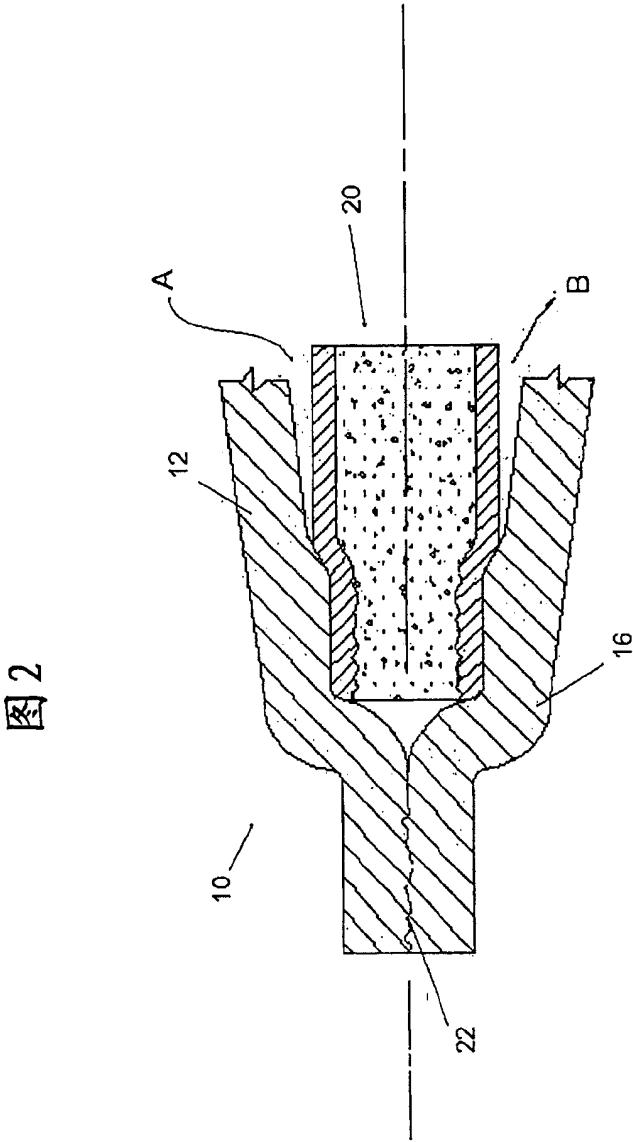


图 3

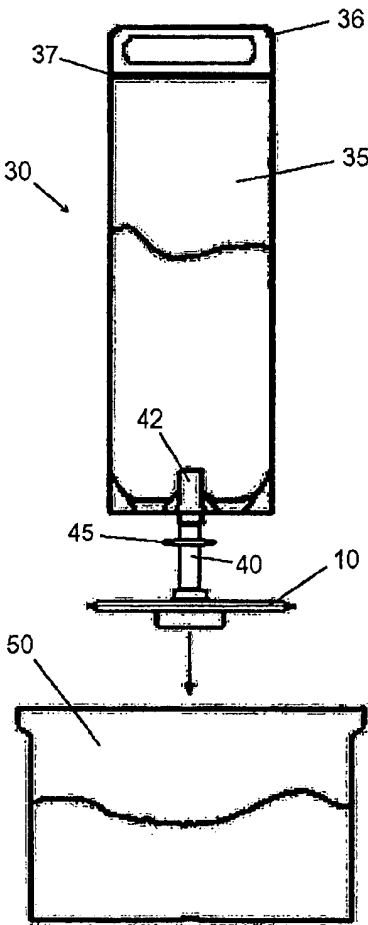


图4

