

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-536347

(P2005-536347A)

(43) 公表日 平成17年12月2日(2005.12.2)

(51) Int.Cl.⁷

B01D 39/16
B01D 61/14
B01D 63/06
B01D 63/08
B01D 63/14

F 1

B01D 39/16
B01D 61/14
B01D 63/06
B01D 63/08
B01D 63/14

E

テーマコード(参考)

4D006
4D019

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 32 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2005-501749 (P2005-501749)	(71) 出願人	591163214 ドナルドソン カンパニー, インコーポレイティド
(86) (22) 出願日	平成15年8月5日(2003.8.5)		アメリカ合衆国, ミネソタ 55431, ミネアポリス, ピー. オー. ボックス 1 299, ウエスト ナインティフォース ストリート 1400
(85) 翻訳文提出日	平成17年4月5日(2005.4.5)	(74) 代理人	100076428 弁理士 大塚 康徳
(86) 國際出願番号	PCT/US2003/024412	(74) 代理人	100112508 弁理士 高柳 司郎
(87) 國際公開番号	W02004/018079	(74) 代理人	100115071 弁理士 大塚 康弘
(87) 國際公開日	平成16年3月4日(2004.3.4)	(74) 代理人	100116894 弁理士 木村 秀二
(31) 優先権主張番号	10/225,561		
(32) 優先日	平成14年8月20日(2002.8.20)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		
(31) 優先権主張番号	10/411,567		
(32) 優先日	平成15年4月7日(2003.4.7)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ファイバを含むフィルタ媒体

(57) 【要約】

改良されたろ過媒体またはフィルタ本体は、微細ファイバから作成することができ、内部欠陥のないろ過構造に形成することができる。フィルタ媒体またはフィルタ本体は、定義されたファイバ直径、層の厚さ、および媒体の固体性を有するファイバにおいて、スポットの集合体を備える。微細ファイバは、媒体本体に形成され、かなりの流束(flux)およびろ過効率を得る。ろ過媒体または本体は、改良されたフィルタ本体に結合された微細ファイバの単一層または複数層を備えることができる。

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

過フッ化ポリマー材料を実質的に含まないポリマーのフィルタ媒体であって、前記フィルタ媒体が有機ポリマーを含むファイバの集まりを含み、前記ファイバが約0.03から0.5μmの直径をもち、前記フィルタ媒体が、約1から100μmの厚さをもつ1層を含み、前記フィルタ媒体が、約5%から50%の固体性(solidity)をもつことを特徴とするフィルタ媒体。

【請求項 2】

前記固体性が、約5%から30%であることを特徴とする請求項1に記載のフィルタ媒体。 10

【請求項 3】

前記フィルタ媒体が、約5から100μmの厚さと、10psiにおいて水の10mL/m in/cm²(10mL-min⁻¹-cm²)より大きい流束(flux)とを有することを特徴とする請求項1に記載のフィルタ媒体。

【請求項 4】

2つ以上のファイバの層を含み、各ファイバの層が約20μm未満の厚さを独立にもち

、前記フィルタ媒体が、10psiにおいて水の10mL/m in/cm²(10mL-min⁻¹-cm²)より大きい流束(flux)と、水の約20mL/m in/cm²の流速(flow rate)において約0.2μmの粒子について少なくとも約98%のろ過効率とをもつことを特徴とする請求項1に記載のフィルタ媒体。 20

【請求項 5】

前記ファイバの本体の厚さが約5から80μmであり、前記フィルタ媒体が、10psiにおいて水の10mL/m in/cm²(10mL-min⁻¹-cm²)より大きい流束(flux)と、水の約20mL/m in/cm²の流速(flow rate)において約0.2μmの粒子について少なくとも約98%のろ過効率とを有することを特徴とする請求項1に記載のフィルタ媒体。

【請求項 6】

前記媒体の固体性が約7%から25%であり、前記フィルタ媒体が、10psiにおいて水の10mL/m in/cm²(10mL-min⁻¹-cm²)より大きい流束(flux)と、水の約20mL/m in/cm²の流速(flow rate)において約0.2μmの粒子について少なくとも約98%のろ過効率とを有することを特徴とする請求項1に記載のフィルタ媒体。 30

【請求項 7】

前記フィルタ媒体が、巻き媒体またはプリーツ媒体であり、多孔性の支持体と結合されることを特徴とする請求項1に記載のフィルタ媒体。

【請求項 8】

前記媒体が、平坦なパネルフィルタまたは円筒状のフィルタの媒体層を含むことを特徴とする請求項6に記載のフィルタ媒体。 40

【請求項 9】

前記ファイバの直径が、約0.05から0.4μmであることを特徴とする請求項1に記載のフィルタ媒体。

【請求項 10】

前記ファイバが、ナイロン・ファイバを含むことを特徴とする請求項1に記載のフィルタ媒体。

【請求項 11】

前記ファイバが、ポリオレフィンを含むことを特徴とする請求項1に記載のフィルタ媒体。

【請求項 12】

JP 2005-536347 A 2005.12.2 50

前記ポリオレフィンが、ポリエチレンまたはポリプロピレンを含むことを特徴とする請求項 1 1 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 1 3】

前記ファイバが、塩化ポリビニルを含むことを特徴とする請求項 1 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 1 4】

前記ファイバが、ポリアクリロニトリル・ファイバを含むことを特徴とする請求項 1 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 1 5】

前記ファイバが、ポリエーテルスルファンを含むことを特徴とする請求項 1 に記載のフィルタ媒体。 10

【請求項 1 6】

前記ファイバが、ポリエステルを含むことを特徴とする請求項 1 に記載のフィルタ媒体。 10

【請求項 1 7】

前記ポリエステルが、P E T または P B T を含むことを特徴とする請求項 1 5 に記載の媒体。

【請求項 1 8】

前記ファイバが、フッ化ポリビニリデンを含むことを特徴とする請求項 1 に記載のフィルタ媒体。 20

【請求項 1 9】

前記ファイバが、フェノール付加物を含むナイロン・ファイバを備えることを特徴とする請求項 1 0 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 2 0】

前記ファイバが、ポリカーボネートを含むことを特徴とする請求項 1 0 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 2 1】

前記ファイバが、スチレン・ポリマーを含むことを特徴とする請求項 1 0 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 2 2】

過フッ化ポリマー材料を実質的に含まないポリマーのフィルタ媒体であって、
前記フィルタ媒体が、有機ポリマーのファイバの少なくとも 2 つの層を含み、
前記ファイバが、約 0 . 0 3 から 0 . 5 μm の直径をもち、
前記少なくとも 2 つの層が結合して一つの本体となり、前記本体が、約 2 から 1 0 0 μm の厚さをもち、約 5 % から 5 0 % の固体性を有することを特徴とするフィルタ媒体。 30

【請求項 2 3】

前記固体性が約 5 % から 3 0 % であることを特徴とする請求項 2 2 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 2 4】

1 0 p s i において水の 1 0 m L / m i n / c m² (10mL·min⁻¹·cm²) より大きい流束 (f lux) を有することを特徴とする請求項 2 2 に記載のフィルタ媒体。 40

【請求項 2 5】

2 つ以上の層を含み、各層が約 2 0 μm 未満の厚さを独立にもち、
前記フィルタ媒体が、1 0 p s i において水の約 1 5 から 6 0 m L / m i n / c m² (60m L·min⁻¹·cm²) の流束 (flux) と、水の約 2 0 m L / m i n / c m² の流速 (flow rate) において約 0 . 2 μm の粒子について少なくとも 9 8 % のろ過効率とをもつことを特徴とする請求項 2 2 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 2 6】

前記ファイバの本体の厚さが、約 5 から 8 0 μm であり、各層の厚さが独立に約 5 から 2 5 μm であり、 50

前記フィルタ媒体が、10 p s iにおいて水の約15から60 m L / m i n / c m² (60m L·min⁻¹·cm²)の流束 (flux) と、水の約20 m L / m i n / c m²の流速 (flow rate) において約0.2 μ mの粒子について少なくとも約98%のろ過効率とを有することを特徴とする請求項22に記載のフィルタ媒体。

【請求項27】

前記ファイバの本体の前記固体性が約7%から25%であり、

前記フィルタ媒体が、10 p s iにおいて水の10 m L / m i n / c m² (10mL·min⁻¹·cm²)より大きい流束 (flux) と、水の約20 m L / m i n / c m²の流速 (flow rate) において約0.2 μ mの粒子について少なくとも約98%のろ過効率とを有することを特徴とする請求項22に記載のフィルタ媒体。

10

【請求項28】

前記フィルタ媒体が、多孔性支持体と結合されていることを特徴とする請求項22に記載のフィルタ媒体。

【請求項29】

前記フィルタ媒体が、平坦パネル媒体を含むことを特徴とする請求項28に記載のフィルタ媒体。

【請求項30】

前記フィルタ媒体が、円筒状の媒体を含むことを特徴とする請求項28に記載のフィルタ媒体。

【請求項31】

前記ファイバの直径が、約0.05から0.4 μ mであることを特徴とする請求項23に記載のフィルタ媒体。

20

【請求項32】

前記ファイバが、ナイロン・ファイバを含むことを特徴とする請求項23に記載のフィルタ媒体。

【請求項33】

前記ファイバが、ポリアクリロニトリル・ファイバを含むことを特徴とする請求項23に記載のフィルタ媒体。

【請求項34】

前記ファイバが、フェノール付加物を含むナイロン・ファイバを含むことを特徴とする請求項23に記載のフィルタ媒体。

30

【請求項35】

フィルタの構造が、ファイバの3から5層を含み、前記本体が、約5から50 μ mの厚さをもち、各層が約20 μ m未満の厚さをもつことを特徴とする請求項23に記載のフィルタ媒体。

【請求項36】

10 p s iにおいて水の10 m L / m i n / c m² (10mL·min⁻¹·cm²)より大きい流束 (flux) を有することを特徴とする請求項23に記載のフィルタ媒体。

【請求項37】

2つ以上の層を含み、各層が約20 μ m未満の厚さを独立にもち、

前記フィルタ媒体が、10 p s iにおいて水の約15から60 m L / m i n / c m² (60m L·min⁻¹·cm²)の流束 (flux) と、水の約20 m L / m i n / c m²の流速 (flow rate) において約0.2 μ mの粒子について少なくとも約98%のろ過効率とを有することを特徴とする請求項23に記載のフィルタ媒体。

40

【請求項38】

前記ファイバの本体の厚さが約5から80 μ mであり、それぞれの層の厚さが独立に約5から25 μ mであり、

前記フィルタ媒体が、10 p s iにおいて水の約15から60 m L / m i n / c m² (60m L·min⁻¹·cm²)の流束 (flux) と、水の約20 m L / m i n / c m²の流速 (flow rate) において約0.2 μ mの粒子について少なくとも約98%のろ過効率とを有することを特徴

50

とする請求項 2 3 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 3 9】

前記ファイバの本体の前記固体性が、約 7 % から 2 5 % であり、

前記フィルタ媒体が、1 0 p s i において水の 1 0 m L / m i n / c m² (10mL·min⁻¹·cm²) より大きい流束 (flux) と、水の約 2 0 m L / m i n / c m² の流速 (flow rate) において約 0 . 2 μ m の粒子について少なくとも約 9 8 % のろ過効率とを有することを特徴とする請求項 2 3 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 4 0】

前記フィルタ媒体が、多孔性支持体と結合されることを特徴とする請求項 2 3 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 4 1】

前記フィルタ媒体が、平坦パネル媒体を含むことを特徴とする請求項 4 0 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 4 2】

前記フィルタ媒体が、円筒状の媒体を含むことを特徴とする請求項 4 0 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 4 3】

前記ファイバの直径が、約 0 . 0 5 から 0 . 4 μ m であることを特徴とする請求項 2 3 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 4 4】

前記ファイバが、ナイロン・ファイバを含むことを特徴とする請求項 2 3 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 4 5】

前記ファイバが、ポリアクリロニトリル・ファイバを含むことを特徴とする請求項 2 3 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 4 6】

前記ファイバが、フェノール付加物を含むナイロン・ファイバを備えることを特徴とする請求項 4 5 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 4 7】

ポリマーファイバの層が、隣接するポリマーのファイバ層とは異なるポリマーを含むことを特徴とする請求項 2 3 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 4 8】

ファイバ層が、隣接するファイバ層とは異なる厚さをもつことを特徴とする請求項 2 3 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 4 9】

前記ファイバ層の前記固体性が隣接するファイバ層の前記固体性とは異なることを特徴とする請求項 2 3 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 5 0】

前記ファイバの直径が、約 0 . 0 5 から 0 . 4 μ m であることを特徴とする請求項 2 3 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 5 1】

過フッ化ポリマー材料を実質的に含まず、かつ欠陥の経路を実質的に含まないフィルタ媒体であって、

前記フィルタ媒体が、ポリマーファイバの少なくとも 2 つの層を備え、

前記ファイバが、約 0 . 0 3 から 0 . 5 μ m の直径をもち、

前記少なくとも 2 つの層が結合されて一つの本体となり、

前記一つの本体が、約 5 から 1 0 0 μ m の厚さと約 5 % から 5 0 % の固体性とをもち、

液体のろ過中、少なくとも 2 4 時間のろ過動作で、前記フィルタ媒体を横切る前記液体のろ過は、1 0 p s i において水の少なくとも約 1 0 m L / m i n / c m² (10mL·min⁻¹·cm²) の流束 (flux) で、かつ、ほぼ室温の水の約 2 0 m L / m i n / c m² の流速 (flow rat

10

20

30

40

50

e)において約0.2μmの粒子を98.5%より高いろ過効率に維持して行うことができる特徴とするフィルタ媒体。

【請求項52】

前記固体性が約5%から30%であることを特徴とする請求項51に記載のフィルタ媒体。

【請求項53】

前記ファイバの直径が約0.05から0.4μmをもつことを特徴とする請求項51に記載のフィルタ媒体。

【請求項54】

2つ以上の層を含み、各層が約20μm未満の厚さを独立にもち、

前記フィルタ媒体が、10psiにおいて水の約15から60mL/min/cm²(60mL·min⁻¹·cm²)の流束(flux)と、ほぼ室温の水の約20mL/min/cm²の流速(flow rate)において、約0.2μmの粒子について少なくとも約99%のろ過効率とを有することを特徴とする請求項51に記載のフィルタ媒体。

【請求項55】

前記ファイバの本体の厚さが約5から80μmであり、各層の厚さが個別に約5から25μmであり、

前記フィルタ媒体が、10psiにおいて水の約15から60mL/min/cm²(60mL·min⁻¹·cm²)の流束(flux)と、ほぼ室温の水の約20mL/min/cm²の流速(flow rate)において約0.2μmの粒子について少なくとも99%のろ過効率とを有することを特徴とする請求項51に記載のフィルタ媒体。

【請求項56】

前記ファイバの本体の前記固体性が、約7%から25%であり、

前記フィルタ媒体が、10psiにおいて水の約15から60mL/min/cm²(60mL·min⁻¹·cm²)の流束(flux)と、ほぼ室温の水の約20mL/min/cm²の流速(flow rate)において約0.2μmの粒子について少なくとも99%のろ過効率とを有することを特徴とする請求項51に記載のフィルタ媒体。

【請求項57】

前記媒体が、多孔性の支持体と結合されることを特徴とする請求項51に記載のフィルタ媒体。

【請求項58】

前記フィルタ媒体が、平坦パネル媒体を含むことを特徴とする請求項57に記載のフィルタ媒体。

【請求項59】

前記フィルタ媒体が、円筒状の媒体を含むことを特徴とする請求項57に記載のフィルタ媒体。

【請求項60】

前記ファイバの直径が、約0.05から0.4μmであることを特徴とする請求項51に記載のフィルタ媒体。

【請求項61】

前記ファイバが、ナイロン・ファイバを含むことを特徴とする請求項51に記載のフィルタ媒体。

【請求項62】

前記ファイバが、ポリアクリロニトリル・ファイバを含むことを特徴とする請求項1に記載のフィルタ媒体。

【請求項63】

前記ファイバが、フェノール付加物を含むナイロン・ファイバを含むことを特徴とする請求項61に記載のフィルタ媒体。

【請求項64】

前記フィルタの構造が、ファイバの3から5層を含み、前記本体が、約5から100μ

10

20

30

40

50

mの厚さをもち、各層が、約20μm未満の厚さをもつことを特徴とする請求項51に記載のフィルタ媒体。

【請求項65】

前記フィルタ媒体は10psiにおいて水の10mL/min/cm²(10mL·min⁻¹·cm²)より大きい流束(flux)を有することを特徴とする請求項51に記載のフィルタ媒体。

【請求項66】

2つ以上の層を含み、各層が約20μm未満の厚さを独立にもち、

前記フィルタ媒体が、10psiにおいて水の約15から60mL/min/cm²(60mL·min⁻¹·cm²)の流束(flux)と、ほぼ室温の水の約20mL/min/cm²の流速(flow rate)において、約0.2μmの粒子について少なくとも98%のろ過効率とを有することを特徴とする請求項51に記載のフィルタ媒体。 10

【請求項67】

前記ファイバの本体の厚さが、約5から80μmであり、各層の厚さが、個別に約5から25μmであり、

前記フィルタ媒体が、10psiにおいて水の約15から60mL/min/cm²(60mL·min⁻¹·cm²)の流束(flux)と、ほぼ室温の水の約20mL/min/cm²の流速(flow rate)において約0.2μmの粒子について少なくとも98%のろ過効率とを有することを特徴とする請求項51に記載のフィルタ媒体。

【請求項68】

前記ファイバの本体の前記固体性が、約7%から25%であり、

前記フィルタ媒体が、10psiにおいて水の10mL/min/cm²(10mL·min⁻¹·cm²)より大きい流束(flux)と、ほぼ室温の水の約20mL/min/cm²の流速(flow rate)において約0.2μmの粒子について少なくとも98%のろ過効率とを有することを特徴とする請求項51に記載のフィルタ媒体。 20

【請求項69】

前記フィルタ媒体が、多孔性の支持体と結合されていることを特徴とする請求項51に記載のフィルタ媒体。

【請求項70】

前記フィルタ媒体が、平坦パネル媒体を含むことを特徴とする請求項69に記載のフィルタ媒体。 30

【請求項71】

前記フィルタ媒体が、円筒状の媒体を含むことを特徴とする請求項69に記載のフィルタ媒体。

【請求項72】

前記ファイバが、ナイロン・ファイバを含むことを特徴とする請求項51に記載のフィルタ媒体。

【請求項73】

前記ファイバが、ポリアクリロニトリル・ファイバを含むことを特徴とする請求項51に記載のフィルタ媒体。 40

【請求項74】

前記ファイバが、フェノール付加物を含むナイロン・ファイバを含むことを特徴とする請求73に記載のフィルタ媒体。

【請求項75】

ポリマーのファイバ層が、隣接するポリマーのファイバ層とは異なるポリマーを含むことを特徴とする請求項51に記載のフィルタ媒体。

【請求項76】

ファイバ層が、隣接するファイバ層とは異なる厚さを備えることを特徴とする請求51に記載のフィルタ媒体。

【請求項77】

ファイバ層が、隣接するファイバ層とは異なるファイバのサイズを含むことを特徴とす 50

る請求項 5 1 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 7 8】

ファイバ層のポアサイズが、隣接するファイバ層のポアサイズとは異なることを特徴とする請求項 5 1 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 7 9】

ファイバ層の前記固体性が、隣接するファイバ層の固体性とは異なることを特徴とする請求項 5 1 に記載のフィルタ媒体。

【請求項 8 0】

フィルタ媒体を形成する方法であって、

(a) 約 1 ~ 1 0 0 μm の厚さを有する層を基板の上に形成する工程であって、ファイバが約 0 . 0 3 から 0 . 5 μm の直径をもち、前記ファイバが前記基板とポリマーの溶液とを 1 0 キロボルトより大きい電位差に晒すことによって形成される工程と、 10

(b) 前記ファイバを前記基板から分離して層を形成する工程と、

(c) 前記ファイバの 2 つ以上の層を結合してフィルタ本体を形成する工程と、を含むことを特徴とする方法。 20

【請求項 8 1】

前記フィルタ本体が、少なくとも約 1 0 0 の温度で、少なくとも約 5 p s i の圧力に晒され、約 5 から 1 0 0 μm の厚さと約 5 % から 5 0 % の固体性とをもつフィルタ媒体を形成することを特徴とする請求項 8 0 に記載の方法。

【請求項 8 2】

前記固体性が、約 5 % から 3 0 % であることを特徴とする請求項 8 1 に記載の方法。

【請求項 8 3】

ファイバの前記本体は、ファイバの 2 つ以上の層を結合して前記本体を形成し、前記本体を約 1 0 0 から 2 5 0 の温度で約 1 5 から 1 0 0 p s i の圧力でカレンダロールに晒して約 7 % から 2 5 % のフィルタ媒体の固体性を形成することによって形成されることを特徴とする請求項 8 0 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、媒体、フィルタ構成 (filter arrangement) および方法に関する。より具体的には、本発明は、ガス流れまたは液体流れなどの流体流れ (fluid streams such as gas or liquid stream) 、例えば、空気または水溶性の流れから、微粒子の材料をろ過する構成に関する。本発明は、そのような流体流れから微粒子材料の所望の除去を達成する方法にも関する。本発明は、改良された微細ファイバ媒体 (fine fiber medium) を使用する改良されたフィルタ媒体または構造に関する。本発明は、より好ましくは、「欠陥のない」構造 ("defect free" structure) に製造することができ、かつ有効なろ過能力をかなりの期間にわたって維持することができる纖維フィルタ材料に関する。 30

【背景技術】

【0 0 0 2】

本出願は、2 0 0 3 年 8 月 5 日に米国企業であり米国所在（すべての国への出願人）である Donaldson Company, Inc. の名前で米国を除くすべての国を指定し、2 0 0 2 年 8 月 2 0 日に出願された米国特許出願 1 0 / 2 2 5 5 6 1 および 2 0 0 3 年 4 月 7 日に出願された米国特許出願 1 0 / 4 1 1 5 6 7 の優先権を主張する、PCT 国際特許出願として出願するものである。 40

【0 0 0 3】

流体 (fluid) 、すなわち液体および気体の流れ (liquid and gaseous stream) は、しばしば、混入された微粒子の材料を搬送する。多くの場合、流体流れから微粒子材料のいくらかまたはすべてを実質的に除去することは、安全性および健康、機械動作、ならびに美観 (aesthetics) を含む理由のために重要である。たとえば、モータで駆動する車両または発電装置のエンジンへの空気取入れ流れ、ガスタービン用の流れ、および様々な燃焼

10

20

30

40

50

炉への空気流れは、しばしば混入された微粒子を含む。微粒子の材料が、関与する様々な機構の内部作業領域に到達すると、かなりの損傷を生じ得る。他の場合、工業的なプロセスからの生成するガスまたは排出されるガスは、プロセスで発生した粒子など微粒子の材料を内部に含み得る。そのようなガスを様々な下流機器を経て、および／または大気に向ける前に、またはそうする前に、微粒子材料をそれらの流れから実質的に除去することが要求されることがある。様々な空気フィルタまたはガスフィルタの構成が、様々な形態の媒体材料のアレイを使用して微粒子を除去するために開発してきた。

【0004】

通常、フィルタの媒体材料は、流体経路に配置されたろ過構造中で使用される。媒体は、通常、流体流れから微粒子を物理的に分離する。媒体は、通常、他と比べて機械的に安定であり、適切な浸透性と、比較的小さいポア・サイズと、小さい圧力降下と、流体の影響に対する耐性とをもつので、深刻な機械的な媒体の故障を生じずに、ある期間にわたって流体から微粒子を有効的に除去し得る。媒体は、織物または不織の形態でいくつかの材料から作成することができる。そのような材料は、エア・レイド (air-laid)、ウォーターレイド (water laid)、メルト・ブロウン (melt blown) することができ、またはそうでない場合は、有効なポア・サイズ、多孔率、固体性、もしくは他のろ過要件をもつシート状材料に形成することができる。

【0005】

不織ろ過要素 (non-woven filter element) は、表面の充填媒体として使用することができる。一般に、そのような要素は、微粒子材料を運ぶ流れを横切って配向されたセルロース、ガラス、PTFE、合成ファイバまたは他のファイバの高密度のマットを含む。媒体は、一般に、ガスの流れに対して浸透性であり、また、選択されたサイズより大きい粒子が媒体を通過することを阻止するために、十分に微細なポア・サイズおよび適切な多孔率を有するように構築される。材料がフィルタ・ペーパを通過する際に、フィルタ・ペーパの上流側は、ガス（流体）流れから選択されたサイズの粒子を捕集して保持するよう拡散および遮断により動作する。粒子は、フィルタ・ペーパの上流側においてダスト・ケークとしてを集められる。やがて、ダスト・ケークもフィルタとして動作し始め、効率が増大する。これは、「シーズニング」すなわち、初期効率より優れた効率の展開と呼ばれることがある。

【0006】

本明細書において開示される原理を使用するいくつかを含めて、エアークリーナ・システムにおいて有用な媒体のタイプには、BASF Corporation [ミシガン州ワイアンドット] または3M [ミネソタ州セントポール] などのフォーム供給業者から入手可能なポリウレタン・フォーム媒体などの連続気泡 (opencell foam) 媒体、およびいくつかの場合の微孔性媒体 (microporous media) がある。たとえば、W.L.Gore and Associates, Inc. [デラウェア州ニューアーク] によって全般的に製造され、またはその監督下にあり、かつ名称 Gore-Tex (登録商標) で販売されているタイプのフィブリルによって相互接続されたノードを備える伸張ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) 膜、およびDonaldson Company Inc. の一部門であるTetratecによって製造され、商標名 Tetratex (登録商標) で販売されているPTFE材料は、微孔性膜 (microporous membrane) である。そのような微孔性膜を製造する技術は、米国特許第3953566号、第4187390号、第4110239号、および第5066683号において全般的に提供されており、参照によって本明細書に組み込まれている。多くの場合、そのような膜は、エアークリーナ・フィルタの構築に使用され、膜は、スクリムなどの基板にラミネートされ、または、膜は、フェルトもしくはスクリムの2つの層など、様々な基板間に配置される。一般に、PTFE膜または類似の微孔性膜は、表面充填または障壁フィルタとして動作する。一方、連続気泡膜 (opencell foam membrane) は、通常、デプス媒体 (depth media) として動作する。

【0007】

10

20

30

40

50

ろ過機器において使用される他の媒体は、ガラス・ファイバの使用を含む。そのようなガラス・ファイバ媒体は、通常、化学的攻撃に対する相当の耐性を有する織物構造または不織構造で構成された比較的小さい直径のガラス・ファイバであり、フィルタ・カートリッジの応用分野において比較的小さい多孔率および高い効率(HEPA)を有することができる。そのようなガラス・ファイバ媒体は、以下の米国特許番号において見られる：Smithら、米国特許第2797163号、Waggoner、米国特許第3228825号、Raczek、米国特許第3240663号、Youngら、米国特許第3249491号、Boden Dorffら、米国特許第3253978号、Adamsら、米国特許第3375155号、およびPewssら、米国特許第3882135号。他のろ過媒体は、間隔をおいて配置される微細ファイバ構造を使用し、参照によって本明細書に組み込まれているドナルドソンの米国特許第5672399号、および参照によって本明細書に組み込まれている一般的に譲渡された1997年9月29日出願の米国特許出願08/935103において特徴付けられる。そのような材料は、デブス媒体タイプ構造と表面充填構造との間にあるハイブリッドと見なすことができる。すなわち、粒子は、そのような構成の深さを経て分布されるが、微細ファイバ層は、それぞれ、一部には障壁の形態として一般に動作し、いくつかの場合、間隔材料は、主に微細ファイバ層を分離し、かつ充填を見込むように動作する。そのような媒体は、本明細書において特徴付けられる原理を含む選択構成において使用することもできる。

10

20

30

40

- 【特許文献1】米国特許第3953566号
- 【特許文献2】米国特許第4187390号
- 【特許文献3】米国特許第4110239号
- 【特許文献4】米国特許第5066683号
- 【特許文献5】米国特許第2797163号
- 【特許文献6】米国特許第3228825号
- 【特許文献7】米国特許第3240663号
- 【特許文献8】米国特許第3249491号
- 【特許文献9】米国特許第3253978号
- 【特許文献10】米国特許第3375155号
- 【特許文献11】米国特許第3882135号
- 【特許文献12】米国特許第5672399号
- 【特許文献13】米国特許出願08/935103号

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0008】

我々は、ポリマー材料からフィルタ媒体を形成し、そしてファイバを微細ファイバの比較的厚い集合体に形成することによって、有効なフィルタ媒体を作成することができることを見いだした。層の微細ファイバは、約0.01から約1μm、好ましくは約0.03から0.5μmの直径を有することが好ましい。ファイバを含む層は、約1から100μmの厚さを有し、約5%から50%、好ましくは約5%から30%の媒体固体性を有する。本発明のポリマー・フィルタ媒体は、過フッ化ポリマー以外の有機ポリマー材料から作成される。これらの媒体は、ガスおよび液体の流体を含めて、流体をろ過するために使用することができる。本発明の好ましい媒体は、約5から100μmの厚さと、水の10psiにおいて約10mL/min/cm²(10mL·min⁻¹·cm²)より大きい実質的なフィルタ寿命にわたって維持することができるかなりの流束(flux)とを有する。本発明の媒体の一態様では、媒体固体性(media solidity)は、流体をろ過するために使用されるとき、約7%から25%とすることができます、10psiにおいて10mL/min/cm²(10mL·min⁻¹·cm²)より大きい流束(flux)、および水の約20mL/min/cm²の流速(flow rate)において試験されるとき、約0.2μmの粒子について少なくとも約98%の試験ろ過効率である。

【0009】

50

本発明の媒体は、通常、单一工程において微細ファイバを比較的厚い媒体層に形成することによって、または静電紡糸 (electrostatic spinning) プロセスにより複数工程を使用して媒体の厚さを構築することによって、形成される。次いで、形成されたフィルタ・マットは、流体流れから微粒子を効果的に除去することができるほぼ欠陥のない特性を有する機械的に安定な媒体層に層を圧縮することができる温度および圧力の条件に晒す。本発明では、「欠陥のない」という用語は、フィルタ要素またはカートリッジが本発明の媒体を使用して作成されるとき、媒体が、流体流れからかなりの量の微粒子を除去することができ、製造プロセスにおいて形成されるポアより著しく大きいポア・サイズを有する欠陥経路を微粒子が通過することにより、障害が生じないことを意味する。本発明では、媒体は、水の約 $20 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{cm}^2$ の流速 (flow rate) において約 $0.2 \mu\text{m}$ の粒子について、約 98 % のろ過効率を有する。媒体の効率をこのパラメータより低く低減するあらゆる深い経路が、欠陥経路を構成する。

10

20

30

40

50

【0010】

また、本発明は、熱、湿度、反応材料、および機械的応力に対して改善された環境安定性を有して製造することができるポリマー材料にも関する。そのような材料は、改善された安定性および強度を有する本発明の媒体において使用されるマイクロファイバ材料およびナノファイバ材料などの微細ファイバの形成に使用することができる。ファイバのサイズが低減されるので、材料の残存性は、よりいっそう問題となる。そのような微細ファイバは、様々な応用分野において有用である。一応用分野では、フィルタ構造は、この微細ファイバ技術を使用して用意することができる。本発明は、ポリマー、ポリマー組成、ファイバ、フィルタ、フィルタ構築、およびろ過方法に関する。本発明の適用は、具体的には、空気流れおよび液体（たとえば、非水性および水性）流れからなど、流体流れから粒子をろ過することに関する。記述される技術は、フィルタ媒体において微細ファイバの1つまたは複数の層を有する構造に関する。組成およびファイバ・サイズは、特性および残存性の組合わせについて選択される。

【0011】

フィルタ媒体は、機械的に安定なフィルタ構造において基板材料または多孔性支持体と随意選択で結合される少なくともマイクロファイバまたはナノファイバの媒体層を含む。これらの層は、ガスまたは液体などの流体が本発明の微細ファイバ・フィルタ媒体を通過するとき、最小の流れ制限において優れたろ過と、高い粒子捕集の効率とを併せて提供する。本発明の媒体は、流体流れの上流、下流、または内部層に配置することができる。様々な産業が、ろ過のためにろ過媒体を使用すること、すなわち、ガスまたは液体などの流体から所望されない粒子を除去することに、近年大きな関心を寄せている。共通するろ過プロセスは、空気流れもしくは他のガス流れを含む流体から、または圧媒液、潤滑油、燃料、水流れ、もしくは他の流体などの液体流れから、微粒子を除去する。そのようなろ過プロセスは、マイクロファイバおよび基板材料の機械的強度ならびに化学的および物理的安定性を必要とする。フィルタ媒体は、広範な温度条件、湿度、機械振動および衝撃に晒されることがあり、反応性および無反応性、研磨性または非研磨性の微粒子が流体流れに混入することがある。さらに、ろ過媒体は、しばしば、フィルタ媒体を反転圧力パルス（微粒子の表面コーティングを除去するための流体流れの短い反転）に晒する自己クリーニング能力、またはフィルタ媒体の表面から混入微粒子を除去することができる他のクリーニング機構を必要とする。そのような反転クリーニングは、パルス・クリーニング後、大きく改善された（すなわち）低減された圧力降下をもたらすことができる。粒子捕集効率は、パルス・クリーニング後、通常は改善されないが、パルス・クリーニングは、圧力降下を低減し、ろ過動作のエネルギーを節約する。そのようなフィルタは、修理のために取り外して、水性または非水性のクリーニング組成においてクリーニングすることができる。そのような媒体は、しばしば、微細ファイバを紡糸 (spinning) させ、次いで多孔性基板の上にマイクロファイバのかみ合いウエブを形成することによって、製造される。紡糸 (spinning) ・プロセスにおいて、ファイバは、ファイバ・マットを統合層の中にかみ合わせるように、ファイバ間に物理的結合を形成することができる。次いで、そのような材

料は、カートリッジ、平坦ディスク、キャニスター、パネル、バッグ、およびポーチなどの所望のフィルタ・フォーマットに製作することができる。そのような構造内では、媒体は、実質的にプリーツ状にする、圧延する、またはそうでない場合は支持体構造の上に配置することができる。

【0012】

ポリマー・ナノファイバおよびポリマー・マイクロファイバが既知であるが、これらの使用は、機械的応力に対し脆弱であり、表面積対容積率が非常に高いために化学的劣化を受けやすることにより、非常に限定されていた。本発明において記述されるファイバは、これらの限定に対処することにより、非常に様々なる過、織物、膜、および他の多様な応用分野において有用である。フィルタは、ろ過し、ろ過中に微粒子を纖維マトリックスに充填 (load) し、一方、実際の流速 (flow rate) すなわち過速度と許容可能な圧力降下とを維持する能力を保持するはずである。

【0013】

フィルタの「寿命」は、通常、フィルタの両端の選択された限定圧力降下 (limiting pressure drop) に従って定義される。フィルタの両端の圧力増大は、応用分野または設計について定義されたレベルにおける寿命を定義する。この圧力増大は、充填の結果であるので、同等の効率のシステムでは、より長い寿命は、通常、より高い能力に直接関連付けられる。効率は、微粒子を通過させるのではなく、微粒子を捕集する媒体の傾向である。通常、フィルタ媒体がガス流れからより効率的に微粒子を除去すると、一般に、より迅速にフィルタ媒体が「寿命」圧力差に近付くのなるのは明らかである（他の変数が一定に保持されると想定する）。

【0014】

本明細書において、「フィルタ要素」という用語は、一般に、フィルタ媒体を内部に含むエアークリーナーの一部を指すことを意図する。フィルタ要素は、流体からの微粒子の機械的分離を提供する。一般に、フィルタ要素は、エアークリーナーの取外し可能および交換可能、すなわち修理可能な一部として設計される。すなわち、フィルタ媒体は、フィルタ要素によって担持され、かつエアークリーナの残りの部分から分離可能であり、それにより、充填された、または部分的に充填されたフィルタ要素を取り外して、それを新しい、またはクリーニングされたフィルタ要素と交換することによって、再生することができる。エアークリーナは、取外しおよび交換を手によって行うことができるように設計されることが好ましい。「フィルタ媒体」または「媒体」という用語は、流体が通過する材料または材料の集合体を指し、粒子は、媒体において、または媒体の上に、随伴的かつ少なくとも一時的に付着する。

【0015】

上記で議論した従来の媒体は、ろ過機器およびプロセスにおいて割り当てられた役割について適切な性能を有していた。しかし、これらの媒体は、すべて、使用中の背圧または圧力降下、比較的大きいポア・サイズ、浸透性の問題、およびろ過寿命にわたってフィルタを通る材料の流速 (flow rate) に関する他の問題を含めて、様々な問題の影響を受ける。当技術分野では、有効なポア・サイズを低減し、空気およびガス流れからろ過し得る微粒子の範囲を増大させるとともに、一方、高い浸透性、長いサービス寿命 (service life)、および制御可能な圧力降下を維持することによって、フィルタ媒体を改良することが本質的に必要とされる。

【0016】

本発明のフィルタ媒体は、ガス流れおよび液体流れを含めて流体のろ過を含む事実上あらゆる応用分野において使用できる。材料は、流れから様々な微粒子物質を除去するのに使用できる。微粒子物質は、有機または無機の汚染物質の両方を含み得る。有機汚染物質は、大きな微粒子天然産物、有機化合物、ポリマー微粒子、食品の残留物、および他の材料を含み得る。無機残留物は、ほこり、金属微粒子、灰、煙、ミスト、および他の材料を含み得る。

【0017】

10

20

30

40

50

本発明のろ過媒体は、平坦パネル・フィルタ、橢円フィルタ、カートリッジ・フィルタ、らせん巻きフィルタの構造を含む事実上あらゆる従来の構造において使用することができ、有用な形状もしくはプロファイルに媒体を形成することを含めて、プリーツ状のZフィルタまたは他の幾何学的構造において使用することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

本発明は、フィルタ媒体、フィルタ要素、フィルタ・カートリッジ、または微細ファイバ・フィルタ媒体を備える他のフィルタ技術に関する。微細ファイバ・フィルタ媒体は、媒体層においてファイバの集合体を備えた過フッ化ポリマー材料がほぼない実質的に有機ポリマーの微細ファイバを備え、ファイバは、約0.03から0.5μmの直径と、約1から100μmの厚さと、約5%から50%もしくは約5%から30%の固体性とを有する。固体性(solidity)の増大により、効率または他のフィルタ特性を大きく低下させずに、厚さを低減することが可能になる。一定の厚さにおいて、固体性を最高で約50%の限界まで増大させることにより、ポア・サイズが低減し、微粒子の貯蔵量が増大する。そのようなフィルタ媒体技術は、流体流れから微粒子を除去する、特に好ましくは水溶液の流れである液体から微粒子を除去する様々なろ過方法において使用することができる。

【0019】

本発明の層を包含するマイクロファイバまたはナノファイバを備える微細ファイバは、ファイバとすることができます、約0.01から2μm、好ましくは0.03から0.5μmの直径をもち得る。通常の微細ファイバろ過層の厚さは、ファイバ直径の約0.1から100倍であり、約5から35μm·cm⁻²の坪量(basic weight)と、最高で50%の容積による固体性(solidity)とをもつ。

【0020】

改良されたポリマー材料は、改善された物理的および化学的安定性を有する。ポリマー微細ファイバ(fine fiber)は、有用な産物フォーマットに作成できる。ナノファイバは、200nmまたは0.2μm未満の直径を有するファイバである。通常の媒体は、約1μmより大きいファイバ直径を有する。この微細ファイバは、改良された単一層または複数層の微細ろ過媒体構造(microfiltration media structure)の形態に作成し得る。本発明の微細ファイバ層は、かみ合いネットを形成するように結合することができる微細ファイバの無作為分布を備える。ろ過性能は、主に、微細ファイバが流体を処理し、微粒子の通過に対する障壁(barrier)を確立した結果として得られる。剛性、強度、プリーツ性の構造特性は、微細ファイバが接着される基板によって提供される。微細ファイバかみ合いネットワークは、重要な特性として、マイクロファイバまたはナノファイバの形態の微細ファイバ、およびファイバ間の比較的小さい空間(ポア・サイズ)を有する。そのような空間は、通常、ファイバ間にいて、約0.01から約25μm、またはしばしば約0.1から約10μmの範囲にある。フィルタ製品は、微細ファイバ層および随意選択の支持体または他の媒体層を備える。稼働中(in service)、フィルタは、付随微粒子が微細ファイバ媒体層を通過するのを停止することができ、捕集粒子の実質的な表面充填を達成することができる。ダストまたは他の付随微粒子を備える粒子は、微細ファイバ表面上にダスト・ケークを迅速に形成し、微粒子除去の高い初期および全体的な効率を維持する。約0.01から約1μmの粒子サイズを有する比較的微細な汚染物質を有する場合でさえ、微細ファイバを備えるフィルタ媒体は、非常に高いダスト収容力(dust capacity)を有する。

【0021】

本発明の微細ファイバ媒体は、約0.005から約0.02μmの寸法を有することがあるウイルス、約0.01から約1μmの範囲の粒子サイズを有することがあるタバコの煙、約0.5から最高で100μmの範囲の粒子サイズを有する家庭の埃、約0.03から約20μmの範囲である粒子サイズを有する細菌、約0.1から約100μmの範囲とすることができる家庭の埃、および他の有害なもしくは所望されない微粒子材料と同程度に小さい粒子を捕集するのに上首尾とすることができます。本発明の媒体の有効なろ過活性

10

20

30

40

50

(filter activity) は、0.02 μm から最高で 100 μm およびそれ以上の小さい粒子において現われ得る。

【0022】

本明細書において開示されるポリマー材料は、熱、湿度、高流速、反転パルス・クリーニング、動作による摩碎、サブミクロン微粒子、使用フィルタのクリーニング、および他の必要な条件の所望されない影響に対して、大きく改善された耐性を有する。改良されたマイクロファイバおよびナノファイバの性能は、マイクロファイバまたはナノファイバを形成するポリマー材料の改善された性質の結果である。さらに、本発明の改良されたポリマー材料を使用する本発明のフィルタ媒体は、高効率、より低い流れの制限、摩碎微粒子が存在する状態における高い耐久性（応力に関係、または環境に関係）、遊離ファイバまたはフィブリルのない滑らかな外表面を含めて、いくつかの有利な特徴を提供する。フィルタ材料の全体的な構造は、全体的により薄い媒体を提供し、これにより、単位容積あたりの改良された媒体領域、媒体を通る低減された速度、改善された媒体効率、および低減された流れの制限が可能になる。微細ファイバから本発明の媒体を準備することにより、容易に取り扱い、フィルタ構造に組み立てることができる媒体構造において高品質の微細ファイバろ過活性を提供し、一方、小さいファイバ・サイズ、小さいポア・サイズ、高浸透性、および許容可能な固体性を維持する微細ファイバから全面的に作成される大きな深度を有する媒体層が提供される。10

【0023】

媒体において使用されるポリマーには、ポリエチレンおよびポリプロピレン、ナイロン、PVC、PET、PBTなどのポリエステル、ポリエーテルスルファン、PVDF、ポリカーボネート、スチレン・ポリマーおよびコポリマー、ならびにその他がある。20

【0024】

本発明の好ましいモードは、第1ポリマーと、高温において調整または処置される第2の異なるポリマー（ポリマーのタイプ、分子量、または物理的特性が異なる）を備えるポリマー混合物である。ポリマー混合物は、反応させて、单一化学種に形成することができ、またはアニーリング・プロセスによって混合組成に物理的に結合させることができる。アニーリングは、物理的变化、類似の結晶性、応力の緩和、または配向を課す。好ましい材料は、示差走査熱量計分析が单一ポリマー材料を出現させるように、单一ポリマー種に化学的に反応される。そのような材料は、好ましい付加材料と結合されるとき、マイクロファイバの上に付加剤の表面コーティングを形成することができ、これは、高温、高湿度、および異なる動作条件で接触されるとき、オレオフォビシティ (oleophobicity)、疎水性、または他の関連する改善された安定性を提供する。そのようなマイクロファイバは、付加材料の離散層、または部分的に可溶化もしくは合金化された付加材料の外側コーティング、あるいはその両方をポリマー表面に備える滑らかな表面を有し得る。混合ポリマー・システムにおいて使用される好ましい材料には、ナイロン6、ナイロン66、ナイロン6-10、ナイロン(6-66-610)コポリマー、および他の鎖状の一般的な脂肪族ナイロン組成がある。好ましいナイロン・コポリマー樹脂(SVP-651)が、末端滴定によって分子量について分析された。(J. E. Walz および G. B. Taylor, determination of the molecular weight of nylon, Anal. Chem. Vol. 19, Number 7, 448~450ページ(1947年))。いくつかの平均分子量(W_n)は、21,500と24,800との間にあった。この組成は、ナイロン6約45%、ナイロン66約20%、およびナイロン610約25%の3つの成分のナイロンの融解温度の相図によって推定された。(ページ286, Nylon Plastics Handbook, Marvin Kohan編, Hanser Publisher, ニューヨーク(1995年))。3040

【0025】

87から99.9%以上の加水分解度を有するポリビニルアルコールをそのようなポリマー・システムにおいて使用することができる。これらは、架橋されていることが好まし50

い。架橋され、オレオフォビックで疎水性のかなりの量の付加材料と結合されることが最も好ましい。

【0026】

本発明の他の好ましいモードは、ファイバの寿命または動作特性を改善するように、付加組成と結合された単一ポリマー材料を含む。

【0027】

本発明の特に好ましい材料は、約0.1から1μmの寸法を有するファイバ材料を備える。最も好ましいファイバ・サイズの範囲は、0.03から0.5μmである。好ましいサイズを有するそのようなファイバは、優れたフィルタ活性、容易なパック・パルス・クリーニング、および他の態様を提供する。そのようなモードでは、ポリマー材料は、フィルタ構造を横断する反転方向を除いて、通常のろ過条件とほぼ同等であるパルス・クリーン入力を受けながら、基板に添付されていなければならない。そのような接着は、ファイバが基板と接触される際のファイバ形成の溶媒効果、または、熱もしくは圧力による基板上におけるファイバの事後処置の結果とすることができる。しかし、ポリマーの特性は、水素結合などの特定の化学相互作用、Tgより高いまたは低い温度で生じるポリマーと基板との接触、および付加剤を含むポリマー調合など、接着を決定するのに重要な役割を果たすと思われる。接着時に溶媒または流れで可塑化されたポリマーは、増大された接着性を有することができる。

【0028】

本発明の重要な態様は、フィルタ構造に形成されるそのようなマイクロファイバ材料またはナノファイバ材料の有用性である。そのような構造では、本発明の微細ファイバ材料は、フィルタの別々の媒体として作用する。他の媒体も、微細ファイバ媒体と共にフィルタにおいて使用することができる。天然ファイバおよび合成ファイバの基板、スパン・ボンデッド布の類似物、合成ファイバの不織布、セルロース誘導体、合成ファイバ、およびガラス・ファイバの混合物から作成される不織布、不織および織ガラス布、押し出しおよび穴開けされたプラスチック・スクリーン状材料、有機ポリマーのUF膜およびMF膜を使用することができる。次いで、シート状基板またはセルロース誘導体不織ウエブをフィルタ構造に形成することができ、このフィルタ構造は、懸濁微粒子または混入微粒子を流れから除去するために、空気流れまたは液体流れを含めて流体流れに配置される。フィルタ構造の形状および構造は、設計エンジニアに委ねられる。

【0029】

本発明のポリマー組成において使用することができるポリマー材料は、ポリオレフィン、ポリアセタール、ポリアミド、ポリエステル、セルロースエーテルおよびエステル、硫化ポリアルキレン、酸化ポリアリレン、ポリスルホン、改質ポリスルホンポリマー、ならびにその混合物など、付加ポリマーおよび縮合ポリマーの材料の両方を含む。これらの包括的なクラスに入る好ましい材料には、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ(塩化ビニル)、ポリメチルメタクリレート(および他のアクリル樹脂)、ポリスチレン、およびそのコポリマー(ABAタイプのブロック・コポリマーを含む)、ポリ(塩化ビニリデン)、ポリ(塩化ビニリデン)、架橋形態および非架橋形態にある様々な加水分解度(87%から99.5%)のポリビニルアルコールがある。好ましい付加ポリマーは、ガラス状である傾向がある(室温より高いTgにおいて)。これは、塩化ポリビニルおよびポリメチルメタクリレート、ポリスチレン・ポリマー組成、または合金、もしくはフッ化ポリビニリデンおよびポリビニルアルコールの材料について結晶度が低い場合である。ポリアミド縮合ポリマーの1つのクラスは、ナイロン材料である。「ナイロン」という用語は、すべての長鎖合成ポリアミドの総称である。通常、ナイロンの名称は、開始材料がC₆ジアミンおよびC₆2酸(diacid)(第1数字がC₆ジアミンを指し、第2数字が、C₆ジカルボン酸化合物を指す)であることを示すナイロン6,6など、一連の番号を含む。他のナイロンは、少量の水が存在する状態で、イプシロンカプロラクタムの重縮合によって作成することができる。この反応は、線形ポリアミドであるナイロン6(イプシロン-アミノカプロン酸としても知られるサイクリック・ラクタムから作成される)を形成する。さ

10

20

30

40

50

らに、ナイロン・コポリマーも、考慮される。コポリマーは、様々なジアミン化合物、様々な2酸(diacid)化合物、および様々な環状ラクタム構造を反応混合物において組み合わせ、次いでナイロンをポリアミド構造の無作為配置モノマー構造に形成することによって、作成することができる。たとえば、ナイロン6, 6-6, 10材料は、ヘキサメチレンジアミンならびに2酸(diacid)のC₆およびC₁₀の混合物から製造されたナイロンである。ナイロン6-6, 6-6, 10は、イプシロンアミノカプロン酸、ヘキサメチレンジアミン、ならびにC₆およびC₁₀の2酸(diacid)材料の混合物の共重合によって製造されたナイロンである。

【0030】

ブロック・コポリマーも、本発明のプロセスにおいて有用である。そのようなコポリマーでは、溶媒膨潤剤の選択が重要である。選択される溶媒は、両方のブロックが溶媒に可溶性であるようなものである。一例は、塩化メチレン溶媒におけるABA(スチレン-EP-スチレン)ポリマーまたはAB(スチレン-EP)ポリマーである。1つの成分が溶媒に可溶性ではない場合、ゲルを形成する。そのようなブロック・コポリマーの例には、スチレン-b-ブタジエンおよびスチレン-b-水素化ブタジエン(エチレンプロピレン)のクラトン(Kraton)(登録商標)タイプ、e-カプロラクタム-b-酸化エチレンのペバックス(Pebax)(登録商標)タイプ、シンパテックス(Sympatex)(登録商標)ポリエステル-b-酸化エチレン、ならびに酸化エチレンおよびイソシアネートのポリウレタンがある。

【0031】

フッ化ポリビニリデンなどの付加ポリマー、シンジオタクティックポリスチレン、フッ化ビビニリデンおよびヘキサフルオロプロピレンのコポリマー、ポリビニルアルコール、酢酸ポリビニル、ポリ(アクリロニトリル)ならびにアクリル酸およびメタクリレートとのコポリマーなどのアモルファス付加ポリマー、ポリスチレン、ポリ(塩化ビニル)およびその様々なコポリマー、ポリ(メチルメタクリレート)およびその様々なコポリマーは、低圧および低温において可溶性であるので、比較的容易に溶液スピニングすることができる。しかし、ポリエチレンおよびポリプロピレンなどの高度に結晶性のポリマーは、溶液紡糸(solution spinning)される場合、高温、高圧の溶媒を必要とする。したがって、ポリエチレンおよびポリプロピレンの溶液防止は、非常に困難である。静電溶液紡糸(electrostatic solution spinning)は、ナノファイバおよびマイクロファイバを作成する1つの方法である。

【0032】

われわれは、2つ以上のポリマー材料をポリマー混合物、合金フォーマット、または架橋化学結合構造において備えるポリマー組成を形成する大きな利点も見いだした。そのようなポリマー組成は、ポリマー鎖の柔軟性または鎖の可動性を改善する、分子量全体を増大させる、およびポリマー材料のネットワークを形成するにより強化を提供するなど、ポリマーの属性を変化させることによって、物理的特性を改善すると考えられる。

【0033】

この概念の一実施形態では、2つの関係するポリマー材料は、有利な特性のために混合することができる。たとえば、高分子量のポリ塩化ビニルを、低分子量のポリ塩化ビニルと混合することができる。同様に、高分子量のナイロン材料を、低分子量のナイロン材料と混合することができる。さらに、一般的なポリマー族の異なる種を混合することができる。たとえば、高分子量のスチレン材料を、低分子量で耐衝撃性のポリスチレンと混合することができる。ナイロン6材料は、ナイロン6; 6, 6; 6, 10コポリマーなどのナイロン・コポリマーと混合することができる。さらに、87%加水分解ポリビニルアルコールなどの低度の加水分解を有するポリビニルアルコールを、98と99.9%との間およびそれ以上の加水分解度を有する完全に加水分解された、または超加水分解されたポリビニルアルコールと混合することができる。混合物におけるこれらの材料のすべては、適切な架橋機構を使用して架橋することができる。ナイロンは、アミド結合した窒素原子と反応する架橋剤を使用して架橋することができる。ポリビニルアルコール材料は、ホルム

10

20

30

40

50

アルデヒドなどのモノアルデヒドなどのヒドロキシル反応材料、尿素、メラミンホルムアルデヒド樹脂およびその類似物、ホウ酸および他の無機化合物、ジアルデヒド、2酸(di acid)、ウレタン、エポキシ、ならびに他の既知の架橋剤を使用して架橋することができる。架橋技術は周知であり、架橋試薬が反応して、分子量、化学的耐性、全体的な強度、および機械劣化に対する耐性を大きく改善するように、ポリマー鎖間に共有結合を形成する現象が理解されている。

【0034】

我々は、付加材料は、微細ファイバの形態にあるポリマー材料の特性を著しく改善することができるを見いだした。熱、湿度、衝撃、機械的応力、および他の負の環境作用の影響に対する耐性は、付加材料の存在によって大きく改善することができる。我々は、本発明のマイクロファイバを処理するときに、付加材料が、オレオフォビック特性(oleophobic character)、疎水性特性を改善することができ、かつ材料の化学的安定性の改善を補助することができると思われることを見いだした。マイクロファイバの形態にある本発明の微細ファイバは、これらのオレオフォビック付加物および疎水性付加物の存在によって改良されるが、その理由は、これらの付加物が、保護層コーティング、削磨表面を形成し、または、ポリマー材料の性質を改善するように、ある深さまで表面を貫通するからであると考える。これらの材料の重要な特性は、オレオフォビック特性をも有することができることが好ましい強疎水性基が存在することであると考える。強疎水基には、フルオロカーボン基、疎水性炭化水素の表面活性剤またはブロック、およびほぼ炭化水素のオリゴマー組成がある。これらの材料は、ポリマーとの物理的結合または関連を通常提供するポリマー材料と共存可能である傾向がある分子の一部を有する組成に製造され、一方、付加物とポリマーとの関連の結果として、疎水基またはオレオフォビック基は、表面上にある、またはポリマー表面層と合金化される、もしくは混合される保護表面層を形成する。付加物のレベルが10%である0.2μmのファイバでは、表面の厚さは、付加物が表面に向かって泳動している場合、約50であると計算される。泳動は、バルクな材料におけるオレオフォビック基または疎水基の非共存可能性のために生じると考えられる。50

の厚さは、保護コーティングには妥当な厚さであると思われる。0.05μmの直径のファイバでは、50の厚さは、20%の質量に対応する。2μmの厚さのファイバでは、50の厚さは、2%の質量に対応する。付加材料は、好ましくは約2から25wt.%の量において使用される。本発明のポリマー材料と組み合わせて使用することができるオリゴマー付加物には、フルオロケミカル、非イオン性表面活性剤、および低分子量樹脂またはオリゴマーを含めて、約500から約5000、好ましくは約500から約3000の分子量を有するオリゴマーがある。フッ化有機湿潤剤も、本発明において有用であることがある。

【0035】

さらに、低級アルコールエトキシレート、脂肪酸エトキシレート、ノニルフェノールエトキシレートなどを含めて、非イオン性炭化水素表面活性剤も、本発明の付加材料として使用することができる。これらの材料の例には、トリトンX-100およびトリトンN-101がある。

【0036】

本発明の組成において付加材料として使用される有用な材料は、第3ブチルフェノールオリゴマーである。そのような材料は、比較的低分子量の芳香族フェノール樹脂である傾向がある。そのような樹脂は、直接芳香環から芳香環への酵素酸化カップリングによって準備されるフェノールポリマーである。メチレン・ブリッジがないことにより、固有の化学的および物理的安定性が得られる。

【0037】

これらのフェノール材料の例には、Enzyomol International Inc. [オハイオ州コロンバス]から得られるEnzo-BPA/フェノール、Enzo-TBP、Enzo-COP、および他の関係するフェノールがある。

【0038】

10

20

30

40

50

媒体の幾何学的形状に関して、好ましい幾何学的形状は、通常、プリーツ状円筒パターンである。そのような円筒パターンは、一般に好ましいが、その理由は、製造が比較的簡単であり、従来のフィルタ製造技術を使用し、サービスが比較的容易であるからである。媒体をプリーツ状にすることにより、所与の容積内に配置される表面積が増大する。一般に、そのような媒体配置に関する主なパラメータは、プリーツの深度、プリーツ状媒体円筒の内径に沿って1インチあたりのプリーツの数で通常測定されるプリーツの密度、および円筒の長さまたはプリーツの長さである。一般に、具体的には障壁(非ハイブリッド)構成について、媒体のプリーツ深度、プリーツ長、およびプリーツ密度の選択に関する主要なファクタは、所与の応用例または状況に必要な全表面積である。そのような原理は、本発明の媒体および好ましくは類似の障壁タイプ構成(barrier type arrangement)に一般的に適用される。

10

【0039】

米国特許第5423892号において指摘されるように、デブス媒体システム、または障壁媒体およびデブス媒体の組合せを使用するシステムは、幾何学的形状に関して、厳密な障壁システムより制約されない。たとえば、米国特許第5423892号、カラム18、60行からカラム21、68行を参照されたい。しかし、一般には、これまで、そのような構成は、具体的には自動車用フィルタに関して、同様の応用例のプリーツ媒体構成と同じサイズおよび形状(同じ媒体容積の少なくとも約66%および一般にそれ以上を通常有する)において作成された。したがって、全媒体構造が内側ライナと外側ライナとの間に配置される場合、媒体容積は、一般に、内側ライナと外側ライナとの間において定義される円筒容積であり、上記で指摘したのと同じ方式で計算することができる。

20

【0040】

効率に関して、原理は、関与する媒体のタイプに関して変化する。たとえば、セルロース・ファイバまたは同様の障壁媒体は、一般的な多孔率または浸透性全体を変更することによって、効率に関して全般的に変更される。また、米国特許第5423892号および第5672399号において説明されているように、いくつかの場合、媒体に油を補給することによって、ならびに他の場合、通常は $5 \mu\text{m}$ 未満である比較的微細なファイバ、および多くの場合、サブミクロン・サイズ(平均)のファイバを媒体の表面に付着させることによって、障壁媒体の効率を修正することができる。米国特許第5423892号において説明されているように、乾式纖維媒体などの纖維状デブス媒体構成に関して、効率に関する変数には、媒体のパーセント固体性、含まれる構成内において媒体を圧縮する方式、全体的な厚さまたは深度、およびファイバのサイズがある。

30

【0041】

本発明によるフィルタ媒体の構築は、微細ファイバ媒体の層をフィルタ構造に固定することを含む。

【0042】

浸透性の微細ファイバ材料の第1層は、フレージャ浸透性試験によって構成の残りから分離されて評価される場合、少なくとも $3.5 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ 、通常かつ好ましくは約 $20 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ の浸透性を示す材料を備える。本明細書では、効率を参照するとき、特に断りがない限り、本明細書で記述されるように、 $0.78 \mu\text{m}$ 単分散ポリスチレン球状粒子を用いて $20 \text{ f}1 \cdot \text{m}^{-1}$ ($6.1 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$)においてASTM-1215-89に従って測定されるときの効率を参考することを意味する。

40

【0043】

本発明のポリマー材料、本発明の微細ファイバ材料、および本発明の微細ファイバ材料からの有用なフィルタ構造の構築の様々な態様に関する以上の一般的な記述は、本発明の動作の全般的な技術原理の理解を提供する。 $10 \mu\text{m}$ 未満の小さい直径のファイバの電界紡糸(electro spinning)は、ポリマー・ジェットを非常に微細なフィラメントに伸張する引張り力として作用する強い電場からの静電力を使用して得られる。融解ポリマーは、電界紡糸プロセスにおいて使用することができるが、 $1 \mu\text{m}$ より小さいファイバが、ポリマー溶液から作成されることが最適である。ポリマーの塊がより小さい直径に引き延ばさ

50

れる際に、溶媒は気化し、ファイバ・サイズの低減に寄与する。溶媒の選択は、いくつかの理由で重要である。溶媒が過度に迅速に乾燥する場合、ファイバは、平坦で、直径が大きくなる傾向がある。溶媒が過度に緩慢に乾燥する場合、溶媒は、形成されたファイバを再び溶解させる。したがって、乾燥率とファイバ形成とを整合させることが重要である。高い生成率では、大量の排出空気流れが、引火性の大気となることを防ぎ、かつ発火の危険性を低減するように作用する。燃焼性ではない溶媒が有用である。製造環境において、処理機器は、必要に応じたクリーニングを必要とする。安全な低毒性溶媒が、作業者が有害化学物質に晒されるのを最小限に抑える。

【0044】

一定量 (unit) のマイクロファイバまたはナノファイバは、電界紡糸プロセスによって形成することができる。電界紡糸装置は、微細ファイバ形成ポリマー溶液が含まれるリザーバおよび排出装置を含み、排出装置に、ポリマー溶液がポンプで送られる。排出装置は、リザーバからポリマー溶液を得て、以下で議論されるように、静電場において、溶液の液滴が、静電場によって収集媒体に向けて加速される。排出装置に対面するが、間隔をおいて、ほぼ平面のグリッド (grid) が配置され、その上に、収集媒体基板または組合せ基板が配置される。グリッドを経て空気を引き出すことができる。収集媒体は、グリッドに近接して配置される。高電圧静電位が、排出装置とグリッドとの間に維持され、収集基板が、適切な静電電圧源と、グリッドおよび排出装置にそれぞれ接続される接続とによってその間に配置される。

【0045】

使用時、ポリマー溶液は、排出装置にポンプで送られる。グリッドと排出装置との間の静電位は、電荷を材料に付与し、それにより、液体は、薄いファイバとして排出装置から排出され、ファイバは、グリッドに向けて引かれ、グリッドに到着して、頑強で機械的に安定な1つまたは複数の単位層を形成するのに十分な量が基板上に収集される。本発明のフィルタ媒体は、約0.1から300、好ましくは1~200 μmの厚さである1つまたは複数の初期層として形成される。溶液のポリマーの場合、溶媒は、グリッドへの移行中にファイバから気化し、したがって、ファイバは、収集基板に到達する。微細ファイバは、グリッドにおいてまず遭遇する基板ファイバに結合する。静電場の強度は、ポリマー材料自体が、排出装置から収集基板媒体まで加速されることを保証するように選択され、加速は、材料を非常に薄いマイクロファイバまたはナノファイバの構造にするように十分である。収集媒体の進行率を増大または減少させることにより、より多いまたはより少ない排出ファイバを形成媒体の上に付着させることができ、それにより、上に付着される各層の厚さを制御することが可能になる。シート状収集基板 (sheet-like collection substrate) は、微細ファイバで形成される。次いで、シート状基板は、分離部 (separation station) に送られ (directed)、1つまたは複数の微細ファイバ層が、必要であれば連続動作において、基板から除去される。もし更にシート状基板の連続長を形成するために他の層が微細ファイバ紡糸部 (fine fiber spinning station) に送られる場合、紡糸装置が、追加の微細ファイバ層を形成してこの微細ファイバをろ過層に配置する。微細ファイバ層がシート状基板の上に形成された後、微細ファイバ層および基板は、カレンダリング部 (calendaring station) などの熱処理および圧力処理に送られ、圧縮された厚さおよび坪量を有する微細層にその層を形成するために適切な処理がされる。次いで、シート状基板および微細ファイバ層は、効率モニタなどの適切な部 (appropriate station) において、QCについて試験される。次いで、シート状基板およびファイバ層は、適切なフィルタ製造部 (filter manufacturing station) または巻取り部 (winding station) に導かれて、更なる処理または後のフィルタ製造用に適切なスピンドル上に巻き付けられる。

【0046】

本発明の媒体の処理後、媒体は、連続シート状媒体構造に形成された微細ファイバの単一層または複数層を備える。処理が完了し、媒体が最終的厚さ (final thickness) になった後、媒体構造の単一層は、約0.1から約100 μm、好ましくは約1から約50 μm、最も好ましくは約1から約15 μmの最終深度 (final depth) を備えることができ

10

20

30

40

50

る。複数層構造では、全体的な最終厚さは、約 0.1 から約 100 μm に範囲にわたることがあり、各個々の層は、約 0.1 から約 100 μm 、好ましくは約 0.3 から約 50 μm の厚さを有する。全体的な固体性(overall solidity)、平均的なポアサイズ、浸透性(permeability)、および坪量(basic weight)は、以下の通りである。

【0047】

【表1】

表
パラメータ

ファイバの直径 (ミクロン)	固体性 (容積%)	厚さ (ミクロン)	基本重量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	10 psi の水の 流束 (flux) ($\text{mL}/\text{min}/\text{cm}^2$)
0.03	5	1	5.25	1400
0.03	30	1	31.5	19
0.03	5	100	525	9
0.03	30	100	3150	0.2
0.157	20	25	525	62
0.5	5	1	5.25	750000
0.5	30	1	31.5	17000
0.5	5	100	525	2400
0.5	30	100	3150	55

1 ファイバの密度 1.14 g/cm^3
通常のファイバ
シグマ g 計算

【0048】

本発明によるある好ましい構成は、フィルタ構築全体において、一般的に定義されるフィルタ媒体を含む。そのような使用のいくつか的好ましい構成は、円筒ブリーツ構成で構成された媒体を備え、ブリーツは、全体的に縦方向、すなわち円筒パターンの縦軸と同じ方向に延びる。そのような構成では、媒体は、従来のフィルタの場合と同様に、エンド・キャップに埋め込まれることが可能である。そのような構成は、通常の従来の目的のために、所望であれば、上流ライナおよび下流ライナを含むことが可能である。

【0049】

いくつかの応用例では、本発明による媒体は、ろ過性能全体または寿命を改善するために、従来の媒体など、他のタイプの媒体と共に使用されることが可能である。たとえば、本発明による媒体は、従来の媒体にラミネートされる、スタック構成において使用される

、または従来の媒体の1つまたは複数の領域を含む媒体構造に組み込まれる(一体式特徴)ことが可能である。本発明による媒体は、良好な充填のために、そのような媒体の上流において使用されることが可能であり、および/または、高効率研磨フィルタとして、従来の媒体の下流において使用されることが可能である。

【0050】

本発明によるある構成は、液体フィルタ・システムにおいて使用されることも可能である。すなわち、ろ過される特定の材料は、液体において搬送される。また、本発明によるある構成は、空気から微細ミストをろ過する構成など、ミスト収集装置において使用されることが可能である。

【0051】

本発明によれば、ろ過方法が提供される。方法は、ろ過のために、記述された媒体の使用を一般に含むことが有利である。以下の記述および例からわかるように、本発明による媒体は、比較的効率的なシステムにおいて比較的長い寿命を提供するように特定的に構成および構築できることが有利である。

【0052】

様々なフィルタ設計が、フィルタ材料と共に使用される1つおよび複数のフィルタ構造の様々な態様を開示および主張する特許において示されている。Engelら米国特許第4720292号は、全体的に円筒のフィルタ要素設計を有するフィルタ・アセンブリの径方向封止設計を開示し、フィルタ要素は、円筒径方向内向き対面表面を有する比較的柔軟なゴム様エンド・キャップによって封止される。Kahlaughら米国特許第5082476号は、本発明のマイクロファイバ材料と結合されたプリーツ構成要素を有するフォーム基板を備えるデプス媒体を使用するフィルタ設計を開示する。Stiefelmanら米国特許第5104537号は、液体媒体をろ過するのに有用なフィルタ構造に関する。液体は、フィルタ・ハウジングの中に混入され、フィルタの外面を通って内部環状コアの中に進み、次いで、基板における能動的な使用に戻る。そのようなフィルタは、圧媒液のろ過に非常に有用である。Engelら米国特許第5613992号は、通常のジーゼル・エンジン空気取入れフィルタ構造を示す。構造は、混入した湿気を含むまたは含まないハウジングの外面から空気を得る。空気は、フィルタを通過し、一方、湿気は、ハウジングの底部まで進み、ハウジングから排出され得る。Gillinghamら米国特許第5820646号は、Zフィルタ構造を開示する。これは、適切なろ過性能を得るために、流体流れがZ形経路においてフィルタ媒体の少なくとも1つの層を通過することを必要とするプラグ通路を含む特定のプリーツ・フィルタ設計を使用する。プリーツ状のZ形フォーマットに形成されたフィルタ媒体は、本発明の微細ファイバ媒体を含むことができる。Glenら米国特許第5853442号は、本発明の微細ファイバ構造を含み得るフィルタ要素を有するバグ・ハウス構造を開示する。Berkhoeelら、米国特許第5954849号は、ダスト収集装置構造を示す。これは、環境空気において大量のダスト充填を生成する工作物を処理した後、空気流れからダストをろ過するために、大量のダスト充填を有する通常は空気を処理するのに有用である。最後に、Gillingham、米国意匠第425189号は、Zフィルタ設計を使用するパネル・フィルタを開示する。

【0053】

本発明の様々な態様の以上の記述は、本発明のフィルタ構造における微細ファイバ媒体の構造を理解する基盤を提供する。以下の例およびデータは、本発明の機能特性をさらに示す。例示される材料は、本発明の具体的な実施形態であり、請求の範囲を狭めることを意図するものではない。

【0054】

比較の基準として、ミリポアの酢酸セルロースおよび硝酸セルロースの系統(Line)が、以下の表1に示す様々な動作パラメータの項目において特徴付けられた。これらの結果は、液体およびガスの性能の両方を示した。

【0055】

【表2】

液体毛細管モデルに基づく市販媒体のファイバ直径

表1

製造業者	グレード	固体性	厚さ (μm)	液体フローア ($\text{m}^3/\text{m}^2\text{m}$)	有効 ファイバ 直径 (μm)	平均ポア ・サイズ (μm)
	A	0.16	150	630	0.8892	2.952
	B	0.16	150	400	0.7085	2.353
市販の比較物 (酢酸セルロース & 酢酸セルロース) フィルタ	C	0.17	150	296	0.6593	2.036
	D	0.18	150	222	0.6157	1.774
	E	0.18	150	157	0.5177	1.492
	F	0.19	150	111	0.4681	1.262
	G	0.21	150	38.5	0.3163	0.753
	H	0.23	150	29.6	0.3157	0.668
	I	0.25	150	15.6	0.2591	0.492
	J	0.26	150	1.5	0.0853	0.153
	K	0.28	150	0.74	0.0672	0.109
	L	0.3	150	0.15	0.0338	0.050

【0056】

これらのデータに基づいて、ファイバ直径を低減することによりポア・サイズを低減するが、一方、固体性と、浸透性と、耐性が増大された圧力降下とを維持することによって、改良されたフィルタ媒体を作成することができると言える。ポア・サイズ分布を狭くすることができる場合、従来のミリポア膜の候補として同等の分離特性をもつより薄い構造を流速 (flow rate) を実質的に増大して製造することができる。

【0057】

表2および3は、一定質量において層の厚さを低減することによって得られる固体性の増大およびファイバ間空間の結果を列挙する。表1を表2および3と比較することにより、層の厚さを $80\text{ }\mu\text{m}$ に低減することにより、ミリポア 0.22 膜に匹敵する留継ぎ円筒ファイバ間の空間 (mitered cylinder inter-fiber space) が与えられる。約 $20\text{ }\mu\text{m}$ の厚さにさらにカレンダリングすることにより、示唆された製造業者のポア等級に近い留継ぎ円筒ファイバ間の空間が得られる。同様に、ミリポア 0.22 膜に匹敵する 0.25 の固体性において、 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ の平均ファイバ間空間および $0.19\text{ }\mu\text{m}$ の平均ポア・サイズを有する過構造は、150から40 μm に厚さを大きく低減することにより、ほぼ4倍に流速 (flow rate) を増大させた。さらに、2つの40 μm の層が接合される場合、分離効率を向上させて、約2倍の流れの利点を達成することができる。これらのモデルに基づいて、同等または改善された効率における大きな流速 (flow rate) の利点を、单一

構造または複数層構造においてカレンダリングされた微細ファイバ・マトリックス (calendered fine fiber matrix) で達成することができるを考える。表 2 および 3 は、改良された媒体のフィルタ特性の計算を記述する。

【 0 0 5 8 】

【表3】

表2

液体毛細管モデルに基づく市販媒体のフィルタ特性

	固体性 C (%)	厚さ (μm)	I.F. 空間 I m (μm)	I.F. 空間 I c (μm)	ボア D P (μm)	# 層 M m (#)	# 層 M c (#)
ファイバ 直径 0.889 (μm) 初期の厚さ 1.50 (μm) ミリポア SC8	0.160	150.0	7.443	1.334	2.952	168.7	67.5
ファイバ 直径 0.709 (μm) 初期の厚さ 1.50 (μm) ミリポア SM5	0.160	150.0	5.936	1.064	2.354	211.6	84.6
ファイバ 直径 0.659 (μm) 初期の厚さ 1.50 (μm) ミリポア SS3	0.170	150.0	5.136	0.939	2.035	227.6	93.8
ファイバ 直径 0.616 (μm) 初期の厚さ 1.50 (μm) ミリポア RA1.2	0.180	150.0	4.484	0.836	1.775	243.5	103.3
ファイバ 直径 0.518 (μm) 初期の厚さ 1.50 (μm) ミリポア AA.80	0.180	150.0	3.770	0.703	1.492	289.6	122.9
ファイバ 直径 0.468 (μm) 初期の厚さ 1.50 (μm) ミリポア DA.65	0.190	150.0	3.191	0.606	1.262	320.5	139.7

【0059】

【表4】

表2－続き

	固体性 C (%)	厚さ (μ m)	I.F. 空間 m (μ m)	I.F. 空間 c (μ m)	ボア直徑 D p (μ m)	# 層 Mm (#)	# 層 M C (#)
ファイバ 直径 0.316(μm) 初期の厚さ 150(μm) ミリポア H A.45	0.210	150.0	1.905	0.374	0.752	474.7	217.5
ファイバ 直径 0.316(μm) 初期の厚さ 150(μm) ミリポア P H.30	0.230	150.0	1.698	0.343	0.669	474.7	227.7
ファイバ 直径 0.259(μm) 初期の厚さ 150(μm) ミリポア G S.20	0.250	150.0	1.250	0.259	0.491	579.2	289.6
ファイバ 直径 0.0853(μm) 初期の厚さ 150(μm) ミリポア V C.10 除膜	0.260	150.0	0.391	0.082	0.154	1758.5	896.7
ファイバ 直径 0.0672(μm) 初期の厚さ 150(μm) ミリポア V M.05 除膜	0.280	150.0	0.279	0.060	0.109	2232.1	1181.1
ファイバ 直径 0.0338(μm) 初期の厚さ 150(μm) ミリポア V S.025 除膜	0.300	150.0	0.127	0.028	0.050	4437.9	2430.7

【0060】

【表5】

表3

本発明のデータ

一定質量における厚さの低減による固体性の増大およびファイバ間の減少

ファイバ直徑0.1(μm) 初期の厚さ240(μm) CMM4%	固体性C (%)	厚さT (μm)	ファイバ間 空隙M.C. モデル(μm)	ファイバ間 空隙C. モデル c(μm)	ポア直徑 Dp (μm)	#層 Mm (#)	C.モデル MC (#)
0.040	240.0	3.783	0.400	1.518	2400.0	480.0	
0.08	120.0	1.820	0.254	0.727	1200.0	339.4	
0.09	106.7	1.602	0.233	0.639	1066.7	320.0	
0.1	96.0	1.427	0.216	0.569	960.0	303.6	
0.12	80.0	1.165	0.189	0.464	800.0	277.1	
0.14	68.6	0.978	0.167	0.389	685.7	256.6	
0.16	60.0	0.837	0.150	0.332	600.0	240.0	
0.18	53.3	0.728	0.136	0.288	533.3	226.3	
0.2	48.0	0.640	0.124	0.253	480.0	214.7	
0.23	41.7	0.537	0.109	0.212	417.4	200.2	
0.25	38.4	0.483	0.100	0.190	384.0	192.0	
0.3	32.0	0.377	0.083	0.148	320.0	175.3	
0.35	27.4	0.301	0.069	0.117	274.3	162.3	
0.4	24.0	0.244	0.058	0.095	240.0	151.8	
0.45	21.3	0.200	0.049	0.077	213.3	143.1	
0.5	19.2	0.164	0.041	0.063	192.0	135.8	
0.55	17.5	0.134	0.035	0.052	174.5	129.4	

【0061】

上記の仕様、例、およびデータは、本発明の製造および組成の使用の完全な記述を提供する。本発明の多くの実施形態は、本発明の精神および範囲から逸脱せずに実施すること

ができるので、本発明は、別紙の請求の範囲に定義される。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No PCT/US 03/24412
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 B01D39/16		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 B01D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 395 046 B1 (D.EMIG ET AL.) 28 May 2002 (2002-05-28) the whole document	1-83
A	US 2002/073667 A1 (M.A.BARRIS ET AL.) 20 June 2002 (2002-06-20) paragraphs '0047!, '0176! - '0179!, '0187!; claim 1	1-83
A	US 5 496 627 A (S.BAGRODIA ET AL.) 5 March 1996 (1996-03-05) the whole document	1
A	US 2002/011051 A1 (W.SCHULTHEIB ET AL.) 31 January 2002 (2002-01-31) the whole document	1
		-/-
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
Special categories of cited documents:		
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance		
E earlier document but published on or after the international filing date		
L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)		
O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention		
X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone		
Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.		
& document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
26 May 2005	06/06/2005	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Bertram, H	

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational Application No
PCT/US 03/24412

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 423 892 A (B.E.KAHLBAUGH ET AL.) 13 June 1995 (1995-06-13) cited in the application the whole document -----	1

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/US 03/24412

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/US 03/24412

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 2002011051	A1		EP	1134013 A1	19-09-2001
US 5423892	A	13-06-1995	US	5238474 A	24-08-1993
			US	5082476 A	21-01-1992
			US	6019809 A	01-02-2000
			US	5622537 A	22-04-1997
			US	5762669 A	09-06-1998
			US	5762670 A	09-06-1998
			US	5800587 A	01-09-1998
			US	5792227 A	11-08-1998
			US	5364456 A	15-11-1994
			AU	644324 B2	02-12-1993
			AU	8924691 A	20-05-1992
			BR	9107045 A	13-10-1993
			CA	2094271 A1	20-04-1992
			DE	69104376 D1	03-11-1994
			DE	69104376 T2	09-02-1995
			EP	0553255 A1	04-08-1993
			JP	6504475 T	26-05-1994
			WO	9206767 A1	30-04-1992
			ZA	9107163 A	10-03-1993

フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
B 0 1 D 69/10	B 0 1 D 69/10	
B 0 1 D 69/12	B 0 1 D 69/12	
B 0 1 D 71/26	B 0 1 D 71/26	
B 0 1 D 71/30	B 0 1 D 71/30	
B 0 1 D 71/34	B 0 1 D 71/34	
B 0 1 D 71/42	B 0 1 D 71/42	
B 0 1 D 71/48	B 0 1 D 71/48	
B 0 1 D 71/50	B 0 1 D 71/50	
B 0 1 D 71/56	B 0 1 D 71/56	
B 0 1 D 71/68	B 0 1 D 71/68	

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 シャッフェル, ジェイムズ, ダブリュー.

アメリカ合衆国 ミネソタ州 55044, レイクヴィラ, ハイエス アヴェニュー サウス
17360

(72)発明者 パリス, マーティー, エー.

アメリカ合衆国 ミネソタ州 55044, レイクヴィラ, イレデール コート 19526

(72)発明者 ウェイク, トーマス, エム.

アメリカ合衆国 ミネソタ州 55391, デープヘヴン, アズール ロード 18870

Fターム(参考) 4D006 GA07 HA21 HA42 HA71 MA02 MA03 MA06 MA09 MA31 MB01
MB02 MB20 MC21 MC22 MC23 MC26 MC27 MC29 MC39 MC45
MC48 MC49 MC54 MC63 PA10 PB12
4D019 AA03 BA13 BB10 BD01 CA02 CA03 DA03