



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101925540 B

(45) 授权公告日 2012. 09. 05

(21) 申请号 200880125292. 4

(22) 申请日 2008. 12. 04

(30) 优先权数据

61/015, 860 2007. 12. 21 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 07. 21

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/085491 2008. 12. 04

(87) PCT申请的公布数据

W02009/085553 EN 2009. 07. 09

(73) 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 马克·R·斯托弗 摩西·M·戴维

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

代理人 丁业平 戚秋鹏

(51) Int. Cl.

B01D 39/00 (2006. 01)

C02F 3/10 (2006. 01)

(56) 对比文件

KR 20050093851 A, 2005. 09. 23,

US 6833075 B2, 2004. 12. 21,

US 6764601 B1, 2004. 07. 20,

CN 1701135 A, 2005. 11. 23,

审查员 李东博

权利要求书 2 页 说明书 18 页

(54) 发明名称

液体过滤系统

(57) 摘要

本发明提供了用于包含吸附剂介质的过滤介质的经等离子体处理的粘合剂。等离子体处理可使用硅烷、氧气或二者。经等离子体处理的粘合剂可通过加入抗微生物剂进行电荷改性。所述过滤介质可用于制造基体和系统。本发明还提供了上述发明内容的制造和使用方法。

1. 一种过滤介质,包含吸附性介质和经等离子体处理的聚合物粘合剂粒子;其中所述聚合物粘合剂粒子包含聚乙烯。
2. 根据权利要求1所述的过滤介质,其中所述经等离子体处理的聚合物粘合剂粒子的表面具有氧化物、硅或二者兼有。
3. 根据权利要求1所述的过滤介质,其中所述吸附性介质包含活性炭。
4. 根据权利要求3所述的过滤介质,其中所述活性炭包含平均粒度为45微米或更大的粒子。
5. 根据权利要求1所述的过滤介质,其中所述聚合物粘合剂粒子还包含接枝到其上的抗微生物剂。
6. 根据权利要求1所述的过滤介质,其中所述聚合物粘合剂粒子以所述介质的5重量%到30重量%的量存在。
7. 根据权利要求1所述的过滤介质,其中与不含所述经等离子体处理的聚合物粘合剂粒子的比较过滤介质相比,所述过滤介质有效提供增加的孢囊容量。
8. 根据权利要求1所述的过滤介质,其中与不含所述经等离子体处理的聚合物粘合剂粒子的比较过滤介质相比,所述过滤介质有效提供增加的挥发性有机组分容量。
9. 根据权利要求1所述的过滤介质,其中与不含所述经等离子体处理的聚合物粘合剂粒子的比较过滤介质相比,所述过滤介质具有增强的横梁强度。
10. 根据权利要求1所述的过滤介质,其中与不含所述经等离子体处理的聚合物粘合剂粒子的比较过滤介质相比,所述过滤介质具有增强的亲水性。
11. 根据权利要求1所述的过滤介质,其中所述聚乙烯包括超高分子量聚乙烯。
12. 根据权利要求1所述的过滤介质,其中所述聚合物粘合剂粒子包括具有不规则、褶皱状表面的粒子。
13. 根据权利要求12所述的过滤介质,其中所述具有不规则、褶皱状表面的粒子由超高分子量聚乙烯形成。
14. 根据权利要求1所述的过滤介质,其中所述聚合物粘合剂粒子还包括基本呈球形的粒子。
15. 一种过滤基体,包含活性炭和粘附到所述活性炭上的经等离子体处理的超高分子量聚乙烯粘合剂。
16. 根据权利要求15所述的过滤基体,其中所述活性炭以50重量%到85重量%的量存在,并且所述聚乙烯粘合剂以10重量%到30重量%的量存在。
17. 根据权利要求15所述的过滤基体,其中所述聚乙烯粘合剂包含具有不规则、褶皱状表面的粒子。
18. 根据权利要求15所述的过滤基体,其中所述聚乙烯粘合剂还包含接枝到其上的抗微生物剂。
19. 根据权利要求15所述的过滤基体,其中与不含经等离子体处理的聚合物粘合剂粒子的比较过滤基体相比,所述过滤基体具有增强的亲水性。
20. 一种过滤系统,包括由吸附性介质和经等离子体处理的聚合物粘合剂形成的过滤器基体、围绕所述过滤器介质的壳体、流体入口和流体出口;其中所述聚合物粘合剂的粒子包含聚乙烯。

21. 根据权利要求 20 所述的过滤系统,其中所述吸附性介质包含活性炭,所述聚合物粘合剂包含具有不规则、褶皱状表面的超高分子量聚乙烯粒子,并且所述聚合物粘合剂的表面具有氧化物、硅或二者兼有。

22. 一种过滤方法,包括让流体与包含吸附性介质和经等离子体处理的聚合物粘合剂的过滤介质接触;其中所述聚合物粘合剂的粒子包含聚乙烯。

23. 根据权利要求 22 所述的方法,其中与不含所述经等离子体处理的粘合剂的比较过滤介质相比,所述过滤介质具有增加的孢囊容量。

24. 根据权利要求 22 所述的方法,所述方法还包括在重力流过滤器装置中设置所述过滤介质。

25. 一种制造过滤系统的方法,所述方法包括:

用等离子体处理聚合物粘合剂粒子,以形成经等离子体处理的聚合物粘合剂;其中所述聚合物粘合剂粒子包含聚乙烯;

让吸附性介质与所述经处理的粒子接触,以形成介质混合物;

加热所述介质混合物形成过滤基体;以及

在壳体中插入所述过滤块体以形成所述过滤系统。

26. 根据权利要求 25 所述的方法,还包括将抗微生物剂接枝到所述经等离子体处理的聚合物粘合剂上。

27. 根据权利要求 25 所述的方法,其中所述处理步骤包括:

在室中提供所述聚合物粘合剂粒子;

对所述室抽真空;

使所述粒子接受气体处理;以及

对所述粒子施加射频脉冲。

28. 根据权利要求 27 所述的方法,其中所述气体包含硅烷、氧气或二者。

29. 根据权利要求 26 所述的方法,其中所述接枝步骤包括:在水溶液中混合所述经等离子体处理的粘合剂与所述抗微生物剂以形成混合物,并干燥所述混合物。

液体过滤系统

技术领域

[0001] 本发明涉及液体过滤系统和过滤器基体及介质,其中所述过滤器介质包含(例如)经等离子体处理的聚合物粘合剂。

背景技术

[0002] 从市面上可得到许多类型的家用水过滤系统。传统上,使用松散炭粒子床从水中除去金属和/或有机物质。复合块体可由吸附性材料(如吸附剂活性炭)和聚合物粘合剂(如超高分子量聚乙烯(UHMW PE))的组合制成,它们在热和压力条件下被烧结到一起,并可用于水过滤器技术。炭块技术(例如)能提供与松散床炭粒子相当的功能性,却不会发生粒子脱落或占据太多的空间。对于炭块技术,由于吸附性材料的量的增加,炭块两端的压降也会增大。此外,炭块暴露在热和压力下会限制可供用于炭块的吸附性材料的类型。例如,炭块技术通常使用如离子交换树脂的对热降解敏感的吸附性介质来制造。

[0003] 当前技术的缺陷在于需要非常小的粒子来制备可除去隐孢子虫孢囊和其他细小颗粒的过滤器。使用非常小的活性炭粒子需要较细的粘合剂粒子和更多的粘合剂。较细的炭更难于处理,更难于制备可控的粒度。此外,使用非常细小的吸附剂和粘合剂粒子会得到具有高压降和更低水流速的过滤器。

[0004] 一个相关问题在于具有非常细小的介质粒子的块体需要相对较高量的UHMW PE粘合剂。需要高粘合剂含量以得到具有良好机械强度的块体,以及使粒子脱落程度降至最低。用于商业孢囊级水过滤器块体的典型粘合剂含量在25质量%到55质量%的范围内。由于聚乙烯不具有任何吸附功能,因此使用较高的粘合剂含量限制了块体在除去水污染物(例如铅、VOC和氯)方面的能力。

[0005] 在用于制备复合块体的现行工艺中,另一个困难在于炭介质-聚合物粘合剂共混物表现出差的流动性。鉴于此,用于制备炭块的模具通常不能最佳地填充。如果模具未被填充到最大的密度,那么将需要更多的粘合剂以将介质粒子保持在一起。另外,填充过程和填充密度的差异会引起过滤器流动性的变化以及性能的变化。常见的问题是在混合步骤和模具填充步骤之间炭-聚合物共混物往往会除气和聚集。如果在填充模具时炭-聚合物共混物发生聚集,那么模具将不能填充到最佳的密度,填充过程也将多变。

[0006] 细小颗粒形式的二氧化硅此前已被用作粉末助流剂。例如,在制药行业的压片工艺中,向粉末共混物中加入少量热解法二氧化硅。在制备由硅藻土制成的水过滤器块体中使用热解法二氧化硅助流剂可能导致块体强度降低。

[0007] 当前技术的另一个缺陷是块体的机械强度。由于对水过滤器的需求趋向于更小的尺寸和更高的流速,因此需要更薄的壁和更小的外径。此类块体横梁强度较低,这会在制备过程中或在处理和运输过程中导致缺陷。

[0008] 当前技术还有一个缺陷是使用颗粒状介质(大于100目)制备炭块的能力。当前技术使用325目的炭粒子(<43微米)与80×325目粒子(43-175微米)的共混物。典型的平均粒度小于90微米。需要由较大的粒子制成的低压降块体。然而,用较大尺寸的颗

粒状炭（如 50×200 目（75-295 微米））制备块体是困难的。

[0009] 当前技术的潜在缺点在于用作粘合剂的 UHMW PE 为疏水的。这会使得过滤器难以润湿。具有低可湿性的过滤器对于低压应用（如重力流过滤）是不利的。

[0010] 还需要提供活性材料加载量高而又不会增加系统压降的水过滤系统。更理想的是使用较大的颗粒状炭和较少的粘合剂材料。此外，需要提供可被容易地润湿的过滤器。

发明内容

[0011] 本发明提供了利用经等离子体处理的粘合剂粒子以及结合吸附性介质的用于液体纯化的过滤介质、基体和系统。一方面，本发明提供了包含吸附性介质和经等离子体处理的聚合物粘合剂粒子的过滤介质。在一个实施例中，经等离子体处理的聚合物粘合剂粒子的表面具有氧化物、硅或二者兼有。在另一个实施例中，吸附性介质包含活性炭。在一个详细实施例中，活性炭包含平均粒度为 45 微米或更大的粒子。另一个实施例提供了还包含接枝到其上的抗微生物剂的聚合物粘合剂粒子。一个或多个实施例提供以介质的 5 重量%到 30 重量%的量存在的聚合物粘合剂粒子。一些实施例还可以包括未接受等离子体处理的粘合剂粒子。

[0012] 一个详细的实施例提供与不含经等离子体处理的聚合物粘合剂粒子的比较过滤介质相比有效提供增加的孢囊容量的过滤介质。另一个详细的实施例提供与不含经等离子体处理的聚合物粘合剂粒子的比较过滤介质相比有效提供增加的挥发性有机组分容量的过滤介质。又一个实施例提供与不含经等离子体处理的聚合物粘合剂粒子的比较过滤介质相比具有增强的横梁强度的过滤介质。另一个实施例提供与不含经等离子体处理的聚合物粘合剂粒子的比较过滤介质相比具有增强的亲水性的过滤介质。

[0013] 在一个或多个实施例中，聚合物粘合剂粒子包含聚乙烯。其他实施例提供包含超高分子量聚乙烯的聚乙烯。另外的实施例提供包含具有不规则、褶皱状表面的粒子的聚合物粘合剂粒子。某些实施例提供由超高分子量聚乙烯形成的具有不规则、褶皱状表面的粒子。一些实施例提供还包含基本上呈球形的粒子的聚合物粘合剂粒子。

[0014] 另一方面提供了过滤基体，其包含活性炭和粘附到活性炭上的经等离子体处理的超高分子量聚乙烯粘合剂。一个详细的实施例中，活性炭以 50 重量%到 85 重量%范围内的量存在，聚乙烯粘合剂以 10 重量%到 30 重量%范围内的量存在。在一个实施例中，聚乙烯粘合剂包含具有不规则、褶皱状表面的粒子。在一些实施例中，聚乙烯粘合剂还包含接枝到其上的抗微生物剂。

[0015] 在一个详细的实施例提供与不含经等离子体处理的聚合物粘合剂粒子的比较过滤基体相比具有增强的亲水性的过滤介质。

[0016] 在又一方面，提供了一种过滤系统，所述过滤系统包括由吸附性介质和经等离子体处理的聚合物粘合剂形成的过滤器基体、围绕过滤器介质的壳体、流体入口和流体出口。在一个实施例中，吸附性介质包含活性炭，聚合物粘合剂包含具有不规则、褶皱状表面的超高分子量聚乙烯粒子，聚合物粘合剂的表面具有氧化物、硅或二者兼有。

[0017] 另一方面提供了过滤方法，所述方法包括将流体与包含吸附性介质和经等离子体处理的聚合物粘合剂的过滤介质接触。在一个详细的实施例中，过滤介质与不含经等离子体处理的粘合剂的比较过滤介质相比具有增加的孢囊容量。在一个或多个实施例中，该方

法还包括在重力流过滤器装置中安置过滤介质。

[0018] 在另一方面,提供了制备过滤系统的方法,该方法包括:用等离子体处理聚合物粘合剂粒子,以形成经等离子体处理的聚合物粘合剂;将吸附性介质与所述经处理的粒子接触,以形成介质混合物;加热所述介质混合物形成过滤基体;以及将过滤块体插入壳体中以形成过滤系统。在一个实施例中,该方法还包括将抗微生物剂接枝到经等离子体处理的聚合物粘合剂上。在一个详细的实施例中,所述处理步骤包括:在室中提供聚合物粘合剂粒子;对所述室抽真空;让所述粒子接受气体处理;对所述粒子施加射频脉冲。在一个或多个实施例中,气体包含硅烷、氧气或二者兼有。在另一个实施例中,所述接枝步骤包括:在水溶液中将经等离子体处理的粘合剂与抗微生物剂混合,然后对混合物进行干燥。

具体实施方式

[0019] 本发明提供了利用经等离子体处理的粘合剂粒子并结合吸附性介质的用于液体纯化的过滤介质、基体和系统。用等离子体气体(如硅烷或氧气或二者)对经等离子体处理的粘合剂粒子进行处理,以对粘合剂粒子进行改性,使得它们(例如)具有亲水性和更强的粘合性。将该粒子与吸附性介质(例如活性炭和/或硅藻土)混合,然后将混合物烧结并形成块体或元件。高吸附性介质加载量(高达例如约 90 重量%)是可能的。另外,将二氧化硅添加到粘合剂粒子的表面上似乎可改善流动性而不会影响粘合过程。

[0020] 提到“流体处理单元”或“流体过滤系统”包括含有过滤介质的系统和将原始流体如未处理的水与处理过的流体分离的方法。这通常包括用于过滤器元件的过滤器壳体和用以让处理过的流体以适当的方式排出过滤器壳体的出口。

[0021] “体润湿性”是指制品吸收和汲取水的倾向。通过改善亲水性,可减少制品的润湿时间。

[0022] “多孔制品”是指从表面到内部具有开放的迂曲通道的制品。

[0023] “等离子体处理”是指在粘合剂存在的气氛中使用高频电场或磁场产生特定气体的自由基的过程。自由基对粘合剂的表面进行改性,并可能改善其性能。等离子体处理使粘合剂表面“官能化”。这一术语可以包括可改变粘合剂表面性质如亲水性的任何其他等离子体诱导的化学或物理反应。

[0024] 提及“TMS”是指四甲基硅烷气体,这是一种用于等离子体处理的气体。

[0025] “美国国家卫生基金会”或“NSF”是指认证水过滤系统和过滤系统所用材料的民间机构。如本文所用,NSF 标准 42 或 53 是阐明水过滤系统测试方法和验收准则以改善饮用水的观感和健康作用的发布标准。

[0026] 术语“脉冲填充”或“施加脉冲”是指向模具施加力,从而产生不连续的、基本上竖直的位移使得模具中粒子的至少一部分发生移动,引起粒子在模具中呈现紧凑的取向。这包括间接方法(例如锤击夹持模具的平台和通过气压缸冲击平台)以及通过一系列振动使模具发生位移的任何适合的直接方法。在一些实施例中,脉冲填充包括一系列施加到模具的不连续位移(即脉冲)。脉冲填充与振动的区别在于:在位移之间存在一段不发生移动或很少移动的时间。位移之间的这段时间通常为至少 0.5(在一些实施例中,至少 1、2、3、5 或甚至至少 10)秒。施加到模具的位移具有垂直分量。在一些优选的实施例中,垂直分量(与水平分量相对)占模具移动的大部分(在一些实施例中,绝大部分(> 75%),或甚至

几乎全部 (> 90%))。

[0027] 术语“UHMW PE”是指分子量例如至少 750,000 的超高分子量聚乙烯,其在授予 Hughes 等人的共同拥有的美国专利 No. 7,112,280 中有所描述,该专利全文以引用方式并入本文。

[0028] 术语“具有不规则、褶皱状表面的粒子”是指如在此全文引入以供参考的美国专利 No. 7,112,272(Hughes 等人)中所示的具有独特形态的粒子,其与基本上呈球形的粒子相比时表现出更高的表面积和更低的堆密度。

[0029] 在详细的实施例中,聚合物粘合剂包含超高分子量聚乙烯。在其他实施例中,聚合物粘合剂还包含具有大致球形、无孔结构的粒子。在具体实施例中,具有不规则、褶皱状表面的粒子具有 10 到 120(或 20-50,或甚至 30-40)微米范围内的平均粒度。在其他具体实施例中,具有大致球形、无孔结构的粒子具有 10 到 100(或 20-80,或甚至 30-65)微米范围内的平均粒度。提到“小”褶皱状粒子时,包括一般具有 30 微米的平均粒度和 0.25g/cc 的密度的粒子。提到“大”褶皱状粒子时,包括一般具有 120 微米的平均粒度和 0.23g/cc 的密度的粒子。提到“小”球形粒子时,包括一般具有 60 微米的平均粒度和 0.45g/cc 的密度的粒子。

[0030] 术语“动电吸附”包括当颗粒(称为被吸附物)通过库仑力或其他静电相互作用聚积在固体或极少情况下为液体(称为吸附剂)的表面上从而形成分子或原子膜时发生的过程。

[0031] 术语“吸附性介质”包括能够通过不同的吸附机制吸附粒子的材料(称为吸附剂)。这些介质可以为例如流体动力学直径在约 0.01 到 10mm 之间的球粒、棒、纤维、模制粒子或整块的形式。如果该介质为多孔的,那么这一属性会导致较高的暴露表面积和较高的吸附能力。吸附剂可具有微孔和大孔结构的组合,使得能够快速地传送粒子并具有低流动阻力。提到“比较过滤介质”时,是指由未经等离子体处理的材料形成的介质。也就是说,在比较过滤介质中使用的粘合剂部分均未用等离子体气体(如 TMS 和 / 或 O₂)处理过。提到“比较过滤基体”时,是指包含未经等离子体处理的粘合剂的比较过滤基体。

[0032] 在标准炭块配方中使用经等离子体处理的粘合剂,在现有技术水平上实现了一些改进。例如,在减少隐孢子虫孢囊的 NSF 53 测试中,实现了块体滤除性能的改善。此外,使用经等离子体处理的粘合剂允许采用较低的粘合剂含量,并因此在块体中采用更多的活性介质,同时保持强度和完整性。这可实现挥发性有机化合物(VOC)更高的滤除能力(以单位块体体积的加仑数表示)。使用经等离子体处理的粘合剂还提供了用具有良好机械强度的颗粒状炭(> 100 微米的平均粒度)模制块体的能力。当使用经等离子体处理的粘合剂时,通常可以改善块体的断裂强度。另外,用经等离子体处理的粘合剂可获得具有更强亲水性的块体,其继而又可改善初始润湿性。

[0033] 多孔材料的等离子体处理方法在美国专利 No. 6,878,419 和 7,125,603 中有所提供,另外,用于粒子等离子体处理的方法和设备在美国专利 No. 6,015,597 和 6,197,120 中有所提供,它们的公开内容均以引用方式并入本文。一般而言,通过用气体(例如,如四甲基硅烷(TMS)形式的硅烷或氧气(O₂))在真空下处理粘合剂完成等离子体处理。对于 TMS 处理,在 30 分钟内以大约 100cc/min 的流速将 TMS 引入玻璃室中。对于氧气处理,在 30 分钟内以大约 180cc/min 的流速将氧气引入室中。对于组合式处理,相继地进行 TMS 和 O₂ 处

理,各为 30 分钟。一般来讲,当 TMS 或氧气存在于室中时,压力不超过约 1 托。然后让室中的材料以脉冲的方式经受射频等离子体处理。脉冲用于最小化由气相聚合造成的粉尘形成。在首先于 TMS 气氛中接着于 O_2 气氛中处理粘合剂的处理中,尽管无意于受理论的束缚,但是据信氧化硅会沉积到聚合物粘合剂的表面上。对于只在 O_2 气体中的处理,尽管无意于受理论的束缚,但是据信聚合物的表面会被氧化。据观察,只用 O_2 处理与用 TMS 接着 O_2 处理具有相似的优点。至于只在 TMS 气体中的处理,观察到除亲水效果外与其他处理相似的优点。

[0034] 在以两步法完成等离子体处理的情况下,第一等离子体衍生自包含至少一种有机硅烷的组分,该有机硅烷具有至少一个 C-H 键,其可以为 sp^3 、 sp^2 或 sp C-H 键。通常,有机硅烷具有多个 C-H 键,例如至少 2 个、至少 3 个、至少 5 个、至少 9 个和 / 或甚至至少 12 个 C-H 键,或者更多。通常选择有机硅烷使得在等离子体处理条件下它们具有形成等离子体的足够蒸气压力。

[0035] 具有至少一个 C-H 键的示例性有机硅烷包括:烷基硅烷,例如四甲基硅烷、甲基硅烷、二甲基硅烷、二乙基硅烷、二乙基甲基硅烷、丙基硅烷、三甲基硅烷和乙基硅烷;烷氧基硅烷和硅氧烷,例如原硅酸四乙酯 (TEOS) 和四甲基环四硅氧烷 (TMCTS);亚烷基聚硅烷,例如二硅甲基甲烷 ($SiH_3-CH_2-SiH_3$)、二(甲基硅亚甲基)甲烷 ($CH_3-SiH_2-CH_2-SiH_2-CH_3$)、1,2-二硅甲基乙烷 ($SiH_3-CH_2-CH_2-SiH_3$)、1,2-二(甲基硅亚甲基)乙烷 ($CH_3-SiH_2-CH_2-CH_2-SiH_2-CH_3$)、2,2-二硅甲基丙烷 ($SiH_3-C(CH_3)_2-SiH_3$)、二甲基二硅亚甲基乙烷 ($CH_3-SiH_2-(CH_2)_2-SiH_2-CH_3$)、二甲基二硅亚甲基丙烷 ($CH_3-SiH_2-(CH_2)_3-SiH_2-CH_3$)、四甲基二硅次甲基乙烷 ($(CH_3)_2-SiH-(CH_2)_2-SiH-(CH_3)_2$) 和四甲基二硅次甲基丙烷 ($(CH_3)_2-SiH-(CH_2)_3-SiH-(CH_3)_2$);烯基硅烷,例如乙烯基甲基硅烷和二乙烯基二甲基硅烷;芳基硅烷,例如苯基硅烷、苯基二甲基硅烷和苯基三甲基硅烷;烷基聚硅烷,例如 1,1,2,2-四甲基二硅烷、六甲基二硅烷、1,1,2,2,3,3-六甲基三硅烷和 1,1,2,3,3-五甲基三硅烷。也可使用有机硅烷的组合。有机硅烷可具有取代基,例如氨基、羟基和 / 或卤素(如氟、溴、氯),但这些取代基往往会减弱第一等离子体处理的效力。此外,第一等离子体可附加地包含气体组分,这些组分(例如)选自:氧气、氮气、二氧化氮、一氧化二氮、氨气和二氧化硫,但它们往往会减弱第一等离子体处理的效力。

[0036] 经等离子体处理的粘合剂还可接受抗微生物剂接枝处理。在一个或多个实施例中,由首先用 TMS 接着 O_2 进行等离子体处理然后用抗微生物剂接枝的粘合剂制成炭块。以 3-三甲氧基甲硅烷基丙基二甲基十八烷基氯化铵形式的作为有机硅季铵化合物的抗微生物剂可以商品名 AEM 5700 得自 Aegis (Midland, MI)。为了接枝抗微生物剂,首先制备含抗微生物剂的水溶液,然后一边混合一边喷到经等离子体处理的粘合剂上。然后,将材料在配有氮气流的 $85^\circ C$ 对流烘箱中过夜干燥。据发现,首先用 TMS 再用 O_2 进行等离子体处理然后与有机硅季铵化合物接枝的粘合剂赋予了炭块显著改善的降浊性能。尽管无意于受特定理论的束缚,但是据推测在这个过程中赋予粘合剂的正电荷可改善带电颗粒的聚集。

[0037] 据发现,在炭块配方中使用经等离子体改性的粘合剂显著改善了隐孢子虫孢囊的滤除效率。在我们的试验中,将孢囊减少能力表现不佳(不符合 ANSI/NSF 53 标准)的炭块配方改为使用经等离子体处理的粘合剂。使用通过等离子体处理(使用 TMS 或氧气 (O_2) 或两者)官能化的相同粘合剂代替商业粘合剂。除此之外,配方和方法均相同。将粘合剂

用 TMS 接着 O₂ 处理后,块体令人惊讶地表现出强大的孢囊减少能力,达到出水中无可测粒子的程度。

[0038] 在孢囊性能上的改善可允许用较大的炭粒子制造块体。在当前的商业炭块技术中,孢囊保持块体包含粒度主要小于 325 目(43 微米)的活性炭粒子。通过官能化的粘合剂,可由主要在 80 和 325 目(45 到 175 微米)之间的炭粒子制备具有孢囊保持能力的块体。这一优点使得能够制造压降更低的孢囊保持块体。这还使得可使用更少的粘合剂和更多的活性介质。另外,它还可以改善制造过程,因为超细炭粒子难以处理,难以产生紧密的粒度分布。

[0039] 使用经等离子体处理的粘合剂可显著增加块体的机械强度。对于具有相同配方的块体,用经等离子体处理的(TMS 或 O₂ 或两者)粘合剂取代未改性的相同商业粘合剂将横梁偏转力增大了近两倍。横梁偏转力(BDF)或断裂强度通常用作一种规范,以确保块体具有足够的强度,不会在运输和处理中损坏。具有较高横梁强度的块体的制备使得具有更小直径和更小壁厚的块体的制造成为可能。当前对水过滤器块体需求的趋势朝着更小的块体以装进紧凑空间(如冰箱和水龙头)方面发展。另一个趋势是追求在较低的压降下具有较高的水流速。这可通过使用较小的块体壁厚实现。

[0040] 使用经等离子体改性的粘合剂减少了所需的粘合剂含量,从而允许使用更多的活性介质。在当前的炭块技术中,示例性的配方包含大约 50 质量%的粘合剂含量和大约 50 质量%的活性介质含量。使用等离子体官能化的粘合剂,已制造出粘合剂含量低至 10 质量%的块体。这些低粘合剂含量已应用到具有难模制的几何形状的块体上(如 1.1 英寸内径 × 9/16 英寸内径 × 6 英寸长)。

[0041] 由低含量粘合剂制成的块体显示出明显改善的 VOC 滤除性能(以每单位块体体积的加仑数容量表示)。已经实现为当前商业炭块 2 至 4 倍的 VOC 容量。例如,直径为 1.1 英寸长为 5 英寸的块体已实现了远超过 160 加仑水(> 45 加仑/立方英寸)的 VOC 使用寿命(根据 NSF 标准 53)。大多数商业水过滤器块体的 VOC 容量都小于 20 加仑/立方英寸。

[0042] 使用经等离子体处理的粘合剂允许由颗粒状炭(> 100 微米的平均粒度)制备块体。已由 80 × 200 和 50 × 200 目的炭制成了含二氧化硅增强的粘合剂的块体,这类块体无裂纹,粒子脱落程度也降至最低。这与由未经二氧化硅改性的相同粘合剂制成的块体形成鲜明对比。使用标准粘合剂时,由这些粒度形成的块体表现出非常高的破裂频率和显著的粒子脱落。

[0043] 本发明的另一个实用性是改善炭块中粘合剂的润湿。炭块中的其他组分(活性炭、铅减少介质等)与聚乙烯相比亲水性更高。具有改善的可湿性的块体对重力流过滤应用如滤水壶应用具有优势,在这些应用中介质的迅速润湿很重要。

[0044] 除非另外指明,否则说明书和权利要求书中使用的所有表示成分、特性(如分子量)、反应条件等的量的数字,都应理解为在所有情况下都由术语“约”来修饰。因此,除非有相反的指示,否则以下说明书和所附权利要求书中给出的数字参数均为近似值,可根据本发明所追求获得的所需特性而改变。在最低程度上,丝毫没有将等同原则的应用限制于权利要求保护的范围的意思,至少应该根据所报告的有效数位的数并通过惯常的舍入技术来解释每一个数值参数。

[0045] 虽然,阐述本发明广义范围的数值范围和参数是近似值,但是在具体实例中所列

出的数值则是尽可能精确地报告的。但是,任何数值都固有地含有某些必然由其各自的试验测量中所存在的标准偏差而导致的误差。

[0046] 实例

[0047] 实例 1

[0048] 将小褶皱状粒子 (Ticona GUR 2126) 和小球 (Ticona GUR 4150-3) 形式的 UHMWPE 粘合剂通过使用以下物质的三种方式之一进行表面改性:仅四甲基硅烷 (TMS)、仅氧气和 TMS 接着氧气。在块体上进行空气流、BDF 和孢囊测试。

[0049] 一般来讲,在中试反应器中以大约 1500g 分批对粘合剂进行处理。中试反应器包括在电磁场中旋转的玻璃管。为了帮助粘合剂在中试反应器中的搅拌,向粘合剂中加入约 500mL 的惰性小珠。将粘合剂放入玻璃管后,抽空内部气体使压力降至约 0.3 托。将玻璃室上的转子设为以大约 8rpm 的转速旋转。对于四甲基硅烷处理,在 30 分钟内以大约 100cc/min 的流速将 TMS 引入室中。对于氧气处理,在 30 分钟内以大约 180cc/min 的流速将氧气引入室中。对于组合处理,相继地进行上述 TMS 气体和 O₂ 处理,各进行 30 分钟。当 TMS 或氧气存在于处理室中时,压力不超过约 1 托。

[0050] 一旦建立了所需的气氛后,即启动射频脉冲(前向大约 200W,反射大约 40W)。完成处理后,从反应器中取出粘合剂,使用筛子除去惰性小珠。

[0051] 对于 3 种不同的处理以及使用未经处理的粘合剂的 1 个对照的每一个,一批制造 24 个块体 (1.1 英寸外径 × 4.5 英寸长度)。块体的配方如下:

[0052]

材料	重量%
椰壳活性炭,标称 100 微米平均粒度	60
椰壳活性炭,标称 20 微米	17
硅酸钛除铅介质	10
处理过的 UHMWPE (小褶皱状) 粘合剂	6.5
处理过的 UHMWPE (小球形) 粘合剂	6.5

[0053] 在 6 英寸长 × 1.1 英寸外径的模具中制备块体。以脉冲填充方式填充模具,以达到最大的密度。在 177℃ 的对流烘箱中将模具烘烤 1 小时,每次八个。从对流烘箱取出后,用大约 50 磅的力在模具中压缩块体。块体具有 1.1 英寸的外径和 0.375 英寸的内径,将其切成 4.5 英寸的长度。块体重量大约为 37-39 克。块体为封端的,并随机分配到它们各自的测试中。BDF 样品尺寸为 16,其结果在表 1a 中提供,孢囊测试样品尺寸为 8,其结果在表 1b 中提供。

[0054] 表 1a:

[0055]

		TMS + O ₂	TMS	O ₂	无
空气流 (25L/min, H ₂ O)	平均	17.7	18.4	18.4	17.7
	标准偏差	1.3	0.7	1.5	1.0
	最大	21.6	20.5	23.1	20.8
	最小	13.7	16.4	13.8	14.6
BDF (磅)	平均	14.0	13.2	14.7	11.4
	标准偏差	1.5	1.7	1.7	1.6
	最大	18.4	18.4	19.8	16.1
	最小	9.6	8.0	9.6	6.7

[0056] 表 1b :

		通过	失败
[0057]	TMS + O ₂	100%	0%
	TMS	100%	0%
	O ₂	100%	0%
	无	88%	12%

[0058] BDF 数据表明与未处理过的块体相比在由 3 种处理方法任一种处理过的块体中存在强度方面的改善。经氧气等离子体处理的块体性能最强。

[0059] 孢囊测试数据表明,对于由经等离子体处理(氧气、TMS 或 TMS 接着 O₂)的粘合剂制成的块体,所有的块体均以至少 99.95%的效率通过测试。对于由未处理过的聚合物制成的块体,测试块体中有 12%未通过孢囊测试。

[0060] 实例 2

[0061] 根据表 2a 的配方由用 TMS 接着 O₂ 处理过的粘合剂制备炭块 :

[0062] 表 2a :

[0063]

材料	重量%
椰壳活性炭,标称 100 微米平均粒度	60
椰壳活性炭,标称 20 微米	20
硅酸钛除铅介质	7
处理过的 UHMWPE(小褶皱状)粘合剂 (Ticona GUR 2126)	6.5
处理过的 UHMWPE(小球形)粘合剂 (Ticona GUR 4150-3)	6.5

[0064] 在钴压混合机中将材料混合 2 分钟。以脉冲填充方式填充模具(1.1 英寸外径 × 3/8 英寸内径 × 12 英寸长),以达到最大的密度。将模具在 180℃ 的对流烘箱中烘烤 45 分钟。烘烤后,用活塞以 100 磅的恒定力压缩块体 30 秒。冷却并从模具中取出块体。将块体切成 4 英寸的长度,然后封端。

[0065] 表 2b 示出了通过该方法制备的 8 个块体的数据：

[0066] 表 2b

[0067]

块体编号 TMS 和 O ₂ 等离子体	质量, g	25L/min 下的空气流阻力, H ₂ O	0.5 加仑 / 分钟下的 压降, 磅 / 平方英寸
2-A	33.8	54.9	—
2-B	33.5	52.8	—
2-C	34.4	57.8	—
2-D	33.7	51.8	12.2
2-E	33.5	51.7	—
2-F	34.6	58.7	—
2-G	33.4	50.9	11.7
2-H	33.8	54.2	—
平均	33.8	54.1	—
标准偏差	0.44	2.9	—

[0068] 对块体 2-D 和 2-G 进行测试, 以测量这些块体从水中减少孢囊的性能。这些测试遵循使用替代试验用粉尘的 NSF 标准 53 方案。块体 2-D 和 2-G 均表现出强大的孢囊减少性能。也就是说, 这些块体表现出 > 99.95% 的效率。在整个测试中, 均未检测到 3-4 微米的流出粒子。

[0069] 实例 3

[0070] 比较

[0071] 根据表 3a 的配方用聚乙烯粘合剂 (未用等离子体处理) 制备炭块：

[0072] 表 3a

[0073]

材料	重量%
椰壳活性炭, 标称 100 微米平均粒度	60
椰壳活性炭, 标称 20 微米	20
硅酸钛除铅介质	7

处理过的 UHMWPE (小褶皱状) 粘合剂 (Ticona GUR 2126)	6.5
处理过的 UHMWPE (小球形) 粘合剂 (Ticona GUR 4150-3)	6.5

[0074] 对根据实例 2 的方法制备的块体进行测试,其性质如表 3b 所示:

[0075] 表 3b

[0076]

块体编号 TMS 和 O ₂ 等离子体	质量, g	25L/min 下的空气流阻力, H ₂ O	0.5 加仑 / 分钟下的 压降, 磅 / 平方英寸
3-A	31.8	42.8	8.5
3-B	33.2	50.1	-
3-C	33.3	54.1	-
3-D	31.1	38.8	8.0
3-E	33.3	48.8	-
3-F	32.0	42.0	-
3-G	33.7	54.6	-
3-H	31.6	38.8	-
平均	32.5	46.3	-
标准偏差	0.98	6.5	-

[0077] 如所显示的,块体质量和空气流阻力的标准偏差为由实例 3 中的经等离子体处理的粘合剂制备的块体对应值的两倍以上。另外,实例 2 中块体的平均空气流阻力和平均块体质量比实例 3 的对应值更高。这些数据表明改性的粘合剂改善了模具的填充,从而赋予了更高的填充密度和更具重现性的填充密度。

[0078] 遵循使用替代试验用粉尘的 NSF 标准 53 方案,对块体 3-A 和 3-D 进行测试,以测量这些块体从水中减少孢囊的性能。由未改性的粘合剂制备的块体均未通过孢囊减少测试。

[0079] 实例 4

[0080] 比较

[0081] 根据表 4a 的配方用聚乙烯粘合剂(未用等离子体处理)制备炭块。与实例 3 相比,通过加入更多的细炭对配方进行调整以改善孢囊性能。

[0082] 表 4a

[0083]

材料	重量%
椰壳活性炭, 标称 100 微米平均粒度	43
椰壳活性炭, 标称 20 微米	35
硅酸钛除铅介质	7
UHMWPE (小褶皱状) 粘合剂 (Ticona GUR 2126)	7.5
UHMWPE (小球形) 粘合剂 (Ticona GUR 4150-3)	7.5

[0084] 对根据实例 2 的方法制备的块体进行测试, 其性质如表 4b 所示。

[0085] 表 4b :

[0086]

块体编号 (无等离子体)	压缩力, 磅	0.5 加仑 / 分钟下的 压降, 磅 / 平方英寸	抱囊性能
4-A	50	10.1	失败
4-B	100	12.2	勉强通过
4-C	100	13.4	勉强通过
4-D	200	17.2	勉强通过
4-E	200	14.3	勉强通过
4-F	300	15.8	失败

[0087] 在这些由未经等离子体处理的粘合剂制成的块体中, 对于表征为“失败”的测试, 其效率小于 99.95% 并且未通过 NSF 53 标准。对于表征为“勉强通过”的测试, 其效率在规定的 NSF 采样点超过 99.95%, 但是在测试中的其他点, 效率降至 99.95% 以下。另外, 对于标记为“勉强通过”的测试, 其在流出物中具有可测的粒子。

[0088] 实例 5

[0089] 根据表 5a 的配方由用 TMS 然后 O₂ 处理过的粘合剂制备炭块 :

[0090] 表 5a

[0091]

材料	重量%
椰壳活性炭, 标称 100 微米平均粒度	20

椰壳活性炭, 标称 20 微米	45
硅酸钛除铅介质	7
处理过的 UHMWPE(小褶皱状) 粘合剂 (Ticona GUR 2126)	10
处理过的 UHMWPE(小球形) 粘合剂 (Ticona GUR 4150-3)	18

[0092] 对根据实例 2 的方法制备的块体进行测试, 其性质如表 5b 所示:

[0093] 表 5b

[0094]

块体编号 (TMS 和 O ₂ 等离子体)	质量, g	25L/min 下的空气流阻力, H ₂ O	横梁偏转力, 磅
5-A	69.3	92.2	63 磅
5-B	68.0	86.7	55 磅
5-C	70.6	100	74 磅
5-D	68.7	91.1	55 磅

[0095] 横梁偏转力定义为: 当块体的两端被支撑, 并在距离块体两端相等的点接受垂直于块体施加的力时, 破碎块体所需的力。这一参数通常被用作块体强度的度量, 其被用作确保块体不会在运输和处理过程中破碎的规范。

[0096] 实例 6

[0097] 比较

[0098] 根据表 6a 的配方用聚乙烯粘合剂 (未用等离子体处理) 制备炭块:

[0099] 表 6a

[0100]

材料	重量%
椰壳活性炭, 标称 100 微米平均粒度	20
椰壳活性炭, 标称 20 微米	45
硅酸钛除铅介质	7
处理过的 UHMWPE(小褶皱状) 粘合剂 (Ticona GUR 2126)	10

处理过的 UHMWPE(小球形) 粘合剂 (Ticona GUR 4150-3)	18
---	----

[0101] 对根据实例 2 的方法制备的块体进行测试,其性质如表 6b 中所示:

[0102] 表 6b

[0103]

块体编号 (无等离子体)	质量, g	25L/min 下的空气流阻力, H ₂ O	横梁偏转力, 磅
6-A	66.7	76.6	48 磅
6-B	67.0	72.2	49 磅
6-C	64.8	60.6	42 磅
6-D	68.6	78.4	53 磅

[0104] 如所显示的,与实例 5 的块体相比,实例 6 中未用经等离子体处理的粘合剂制备的块体的横梁偏转力通常更低。这表明经改性的粘合剂改善了横梁偏转力。

[0105] 实例 7

[0106] 根据表 7a 的配方由 TMS 接着 O₂ 处理过的粘合剂制备炭块:

[0107] 表 7a

[0108]

材料	重量%
椰壳活性炭,标称 100 微米平均粒度	63
椰壳活性炭,标称 20 微米	20
硅酸钛除铅介质	7
处理过的 UHMWPE(小褶皱状) 粘合剂 (Ticona GUR 2126)	5
处理过的 UHMWPE(小球形) 粘合剂 (Ticona GUR 4150-3)	5

[0109] 对根据实例 2 的方法制备的块体进行测试。这些块体是完整无裂纹的。对于水过滤应用,机械强度和粒子脱落量被视为合格。块体的总粘合剂含量为 10%。总活性介质含量为 90%。

[0110] 实例 8

[0111] 根据实例 2 表 2a 的配方制备用经首先 TMS 然后 O₂ 等离子体处理的粘合剂制备块体,外径为 1.1 英寸。表 8 汇总了对这些块体的初始 VOC 测试结果。当用含 300ppb 氯仿的水进行挑战性试验时,流出水中氯仿 (CHCl₃) 浓度的测量值以被处理的水的加仑数的函数

形式提供。在 NSF53 方案中,过滤器在其整个额定使用寿命必须保持流出物 CHCl_3 含量低于 15ppb (减少 95%)。

[0112] 表 8

[0113]

块体编号 TMS 和 O_2 等离子体	块体长度, 英寸	内径, 英寸	体积, 立方英寸	给定体积 (加仑) 下的穿透 CHCl_3 浓度 (ppb)					
				40 加仑	80 加仑	100 加 仑	120 加 仑	140 加 仑	160 加 仑
8-A	3.5	9/16	2.46	1.5	2.3	15	50	95	139
8-B	5.0	9/16	3.51	<0.5	0.88	1.2	1.4	1.9	4.1
8-C	4.0	3/8	3.36	<0.5	<0.5	1.1	2.6	15	39

[0114]

8-D	4.5	3/8	3.78	< 0.5	< 0.5	0.5	0.6	0.7	2.5
8-E	4.0	3/8	3.36	ND	< 0.5	< 0.5	0.7	2.3	7.6
8-F	4.5	3/8	3.78	0.7	1.3	2.7	7.0	26	32
8-G	4.5	3/8	3.78	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	0.6	0.7

[0115] 结果显示 4.5 英寸长的块体获得了 > 160 加仑的 VOC 容量。对于 5 英寸的块体,每单位块体体积对应的被处理 (除 VOC) 水体积 > 45 加仑 / 立方英寸。

[0116] 实例 9

[0117] 根据表 9 的配方用 TMS 接着 O_2 处理过的粘合剂制备炭块。相比之前实例的细炭,使用的炭为颗粒状的。

[0118] 表 9

[0119]

材料	重量%
Mead Westvaco Aquaguard 80X200	86
处理过的 UHMWPE (大褶皱状) 粘合剂 Ticona GUR 2122	14

[0120] 根据实例 2 的方法制备尺寸为 3.5 英寸外径 × 0.75 英寸内径 × 20 英寸长的块体,不同的是烘烤时间更长 (约 2 小时) 以在更大的模具中实现热传递。

[0121] 所有块体都是完整的 (无断裂) 并显示出最少的粒子脱落。之前对制备具有这一炭粒度和这一块体几何形状的块体的所有尝试都得到的是具有缺陷的块体 (断裂)。

[0122] 实例 10

[0123] 根据表 10a 的配方,用 TMS 接着 O_2 处理过的粘合剂制备由粗炭 PSD 形成的炭块:

[0124] 表 10a

[0125]

材料	重量%
椰壳活性炭, 标称 100 微米平均粒度	70
椰壳活性炭, 标称 20 微米	10
硅酸钛除铅介质	7
处理过的 UHMWPE (小褶皱状) 粘合剂 (Ticona GUR 2126)	6.5
处理过的 UHMWPE (小球形) 粘合剂 (Ticona GUR 4150-3)	6.5

[0126] 表 10b 示出了根据实例 2 的方法制备的 4 个块体的数据：

[0127] 表 10b

[0128]

块体编号 TMS 和 O ₂ 等离子体	25L/min 下的空气流阻力, H ₂ O	0.5 加仑 / 分钟下的 压降, 磅 / 平方英寸
10-A	76.3	14.8
10-B	66.0	13.0
10-C	56.7	12.9
10-D	64.4	12.2

[0129] 对这些块体进行测试, 以测量它们从水中减少孢囊的性能。这些测试遵循使用替代试验用粉尘的 NSF 标准 53 方案。块体 10-A 至 10-D 均表现出强大的孢囊减少性能。

[0130] 实例 11[0131] 根据表 11a 的配方由处理过的 (TMS 接着 O₂) 粘合剂制备圆盘：[0132] 表 11a

[0133]

材料	重量%
椰壳活性炭, 标称 100 微米平均粒度	80
处理过的 UHMWPE (小褶皱状) 粘合剂 (Ticona GUR 2126)	20

[0134] 混合上述组分, 然后模制成圆盘 (4.5 英寸直径 × 3/8 英寸厚)。在模具上设置一个顶盖, 但是不压缩模具。

[0135] 测试上述圆盘的水润湿性。用注射器将 10mL 自来水施加到圆盘的表面上。加水在

5 秒钟内完成。然后记录圆盘上的水被完全吸到圆盘中的总时间。该测试的数据在表 11b 中示出：

[0136] 表 11b

[0137]

块体编号 TMS 和 O ₂ 等离子体	水完全吸收所用时间, 秒
11-A	31
11-B	32
11-C	38
11-D	45
11-E	32
11-F	24
11-G	19
平均	32

[0138] 实例 12

[0139] 比较

[0140] 根据表 12a 的配方用聚乙烯粘合剂（未用等离子体处理）制备圆盘：

[0141] 表 12a

[0142]

材料	重量%
椰壳活性炭, 标称 100 微米平均粒度	80
UHMWPE (小褶皱状) 粘合剂 (Ticona GUR 2126)	20

[0143] 通过实例 11 的方法制备圆盘, 并根据实例 11 测试润湿性。测试的数据在表 12b 中示出：

[0144] 表 12b

[0145]

块体编号 无等离子体	水完全吸收所用时间, 秒
12-A	40
12-B	64

12-C	59
12-D	51
12-E	97
12-F	150
平均	87

[0146] 如所显示的,与实例 11 的圆盘相比,实例 12 中未用经等离子体处理的粘合剂制备的圆盘的润湿性时间通常更长。这表明经改性的粘合剂改善了可湿性。

[0147] 实例 13

[0148] 由首先用 TMS 接着用 O₂ 处理然后与抗微生物剂接枝的粘合剂制成炭块。以 3-三甲氧基甲硅烷基丙基二甲基十八烷基氯化铵形式的作为有机硅季铵化合物的抗微生物剂可以商品名 AEM 5700 得自 Aegis (Midland, MI)。为了接枝抗微生物剂,将含抗微生物剂的 1% 水溶液喷到经等离子体处理的粘合剂上,并混合至糊剂的稠度。然后将材料在具有氮气流过的 85°C 对流烘箱中过夜干燥。

[0149] 根据表 13 的配方制备炭块:

[0150] 表 13

[0151]

材料	重量%
椰壳活性炭 (-325 目)	19
椰壳活性炭 (80×325 目)	21
硅酸钛除铅介质	10
未处理过的 UHMWPE (大褶皱状) 粘合剂 (Ticona GUR 2122)	20
处理过的且 AM 接枝的 UHMWPE (小褶皱状) 粘合剂 (Ticona GUR 2126)	30

[0152] 制备具有 2.1 英寸外径 × 9.3 英寸长度的块体。根据 NSF 53 标准对这些块体进行浊度测试,经过 50 次以上的循环,流出物浊度减小达到了低于 0.25NTU。NSF 标准要求减至 0.5NTU。

[0153] 实例 14

[0154] 如实例 13 所讨论,由先用 TMS 再用 O₂ 处理然后与抗微生物剂接枝的粘合剂制成炭块。

[0155] 根据表 14 的配方制备炭块:

[0156] 表 14

[0157]

材料	重量%
椰壳活性炭, 标称 100 微米平均粒度	60
椰壳活性炭, 标称 20 微米	17
硅酸钛除铅介质	10
处理过的且 AM 接枝的 UHMWPE (小球形) 粘合剂 (Ticona GUR 4150-3)	6.5
处理过的且 AM 接枝的 UHMWPE (小褶皱状) 粘合剂 (Ticona GUR 2126)	6.5

[0158] 通过脉冲填充和压缩固化制备 1.1 英寸外径 × 4 英寸长的块体。根据 NSF 53 标准对这些块体进行浊度测试, 经过 19 次循环, 流出物浊度减小达到了低于 0.5NTU。

[0159] 对于具有未经等离子体处理的粘合剂的比较块体, 未通过浊度测试。也就是说, 比较块体经过 19 次循环后, 浊度结果大于 0.5NTU。

[0160] 在本说明书通篇中提到的“一个实施例”、“某些实施例”、“一个或多个实施例”或“实施例”, 意指结合该实施例描述的具体特征、结构、材料或特点被包括在本发明的至少一个实施例中。因此, 在本说明书通篇中多处出现的诸如“在一个或多个实施例中”、“在某些实施例中”、“在一个实施例中”或者“在实施例中”的词语, 未必指本发明的同一实施例。此外, 具体特征、结构、材料或特性可在一个或多个实施例中以任何合适的方式组合。

[0161] 虽然本文已参照具体的实施例描述了本发明, 但应当理解, 这些实施例仅仅是举例说明本发明的原理和应用。本领域技术人员会明白, 可不背离本发明的精神和范围, 对本发明的方法和设备作各种修改和变型。因此意图是, 本发明包括落入所附权利要求及其等同物的范围内的修改形式和变型形式。