

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-51544
(P2018-51544A)

(43) 公開日 平成30年4月5日(2018.4.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B O 1 D 39/16 (2006.01)	B O 1 D 39/16	C 4 D 0 0 6
B O 1 D 46/52 (2006.01)	B O 1 D 46/52	A 4 D 0 1 9
B O 1 D 71/36 (2006.01)	B O 1 D 71/36	4 D 0 5 8
B O 1 D 63/14 (2006.01)	B O 1 D 63/14	4 F 1 0 0
B 3 2 B 3/28 (2006.01)	B 3 2 B 3/28	Z

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-194411 (P2016-194411)
(22) 出願日 平成28年9月30日 (2016.9.30)

(71) 出願人 000003964
日東電工株式会社
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号
(74) 代理人 100107641
弁理士 鎌田 耕一
(74) 代理人 100168273
弁理士 古田 昌稔
(72) 発明者 仁木 隆志
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内
(72) 発明者 森 将明
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内

最終頁に続く

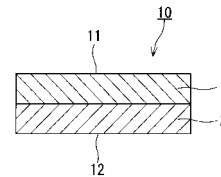
(54) 【発明の名称】 エアフィルタ濾材、エアフィルタパック及びエアフィルタユニット

(57) 【要約】

【課題】 空気中に浮遊する粉塵だけでなく、オイルミストによる目詰まりを抑制できるエアフィルタ濾材を提供する。

【解決手段】 エアフィルタ濾材(10)は、第1のPTFE多孔質膜(1)と第2のPTFE多孔質膜(2)とを含む。エアフィルタ濾材(10)が第1主面(11)と第2主面(12)とを有し、第1のPTFE多孔質膜(1)と第2のPTFE多孔質膜(2)とが、第1主面(11)から第2主面(12)へと通過する気流が第1のPTFE多孔質膜(1)、第2のPTFE多孔質膜(2)の順に通過するように配置されている。水に対する第1のPTFE多孔質膜(1)の接触角が154~165度の範囲にある。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の P T F E 多孔質膜と第 2 の P T F E 多孔質膜とを含むエアフィルタ濾材であって

、
前記エアフィルタ濾材が第 1 主面と第 2 主面とを有し、

前記第 1 の P T F E 多孔質膜と前記第 2 の P T F E 多孔質膜とが、前記第 1 主面から前記第 2 主面へと通過する気流が前記第 1 の P T F E 多孔質膜、前記第 2 の P T F E 多孔質の順に通過するように配置されており、

水に対する前記第 1 の P T F E 多孔質膜の接触角が 1 5 4 ~ 1 6 5 度の範囲にある、エアフィルタ濾材。

【請求項 2】

水に対する前記第 2 の P T F E 多孔質膜の接触角は、前記第 1 の P T F E 多孔質膜の前記接触角よりも小さい、請求項 1 に記載のエアフィルタ濾材。

【請求項 3】

水に対する前記第 2 の P T F E 多孔質膜の接触角が 1 5 4 度未満である、請求項 1 又は 2 に記載のエアフィルタ濾材。

【請求項 4】

平均粒径が 0 . 1 5 μm の多分散粒子のポリ オレフィン を 2 0 ~ 4 0 g / m^3 の濃度で 5 . 3 $\text{cm} / \text{秒}$ の線流速で前記エアフィルタ濾材に透過させて圧力損失の変化を測定したときに、圧力損失が 5 0 0 Pa になったときの前記エアフィルタ濾材によるポリ オレフィンの捕集量が 2 0 $\text{mg} / \text{m}^2 / \text{Pa}$ 以上である、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のエアフィルタ濾材。

【請求項 5】

平均粒径が 0 . 5 μm の多分散粒子の NaCl を 1 ~ 3 g / m^3 の濃度で 5 . 3 $\text{cm} / \text{秒}$ の線流速で前記エアフィルタ濾材に透過させて圧力損失の変化を測定したときに、圧力損失が 5 0 0 Pa になったときの前記エアフィルタ濾材による NaCl の捕集量が 8 $\text{mg} / \text{m}^2 / \text{Pa}$ 以上である、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のエアフィルタ濾材。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のエアフィルタ濾材にブリーツ加工が施されてなる、エアフィルタパック。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のエアフィルタパックと、前記エアフィルタパックを支持する枠体と、を備えたエアフィルタユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ポリテトラフルオロエチレン（以下「P T F E」という）多孔質膜を用いたエアフィルタ濾材に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、P T F E 多孔質膜は、エアフィルタ濾材として種々の分野で使用されている。塵埃捕集性能に優れた P T F E 多孔質膜は、粉塵の少ないところでの使用（例えば、クリーンルーム内での使用）には非常に適している。しかし、外気処理空調用又はタービン用吸気フィルタのような大気塵の濾過に使用すると、P T F E 多孔質膜の表層部のみで浮遊粉塵を捕集し、その結果、目詰まりを起こして圧力損失が上昇することがあった。そこで、空気の流れの上流側に、不織布等の通気性部材をプレフィルタ層として設けることで、予め大きな粉塵を捕集し、P T F E 多孔質膜の目詰まりを防止してエアフィルタ濾材の長寿命を図る試みがなされている（特許文献 1）。しかし、特許文献 1 に記載のエアフィルタ濾材では、プレフィルタ層を厚くしないと P T F E 多孔質膜の目詰まり防止効果が得られないため、製造コストが高くなるという問題があった。また、プレフィルタ層を厚くす

10

20

30

40

50

ると、エアフィルタ濾材のブリーツ加工（連続したW字状の折り曲げ）が困難になるという問題もあった。

【0003】

粉塵によるPTFE多孔質膜の目詰まりを防止する方法として、第1のPTFE多孔質膜と第2のPTFE多孔質膜とを積層し、第2のPTFE多孔質膜の平均孔径が第1のPTFE多孔質膜の平均孔径よりも大きく、第1のPTFE多孔質膜よりも空気の流れの上流側に第2のPTFE多孔質膜を配置したエアフィルタ濾材が提案されている（特許文献2）。特許文献2によると、第2のPTFE多孔質膜が粉塵の中の径が大きいものを捕集するプレフィルタとして機能し、エアフィルタ濾材の圧力損失の上昇が抑制されることが記載されている（段落[0006]）。特許文献2のエアフィルタ濾材は、粒子径0.1

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2000-300921号公報

【特許文献2】特開2001-170424号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0005】

近年、エアフィルタ濾材、特に医療・製薬向けクリーンルーム用エアフィルタ濾材では、空気中に浮遊する粉塵だけでなく、オイルミスト（オイル粒子）による目詰まりによって圧力損失が上昇することが問題となっている。しかし、特許文献2に開示されているエアフィルタ濾材は、オイルミストによる目詰まりを抑制することに適していない。

【0006】

本発明は、空気中に浮遊する粉塵だけでなく、オイルミストによる目詰まりを抑制できるエアフィルタ濾材を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

30

すなわち、本発明は、

第1のPTFE多孔質膜と第2のPTFE多孔質膜とを含むエアフィルタ濾材であって、

前記エアフィルタ濾材が第1主面と第2主面とを有し、

前記第1のPTFE多孔質膜と前記第2のPTFE多孔質膜とが、前記第1主面から前記第2主面へと通過する気流が前記第1のPTFE多孔質膜、前記第2のPTFE多孔質の順に通過するように配置されており、

水に対する前記第1のPTFE多孔質膜の接触角が154～165度の範囲にある、エアフィルタ濾材を提供する。

【発明の効果】

40

【0008】

本発明によれば、空気中に浮遊する粉塵だけでなく、オイルミストによる目詰まりを抑制できるエアフィルタ濾材を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の一実施形態であるエアフィルタ濾材を示す模式的な断面図である。

【図2】本発明の別の実施形態であるエアフィルタ濾材を示す模式的な断面図である。

【図3】本発明のさらに別の実施形態であるエアフィルタ濾材を示す模式的な断面図である。

【図4】本発明のさらに別の実施形態であるエアフィルタ濾材を示す模式的な断面図であ

50

る。

【図 5】本発明のさらに別の実施形態であるエアフィルタ濾材を示す模式的な断面図である。

【図 6】本発明のさらに別の実施形態であるエアフィルタ濾材を示す模式的な断面図である。

【図 7 A】本発明の一実施形態であるエアフィルタユニットを示す斜視図である。

【図 7 B】図 7 A に示すエアフィルタユニットの断面図である。

【図 8 A】T - タイプのエンボス不織布の平面図である。

【図 8 B】S - タイプのエンボス不織布の平面図である。

【図 9】接触角の測定について説明する図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の実施形態について、図 1 ~ 図 6 を用いて説明する。なお、エアフィルタ濾材の図面上方に位置する主面を第 1 主面 11、第 1 主面 11 の反対側に存在する主面を第 2 主面 12 とする。また、いずれの図面においても、使用時には、図面上方を気流の上流側としてエアフィルタ濾材を配置するものとする。「主面」とは、エアフィルタ濾材の最も広い面、すなわち、上面及び下面を意味する。

【0011】

図 1 に示すエアフィルタ濾材 10 は、第 1 の P T F E 多孔質膜 1 と、第 2 の P T F E 多孔質膜 2 とを含む。図 1 に示すように、エアフィルタ濾材 10 は、気流の上流側から順に、第 1 の P T F E 多孔質膜 1、第 2 の P T F E 多孔質膜 2、の積層構造を有する。第 1 の P T F E 多孔質膜 1 の表面によってエアフィルタ濾材 10 の第 1 主面 11 が形成されている。第 2 の P T F E 多孔質膜 2 の表面によってエアフィルタ濾材 10 の第 2 主面 12 が形成されている。第 1 の P T F E 多孔質膜 1 が第 2 の P T F E 多孔質膜 2 に直接的に積層されている。

20

【0012】

図 2 ~ 4 に示すエアフィルタ濾材 20, 30 及び 40 は、第 1 の P T F E 多孔質膜 1 及び第 2 の P T F E 多孔質膜 2 に加え、さらに通気性繊維層 3 を含む。

【0013】

図 2 に示すエアフィルタ濾材 20 は、気流の上流側から順に、第 1 の P T F E 多孔質膜 1、通気性繊維層 3、第 2 の P T F E 多孔質膜 2、の積層構造を有する。第 1 の P T F E 多孔質膜 1 の表面によってエアフィルタ濾材 20 の第 1 主面 11 が形成されている。第 2 の P T F E 多孔質膜 2 の表面によってエアフィルタ濾材 20 の第 2 主面 12 が形成されている。通気性繊維層 3 の一方の面に第 1 の P T F E 多孔質膜 1 が接し、通気性繊維層 3 の他方の面に第 2 の P T F E 多孔質膜 2 が接している。

30

【0014】

図 3 に示すエアフィルタ濾材 30 は、気流の上流側から順に、第 1 の P T F E 多孔質膜 1、第 2 の P T F E 多孔質膜 2、通気性繊維層 3、の積層構造を有する。第 1 の P T F E 多孔質膜 1 の表面によってエアフィルタ濾材 30 の第 1 主面 11 が形成されている。通気性繊維層 3 の表面によってエアフィルタ濾材 30 の第 2 主面 12 が形成されている。第 2 の P T F E 多孔質膜 2 の一方の面に第 1 の P T F E 多孔質膜 1 が接し、第 2 の P T F E 多孔質膜 2 の他方の面に通気性繊維層 3 が接している。

40

【0015】

図 4 に示すエアフィルタ濾材 40 は、気流の上流側から順に、通気性繊維層 3、第 1 の P T F E 多孔質膜 1、第 2 の P T F E 多孔質膜 2、の積層構造を有する。通気性繊維層 3 の表面によってエアフィルタ濾材 40 の第 1 主面 11 が形成されている。第 2 の P T F E 多孔質膜 2 の表面によってエアフィルタ濾材 40 の第 2 主面 12 が形成されている。第 1 の P T F E 多孔質膜 1 の一方の面に通気性繊維層 3 が接し、第 1 の P T F E 多孔質膜 1 の他方の面に第 2 の P T F E 多孔質膜 2 が接している。通気性繊維層 3 は、第 1 の P T F E 多孔質膜 1 から見て第 2 の P T F E 多孔質膜 2 が配置された側とは反対側に配置されてい

50

る。

【0016】

図5に示すエアフィルタ濾材50は、第1のPTFE多孔質膜1及び第2のPTFE多孔質膜2に加え、さらに2つの通気性繊維層3を含む。2つの通気性繊維層3には、第1の通気性繊維層3a及び第2の通気性繊維層3bが含まれる。エアフィルタ濾材50は、気流の上流側から順に、第1の通気性繊維層3a、第1のPTFE多孔質膜1、第2のPTFE多孔質膜2、第2の通気性繊維層3b、の積層構造を有する。第1の通気性繊維層3aによってエアフィルタ濾材50の第1主面11が形成されている。第2の通気性繊維層3bによってエアフィルタ濾材50の第2主面12が形成されている。第1のPTFE多孔質膜1の一方の面に第1の通気性繊維層3aが接し、第1のPTFE多孔質膜1の他方の面に第2のPTFE多孔質膜2が接している。第2のPTFE多孔質膜2の一方の面に第2の通気性繊維層3bが接し、第2のPTFE多孔質膜2の他方の面に第1のPTFE多孔質膜1が接している。第1の通気性繊維層3aは、第1のPTFE多孔質膜1から見て第2のPTFE多孔質膜2が配置された側とは反対側に配置されている。第2の通気性繊維層3bは、第2のPTFE多孔質膜2から見て第1のPTFE多孔質膜1が配置された側とは反対側に配置されている。

10

【0017】

図6に示すエアフィルタ濾材60は、第1のPTFE多孔質膜1及び第2のPTFE多孔質膜2に加え、さらに3つの通気性繊維層3を含む。3つの通気性繊維層3には、第1の通気性繊維層3a、第2の通気性繊維層3b及び第3の通気性繊維層3cが含まれる。エアフィルタ濾材60は、気流の上流側から順に、第1の通気性繊維層3a、第1のPTFE多孔質膜1、第3の通気性繊維層3c、第2のPTFE多孔質膜2、第2の通気性繊維層3b、の積層構造を有する。第1の通気性繊維層3aによってエアフィルタ濾材60の第1主面11が形成されている。第2の通気性繊維層3bによってエアフィルタ濾材60の第2主面12が形成されている。第1のPTFE多孔質膜1の一方の面に第1の通気性繊維層3aが接し、第1のPTFE多孔質膜1の他方の面に第3の通気性繊維層3cが接している。第2のPTFE多孔質膜2の一方の面に第2の通気性繊維層3bが接し、第2のPTFE多孔質膜2の他方の面に第3の通気性繊維層3cが接している。第1の通気性繊維層3aは、第1のPTFE多孔質膜1から見て第2のPTFE多孔質膜2が配置された側とは反対側に配置されている。第2の通気性繊維層3bは、第2のPTFE多孔質膜2から見て第1のPTFE多孔質膜1が配置された側とは反対側に配置されている。

20

30

【0018】

このように、図1～6に示すエアフィルタ濾材10, 20, 30, 40, 50及び60は、第1のPTFE多孔質膜1と第2のPTFE多孔質膜2とが、第1主面11から第2主面12へと通過する気流が第1のPTFE多孔質膜1、第2のPTFE多孔質膜2の順に通過するように配置されている。本発明によるエアフィルタ濾材は、図1～6に示した構成に限らず、さらに別の層を備えていてもよい。別の層としては、第1のPTFE多孔質膜1の上流側に配置される、ガラス濾材、メルトブローン不織布、ナノファイバーが挙げられる。

【0019】

以下、エアフィルタ濾材10, 20, 30, 40, 50及び60を構成する各層について説明する。

40

【0020】

<第1のPTFE多孔質膜1>

第1のPTFE多孔質膜1は、適度に通気性を有しながら、比較的粒径の大きなオイルミストを予め捕集することにより、第2のPTFE多孔質膜2がオイルミストによって目詰まりすることを防止する。第1のPTFE多孔質膜1により、エアフィルタ濾材10, 20, 30, 40, 50及び60の使用に伴う圧力損失の上昇が抑制されるため、エアフィルタ濾材10, 20, 30, 40, 50及び60の寿命が長くなる。

【0021】

50

気流の上流側に配置された第1のPTFE多孔質膜1に付着したオイルは、毛細管現象によって、第1のPTFE多孔質膜1に浸み込み、第2のPTFE多孔質膜2に到達すると推測される。第1のPTFE多孔質膜1の内部へのオイルの浸み込みを抑制できれば、オイルによる第2のPTFE多孔質膜2の目詰まりを防止できると考えられる。ここで、毛細管現象の起こりやすさは、第1のPTFE多孔質膜1の接触角に大きく依存する。接触角が十分に大きければ、より多くのオイルを第1のPTFE多孔質膜1で捕集及び保持することができる。

【0022】

本実施形態において、水に対する第1のPTFE多孔質膜1の接触角は、154～165度の範囲にある。第1のPTFE多孔質膜1の接触角がこのような範囲にあると、第1のPTFE多孔質膜1の内部へのオイルの浸み込みが抑制される。第1のPTFE多孔質膜1において比較的粒径の大きなオイルが捕集されるので、オイルによる第2のPTFE多孔質膜2の目詰りが防止される。また、第1のPTFE多孔質膜1の表面に付着したオイルの濡れ広がりが抑制される。オイルの液滴は、第1のPTFE多孔質膜1において、球形を維持しやすい。この場合、第1のPTFE多孔質膜1の空孔がオイルの液滴によって塞がれにくいので、圧力損失の上昇を抑制しつつ、より多くのオイルを第1のPTFE多孔質膜1で捕集及び保持することができる。つまり、エアフィルタ濾材の圧力損失を抑制しつつ、オイル保持量を増やすことができる。

10

【0023】

下記式(A)は、接触角と多孔質膜の耐水圧との関係を表している。左辺の耐水圧Hは、多孔質膜を透過できない限界の水の高さを表している。式(A)より、接触角(ただし、 $90^\circ < \theta < 180^\circ$)が増えると耐水圧も上がる。耐水圧が高いと、オイルも浸み込みにくい。

20

【0024】

$$H = -2T \cos \theta / S g r \dots (A)$$

H：耐水圧 [cm]

T：水の表面張力 [g / sec²]

S：水の密度 [g / cm³]

g：重力加速度 [cm / sec²]

θ：水の接触角

r：多孔質膜の空孔の半径 [cm]

30

【0025】

接触角の測定は、市販の接触角計を用いて行うことができる。具体的には、ニードルを備えたシリンジをニードルの先端部が試料(PTFE多孔質膜)に接触しない位置に保持する。ニードルの先端部より2μLの液滴(蒸留水の水滴)を出し、液滴がニードルの先端部に保持された状態でシリンジを下降させ、試料に液滴を接触させる。シリンジを上昇させ、液滴のみを試料上に置き、その液滴の接触角を測定する。図9に示すように、接触角は、液滴14の接線と試料の表面16とのなす角度である。また、接触角の測定は、日本工業規格JIS R 3257(1999)に規定された「静滴法」に基づいて実施することができる。試料の5箇所での測定値の平均をその試料の接触角として採用することができる。

40

【0026】

接触角の測定には、例えば、2μLの水滴が使用される。2μLのオイルの液滴をPTFE多孔質膜に滴下すると、オイルの液滴がPTFE多孔質膜に浸み込むので、オイルに対するPTFE多孔質膜の接触角を測定することは難しい。確かに、水に対するPTFE多孔質膜の接触角は、オイルに対するPTFE多孔質膜の接触角と異なる。しかし、水に対するPTFE多孔質膜の接触角もオイルに対するPTFE多孔質膜の接触角も同じ傾向を示す。したがって、PTFE多孔質膜におけるオイルの毛細管現象の起こりやすさの指標として、水に対するPTFE多孔質膜の接触角を採用することには十分な合理性がある。このことは、後述する実施例からも明らかである。

【0027】

50

図4～6を参照して説明したように、第1のPTFE多孔質膜1の表面に通気性繊維層3が接していることがある。この場合、第1のPTFE多孔質膜1から通気性繊維層3を剥離して第1のPTFE多孔質膜1の接触角を測定することができる。また、通気性繊維層3が不織布のように粗い構造を有している場合、不織布の繊維の隙間から第1のPTFE多孔質膜1の表面を露出させ、第1のPTFE多孔質膜1の接触角を測定することができる。他の特性も、第1のPTFE多孔質膜1から通気性繊維層3を剥離して測定することができる。これらは、第2のPTFE多孔質膜2についても当てはまる。

【0028】

第1のPTFE多孔質膜1の他の構成についてさらに説明する。

【0029】

第1のPTFE多孔質膜1の平均孔径を、第2のPTFE多孔質膜2の平均孔径よりも大きくすると、オイルミストによる目詰まりを抑制する効果がより向上するため好ましい。気流の上流側の第1のPTFE多孔質膜1の平均孔径を、第2のPTFE多孔質膜2の平均孔径よりも大きくすることにより、気流の上流側では第1のPTFE多孔質膜1が比較的大きなオイルミストを予め捕集し、気流の下流側では第2のPTFE多孔質膜2がより微細なオイルミストを捕集する。このことにより、第1のPTFE多孔質膜1と第2のPTFE多孔質膜2の両方でオイルミストを捕集できるため、エアフィルタ濾材の目詰まりがより抑制できる。

【0030】

第1のPTFE多孔質膜1の平均孔径は、例えば3～30μmであり、好ましくは4～21μm、より好ましくは4～10μmである。なお、第1のPTFE多孔質膜1と後述する第2のPTFE多孔質膜2の平均孔径は、PMI社製「パームポロメーター」で孔径を3点以上測定し、平均を算出することにより得られる。

【0031】

第1のPTFE多孔質膜1の厚さを、第2のPTFE多孔質膜2の厚さよりも大きくすると、オイルミストによる目詰まりを抑制する効果がより向上するため好ましい。第1のPTFE多孔質膜1の厚さを、第2のPTFE多孔質膜2の厚さよりも大きくすることにより、気流の上流側では第1のPTFE多孔質膜1が比較的大きなオイルミストを予め捕集し、気流の下流側では第2のPTFE多孔質膜2がより微細なオイルミストを捕集する。このことにより、第1のPTFE多孔質膜1と第2のPTFE多孔質膜2の両方でオイルミストを捕集できるため、エアフィルタ濾材の目詰まりをより抑制できる。

【0032】

第1のPTFE多孔質膜1の厚さは、例えば7～36μmであり、好ましくは12～24μmである。厚さの値は、ダイヤルシクネスゲージを用いて任意の複数の位置（例えば、5箇所）で測定された厚さの平均値である。

【0033】

第1のPTFE多孔質膜1の気孔率を、第2のPTFE多孔質膜2の気孔率よりも大きくすると、オイルミストによる目詰まりを抑制する効果がより向上するため好ましい。第1のPTFE多孔質膜1の気孔率を、第2のPTFE多孔質膜2の気孔率よりも大きくすることにより、気流の上流側では第1のPTFE多孔質膜1が比較的大きなオイルミストを予め捕集し、気流の下流側では第2のPTFE多孔質膜2がより微細なオイルミストを捕集する。このことにより、第1のPTFE多孔質膜1と第2のPTFE多孔質膜2の両方でオイルミストを捕集できるため、エアフィルタ濾材の目詰まりをより抑制できる。

【0034】

第1のPTFE多孔質膜1の気孔率は、例えば90～99%である。気孔率は、以下の方法で測定できる。まず、測定対象を一定の寸法（例えば、直径6cmの円形）に切断し、その体積及び重量を求める。得られた結果を次式に代入して気孔率を算出する。

$$\text{気孔率}(\%) = 100 \times (V - (W/D)) / V$$

V：体積 (cm³)

W：重量 (g)

10

20

30

40

50

D : P T F E の密度 (g / c m ³)

【 0 0 3 5 】

第 1 の P T F E 多孔質膜 1 の圧力損失は、例えば 1 0 ~ 4 5 P a であり、好ましくは 1 5 ~ 4 0 P a である。なお、第 1 の P T F E 多孔質膜 1 と、後述する第 2 の P T F E 多孔質膜 2、エアフィルタ濾材の圧力損失は、以下の方法で測定することができる。有効面積 1 0 0 c m ² の円形のホルダーにそれぞれ第 1 の P T F E 多孔質膜 1、第 2 の P T F E 多孔質膜 2 又はエアフィルタ濾材をセットし、セットした第 1 の P T F E 多孔質膜 1、第 2 の P T F E 多孔質膜 2 又はエアフィルタ濾材に空気を透過させ、通過する空気の線流速を流量計で 5 . 3 c m / 秒に調整したときの圧力損失を、圧力計 (マノメーター) で測定する。1 つの第 1 の P T F E 多孔質膜 1、第 2 の P T F E 多孔質膜 2 又はエアフィルタ濾材について 8 回圧力損失を測定し、その平均を算出する。

10

【 0 0 3 6 】

本実施形態において、第 1 の P T F E 多孔質膜 1 の P F 値は、例えば、6 ~ 8 の範囲にある。第 1 の P T F E 多孔質膜 1 の P F 値がこのような範囲にあると、大きいオイルミストが第 1 の P T F E 多孔質膜 1 に優先的に捕集されうる。

【 0 0 3 7 】

P T F E 多孔質膜及びエアフィルタ濾材の特性としては、圧力損失及び捕集効率が重要であるが、この 2 つの特性は、一方を上げれば他方が下がる傾向を有し、その両立が難しい。圧力損失と捕集効率とのバランスの優劣を評価するための指標としては P F 値が用いられる。P F 値は、以下の式 (1) により算出される。P F 値が高いほど、P T F E 多孔質膜及びエアフィルタ濾材が高性能であることを示す。式 (1) において、P L は圧力損失を示す。

20

【 0 0 3 8 】

$$PF \text{ 値} = \{ -\log(\text{透過率}(\%) / 100) / (PL(\text{Pa}) / 9.8) \} \times 100 \dots (1)$$

$$\text{透過率}(\%) = 100 - (\text{下流側の粒子濃度} / \text{上流側の粒子濃度})(\%) \dots (2)$$

【 0 0 3 9 】

式 (2) において、右辺第 2 項は、粒子径 0 . 1 0 ~ 0 . 2 0 μ m のポリ オレフィン (P A O) を用いて透過流速 5 . 3 c m / 秒の条件で測定したときの値により定められる。なお、第 1 の P T F E 多孔質膜 1 の P F 値は、第 1 の P T F E 多孔質膜 1 から通気性繊維層 3 及び第 2 の P T F E 多孔質膜 2 を剥離して測定することができる。このことは、第 2 の P T F E 多孔質膜 2 の P F 値の測定にも当てはまる。

30

【 0 0 4 0 】

< 第 2 の P T F E 多孔質膜 2 >

第 2 の P T F E 多孔質膜 2 は、第 1 の P T F E 多孔質膜 1 が捕集できなかった小さなオイルミストを捕集することにより、エアフィルタ濾材 1 0 , 2 0 , 3 0 , 4 0 , 5 0 及び 6 0 のオイルミストの捕集量を増加させる。

【 0 0 4 1 】

後述する実施例から明らかなように、製造条件の違いに起因して、第 1 の P T F E 多孔質膜 1 の接触角は、第 2 の P T F E 多孔質膜 2 の接触角と異なる。

【 0 0 4 2 】

本実施形態において、水に対する第 2 の P T F E 多孔質膜 2 の接触角は、水に対する第 1 の P T F E 多孔質膜 1 の接触角よりも小さい。詳細には、水に対する第 2 の P T F E 多孔質膜 2 の接触角が 1 5 4 度未満である。第 2 の P T F E 多孔質膜 2 がこのような条件を満たしていると、より小さい粒径のオイルミストを第 2 の P T F E 多孔質膜 2 で捕集することができるので、エアフィルタ濾材の捕集効率が向上する。第 2 の P T F E 多孔質膜 2 の接触角の下限値は特に限定されず、例えば、1 3 8 度である。

40

【 0 0 4 3 】

第 2 の P T F E 多孔質膜 2 の平均孔径は、例えば 0 . 1 ~ 3 μ m であり、好ましくは 0 . 2 ~ 3 μ m、より好ましくは 0 . 6 ~ 1 . 5 μ m である。

【 0 0 4 4 】

50

第2のPTFE多孔質膜2の厚さは、例えば1 μ m以上7 μ m未満であり、好ましくは1~5 μ mである。第2のPTFE多孔質膜2の厚さに対する第1のPTFE多孔質膜1の厚さの比率が1よりも大きいことが望ましい。

【0045】

第2のPTFE多孔質膜2の気孔率は、例えば50%以上90%未満である。

【0046】

第2のPTFE多孔質膜2の圧力損失は、例えば50~300Paであり、好ましくは60~140Pa、より好ましくは80~120Paである。

【0047】

第2のPTFE多孔質膜2のPF値は、例えば、20~40の範囲にある。第2のPTFE多孔質膜2のPF値がこのような範囲にあると、微細な粉塵及びオイルミストを第2のPTFE多孔質膜2で捕集できるので、高い捕集効率のエアフィルタ濾材が得られる。

10

【0048】

第1のPTFE多孔質膜1、第2のPTFE多孔質膜2の製造方法の一例を以下に示す。

【0049】

まず、未焼成のPTFE微粉末に液状潤滑剤を加えて混合する。PTFE微粉末(PTFEファインパウダー)としては、特に制限されず、市販のものを使用できる。液状潤滑剤としては、PTFE微粉末の表面を濡らすことができ、後で除去できるものであれば特に制限されず、ナフサ、ホワイトオイル、流動パラフィン、トルエン、キシレン等の炭化水素油、アルコール類、ケトン類、エステル類等が使用できる。液状潤滑剤は2種以上を併用してもよい。

20

【0050】

PTFE微粉末に対する液状潤滑剤の添加割合は、PTFE微粉末の種類、液状潤滑油の種類及び後述するシート成形の条件等により適宜決定されるが、例えば、PTFE微粉末100重量部に対して、液状潤滑剤15~35重量部である。

【0051】

次に、未焼成のPTFE微粉末と液状潤滑剤との混合物を、未焼成状態でシート状に成形することにより、PTFEのシート状成形体を得る。シート成形の方法としては、例えば、混合物をロッド状に押し出した後、対になったロールにより圧延する圧延法や、混合物を板状に押し出してシート状にする押し出し法が挙げられる。これらの方法によって作製されたシート状成形体は帯状である。2種以上の方法を組み合わせてシート成形を行ってもよい。PTFEのシート状成形体の厚さは、後に行う延伸の条件等により適宜決定されるが、例えば、0.1~0.5mmである。

30

【0052】

PTFEのシート状成形体に含まれる液状潤滑剤は、続いて行う延伸工程の前に、加熱法又は抽出法等により除去しておくことが好ましい。抽出法に使用する溶媒としては、特に制限されないが、例えば、ノルマルデカン、ドデカン、ナフサ、ケロシン、流動パラフィンが挙げられる。

【0053】

次に、PTFEのシート状成形体に対して延伸を行う。延伸方法としては、二軸延伸が好ましい。PTFEのシート状成形体の延伸により第1のPTFE多孔質膜1、第2のPTFE多孔質膜2を製造する際には、それぞれ所望の接触角が得られるように、延伸温度、延伸倍率等の条件を調整する必要がある。

40

【0054】

第1のPTFE多孔質膜1を製造する場合は、PTFEのシート状成形体をPTFEの融点以上の温度に加熱しつつ延伸する。PTFEのシート状成形体を、例えば370~380でその長手方向(MD方向:Machine Direction)に延伸する。長手方向の延伸倍率は、延伸後の長さが延伸前の長さに対して例えば50~200倍、好ましくは80~150倍、より好ましくは90~100倍になるように設定されうる。次に、PTFEのシ

50

ート状成形体を、例えば130～400 で横方向(TD方向: Transverse Direction)に延伸する。横方向の延伸倍率は、延伸後の長さが延伸前の長さに対して5～8倍になるように設定されうる。PTFEの融点(327)以上の温度で長手方向に延伸することにより、PTFEの融点未満の温度で延伸するよりも接触角が大きくなる傾向にある。

【0055】

第2のPTFE多孔質膜2を製造する場合は、PTFEのシート状成形体をPTFEの融点未満の温度に加熱しつつ延伸する。PTFEのシート状成形体を、例えば270～290 でその長手方向に延伸する。長手方向の延伸倍率は、延伸後の長さが延伸前の長さに対して15～40倍になるように設定されうる。次に、PTFEのシート状成形体を、例えば120～130 で横方向に延伸する。横方向の延伸倍率は、延伸後の長さが延伸前の長さに対して15～40倍になるように設定されうる。

10

【0056】

上記の方法によって第1のPTFE多孔質膜1及び第2のPTFE多孔質膜2を作製し、これらを直接又は通気性繊維層3を介して貼り合わせる。必要に応じて、第1の通気性繊維層3aを第1のPTFE多孔質膜1に貼り合わせ、第2の通気性繊維層3bを第2のPTFE多孔質膜2に貼り合わせる。これにより、図1～6を参照して説明したエアフィルタ濾材が得られる。

【0057】

一般に、PTFEの状態には、結晶転移の状態により、焼成状態、未焼成状態、その中間状態(以下、半焼成と呼ぶことがある)が存在する。PTFEが完全に焼成されていれば、DSC(differential scanning calorimetry)の吸熱ピークは、325 付近に一本測定される。一方、PTFEが完全に未焼成であれば、DSCの吸熱ピークは、典型的には、336 付近に一本測定される。もっとも、熱履歴により、未焼成状態であっても、このピークは、325 付近と336 付近の2本に分岐することもある。

20

【0058】

DSCにより、典型的には336 付近(330～340)に顕著な又は潜在的な吸熱ピークが測定されれば、PTFE粒子に未焼成部分が残存していることが確認できる。これに対し、完全焼成状態の吸熱ピークは、325 付近のみに存在し、336 付近のピークの存在が潜在的にも確認できない。こうして、DSCを用いれば、PTFEの焼成状態を簡便に測定できる。

30

【0059】

<通気性繊維層3>

図2～6に示すように、本実施形態のエアフィルタ濾材は、通気性繊維層3を含んでもよい。通気性繊維層3としては、十分な通気性を有する材料が用いられる。通気性繊維層3としては、短繊維やフィラメント等の繊維で構成された、第1のPTFE多孔質膜1及び第2のPTFE多孔質膜2よりも通気性に優れる材料、例えば、不織布、織布、メッシュ(網目状シート)及びその他の多孔質材料を用いることができる。中でも、強度、柔軟性及び作業性の点で優れることから、不織布が好ましい。

【0060】

通気性繊維層3を構成する繊維の平均繊維径は、例えば10～30 μm であり、好ましくは15～25 μm である。

40

【0061】

通気性繊維層3の目付(単位面積あたりの質量: mass per unit area)は、エアフィルタ濾材20, 30, 40, 50及び60の通気性、ブリーツ加工等におけるハンドリング性の観点から、例えば15～300 g/m^2 であり、好ましくは15～100 g/m^2 である。通気性繊維層3の厚さは、エアフィルタ濾材20, 30, 40, 50及び60の通気性、ブリーツ加工等におけるハンドリング性、エアフィルタ濾材20, 30, 40, 50及び60の全体としての厚さの観点から、130～200 μm が好ましい。

【0062】

図4～6を参照して説明したエアフィルタ濾材40, 50及び60は、第1のPTFE

50

多孔質膜 1 よりも上流側に配置された通気性繊維層 3 (第 1 の通気性繊維層 3 a) を有する。この通気性繊維層 3 の目付が大きい場合、オイルミストが通気性繊維層 3 で捕集されやすい。したがって、第 1 の P T F E 多孔質膜 1 よりも上流側に配置された通気性繊維層 3 の目付は、例えば $30 \sim 260 \text{ g/m}^2$ であり、好ましくは $30 \sim 200 \text{ g/m}^2$ である。他方、図 5 及び 6 を参照して説明したエアフィルタ濾材 50 及び 60 において、第 1 の P T F E 多孔質膜 1 よりも下流側に配置された通気性繊維層 3 (第 2 の通気性繊維層 3 b 及び第 3 の通気性繊維層 3 c) の目付は、圧力損失の増大を抑制する観点から決定される。第 1 の P T F E 多孔質膜 1 よりも下流側に配置された通気性繊維層 3 の目付は、例えば、第 1 の P T F E 多孔質膜 1 よりも上流側に配置された通気性繊維層 3 の目付に等しい又はそれよりも小さい。第 1 の P T F E 多孔質膜 1 よりも下流側に配置された通気性繊維層 3 の目付は、例えば $15 \sim 100 \text{ g/m}^2$ であり、好ましくは $15 \sim 30 \text{ g/m}^2$ である。エアフィルタ濾材 50 (又は 60) の全ての通気性繊維層 3 の構造及び特性は互いに同一であってもよい。

10

20

30

40

50

【0063】

通気性繊維層 3 を構成する繊維の材料としては、特に制限されないが、例えば、ポリエチレン (P E) 及びポリプロピレン (P P) 等のポリオレフィン、ポリエチレンテレフタレート (P E T) 等のポリエステル、ポリアミド、並びにこれらの複合材等が挙げられる。第 1 の P T F E 多孔質膜 1 又は第 2 の P T F E 多孔質膜 2 と、通気性繊維層 3 とを容易にかつ確実に接着できるという観点から、通気性繊維層 3 を構成する繊維は、融点が高いポリオレフィン、特にポリエチレンを含むことが好ましい。

【0064】

通気性繊維層 3 は、芯成分が鞘成分より相対的に融点が高い芯鞘構造を有する複合繊維からなることが好ましい。芯成分としては、P E T 等、比較的融点の高い材料が用いられ、鞘成分としては、ポリエチレン等、比較的融点の低い材料が用いられる。具体的には、芯鞘構造を有する繊維として、芯部分が P E T 製で、鞘部分が P E 製であるもの (P E T / P E 繊維) や、芯部分が P P 製で、鞘部分が P E 製であるもの (P P / P E 繊維) が挙げられる。芯鞘構造の繊維からなる通気性繊維層 3 を用いた場合、加熱により通気性繊維層 3 と第 1 の P T F E 多孔質膜 1 又は第 2 の P T F E 多孔質膜 2 とをラミネートしても、通気性繊維層 3 の構造及び厚さの熱による変化が抑制される。加えて、通気性繊維層 3 の収縮による第 1 の P T F E 多孔質膜 1 及び第 2 の P T F E 多孔質膜 2 へのダメージを防止することができる。第 1 の P T F E 多孔質膜 1 又は第 2 の P T F E 多孔質膜 2 と通気性繊維層 3 とを容易かつ確実に接着できるという観点から、通気性繊維層 3 は、P E T / P E 繊維からなることが好ましい。

【0065】

第 1 の P T F E 多孔質膜 1 と第 2 の P T F E 多孔質膜 2 と通気性繊維層 3 とを一体化させる方法としては、熱によるニップラミネート、赤外線ヒータを用いるラミネート (特開 2003 - 190749 号公報を参照) 等が挙げられる。中でも、各層の厚さをつぶすことなく強固な接着を実現できるという観点から、赤外線ヒータを用いるラミネートが好ましい。なお、通気性繊維層 3 が芯鞘構造の繊維からなる場合、通気性繊維層 3 の加熱温度は、鞘成分の軟化点以上 (好ましくは融点以上) で芯成分の融点よりも低く設定することが好ましい。

【0066】

第 1 の P T F E 多孔質膜 1、第 2 の P T F E 多孔質膜 2 及び通気性繊維層 3 の積層の順序は、第 1 の P T F E 多孔質膜と第 2 の P T F E 多孔質膜とが、第 1 主面 11 から第 2 主面 12 へと通過する気流が第 1 の P T F E 多孔質膜、第 2 の P T F E 多孔質膜の順に通過するように配置されている限り、制限されない。第 1 の P T F E 多孔質膜 1、第 2 の P T F E 多孔質膜 2 がそれぞれ連続して積層されている部分があってもよく、複数の通気性繊維層 3 が連続して積層されている部分があってもよい。複数の通気性繊維層 3 は、互いに同一であってもよく、互いに異なってもよい。

【0067】

エアフィルタ濾材の圧力損失は、例えば60～350 Paであり、好ましくは80～70 Pa、より好ましくは100～200 Paである。

【0068】

本実施形態のエアフィルタ濾材は、オイルミストによる目詰まりを抑制する効果に優れる。平均粒径が0.15 μmの多分散粒子のポリオレフィン（以下「PAO」という）を20～40 g/m³の濃度で5.3 cm/秒の線流速でエアフィルタ濾材に透過させて圧力損失の変化を測定したときに、圧力損失が500 Paになったときのエアフィルタ濾材によるPAO捕集量が例えば20 mg/m²/Pa以上、好ましくは70 mg/m²/Pa以上、より好ましくは90 mg/m²/Pa以上、特に好ましくは100 mg/m²/Pa以上である。PAO捕集量の上限值は特に限定されず、例えば、200 mg/m²/Pa

10

【0069】

本実施形態のエアフィルタ濾材は、粉塵による目詰まりを抑制する効果にも優れる。平均粒径が0.5 μmの多分散粒子のNaClを1～3 g/m³の濃度で5.3 cm/秒の線流速でエアフィルタ濾材に透過させて圧力損失の変化を測定したときに、圧力損失が500 Paになったときのエアフィルタ濾材によるNaClの捕集量が例えば8 mg/m²/Pa以上、好ましくは9 mg/m²/Pa以上、より好ましくは12 mg/m²/Pa以上、特に好ましくは17 mg/m²/Pa以上である。NaCl捕集量の上限值は特に限定されず、例えば、20 mg/m²/Paである。なお、NaCl捕集量(mg/m²/Pa)は、エアフィルタ濾材の重量増加分[NaClの重量(mg)]をエアフィルタ濾材の面積(m²)で割り、さらに圧力損失の増加分[500 - (測定を開始したときの圧力損失)](Pa)で割って得られた値である。平均粒径が0.5 μmの多分散粒子のNaClは、例えば、定出力エアロゾルアトマイザー（東京ダイレック社製「TSI No. 3076」）を用いて発生させることができる。

20

【0070】

平均粒径0.1～0.2 μmのフタル酸ビス(2-エチルヘキシル)を用いて透過流速5.3 cm/秒の条件で測定したとき、本実施形態のエアフィルタ濾材の捕集効率は、例えば98～99.999995%、好ましくは99.5～99.99999%、より好ましくは99.95～99.999995%である。本実施形態のエアフィルタ濾材は、日本工業規格JIS Z 8122(2000)に規定されたHEPAグレード(high-efficiency particulate air grade)のエアフィルタ濾材であってもよいし、同規格に規定されたULPAグレード(ultra-low penetration air grade)のエアフィルタ濾材であってもよい。

30

【0071】

本実施形態のエアフィルタ濾材は、公知の手法によってブリーツ加工されてもよい。ブリーツ加工は、例えばレシプロ式の加工機を用いて、交互かつ平行に濾材の表面上に設定された山折り線及び谷折り線で濾材を連続したW字状に折り込むことにより、実施される。ブリーツ加工されたエアフィルタ濾材は、エアフィルタパックと呼ばれることがある。エアフィルタパックには、ブリーツ加工された形状を維持するためにスペーサーが配置されることがある。スペーサーとしては、ビードと呼ばれる樹脂の紐状体がよく用いられる。ビードは、山折り(谷折り)線に直交する方向(山を越え谷を渡って進む方向)に沿って、好ましくは複数本のビードが所定の間隔を保持しつつこの方向に沿って進むように、濾材上に配置される。ビードは、例えば、濾材の表面及び裏面の双方の上に配置される。ビードは、典型的には、ポリアミド、ポリオレフィン等の樹脂を溶融して塗布することにより形成される。

40

50

【 0 0 7 2 】

ブリーツ加工されたエアフィルタ濾材（エアフィルタパック４）は、必要に応じ、その周縁部を枠体（支持枠）により支持して、図 7 A に示すエアフィルタユニット 7 0 へと加工される。エアフィルタパックの周縁を囲む枠体 5 としては、エアフィルタの用途等に応じ、金属製又は樹脂製の部材が用いられる。樹脂製の枠体を用いる場合には、射出成形法により枠体を成形すると同時にこの枠体にブリーツ加工されたエアフィルタ濾材を固定してもよい。

【 0 0 7 3 】

図 7 B に示すように、ブリーツ加工されたエアフィルタ濾材 4 のひだ間隔 P（隣り合う山と山の間隔）は、エアフィルタ濾材 4 の表面積を十分稼げる広さ、例えば 2 . 5 4 ~ 1 2 . 7 mm、好ましくは 3 . 1 8 ~ 6 . 3 5 mm の範囲に調整されている。同じ理由から、エアフィルタ濾材 4 のひだ高さ h は、例えば 5 ~ 3 0 0 mm、好ましくは 2 0 ~ 2 5 0 mm の範囲に調整されている。（ひだ間隔 P） / （ひだ高さ h）の値は、例えば 0 . 2 5 以下、好ましくは 0 . 2 2 以下である。

10

【 0 0 7 4 】

枠体 5 は、アルミニウム、ステンレス、メッキ鋼板、塗装鋼板などの金属材料で作られていてもよいし、ポリオレフィン、ポリアミド（芳香族ポリアミドを含む）、ポリウレタン、ポリエステル、ポリスチレン（ABS など）、ポリカーボネートなどの樹脂材料で作られていてもよい。さらに、枠体 5 は、難燃合板、ベニア板などの木材で作られていてもよい。

20

【 0 0 7 5 】

図 1 ~ 6 を参照して説明したように、本実施形態のエアフィルタ濾材には、裏表の区別がある。気流の上流側に第 2 の P T F E 多孔質膜 2 を配置し、気流の下流側に第 1 の P T F E 多孔質膜 1 を配置すると、オイルミストによる目詰まりを抑制する効果が十分に得られない。裏表の取り違えは、例えば、エアフィルタ濾材のスリット（寸法を切り揃えるための工程）による巻き替え、ブリーツ加工などの工程を経ることで発生する可能性がある。この問題を解決するために、以下のような構成を採用することができる。

【 0 0 7 6 】

図 5 及び 6 を参照して説明したエアフィルタ濾材 5 0 及び 6 0 において、第 1 の通気性繊維層 3 a 及び第 2 の通気性繊維層 3 b がそれぞれエンボス不織布であるとき、例えば、第 1 の通気性繊維層 3 a のエンボス形状が第 2 の通気性繊維層 3 b のエンボス形状と異なる。このような構成によれば、第 1 主面 1 1 と第 2 主面 1 2 とを区別することが可能であり、表裏の取り違えを防止することができる。「エンボス不織布」とは、エンボス加工が施された不織布を意味する。詳細には、エンボス不織布は、1 又は複数の凹部と 1 又は複数の凸部とを有する不織布である。エンボス不織布は、同じ厚さのエンボス加工されていない不織布よりも高い剛性及び高い強度を有する。エンボス不織布は、凹凸模様を有する、言い換えれば、平面視で海島構造を有する。

30

【 0 0 7 7 】

互いに異なるエンボス形状を有するエンボス不織布として、図 8 A に示す T - タイプのエンボス不織布と図 8 B に示す S - タイプのエンボス不織布とが挙げられる。図 8 A に示すように、T - タイプのエンボス不織布において、楕円形の島に対応する部分（繊維が溶けていない）が凸部であり、海に対応する部分（繊維が溶けている）が凹部である。T - タイプのエンボス不織布は、典型的には、1 つの連続した凹部と複数の凸部とを有する。ただし、T - タイプのエンボス不織布において、凹部が複数の部分に分かれていてもよい。図 8 B に示すように、S - タイプのエンボス不織布において、円形の島に対応する部分（繊維が溶けている）が凹部であり、海に対応する部分（繊維が溶けていない）が凸部である。S - タイプのエンボス不織布は、典型的には、複数の凹部と 1 つの連続した凸部とを有する。ただし、S - タイプのエンボス不織布において、凸部が複数の部分に分かれていてもよい。これらのエンボス不織布によれば、通気性と接着強度との両立を図りやすい。

40

50

【0078】

また、同じタイプのエンボス不織布が使用された場合であっても、第1の通気性繊維層3aに使用されたエンボス不織布のエンボス面積比率が、第2の通気性繊維層3bに使用されたエンボス不織布のエンボス面積比率と十分に異なるとき、第1主面11と第2主面12とを区別することが可能である。「エンボス面積比率」とは、エンボス不織布の面積に対する、凹部（繊維が溶けている部分）の面積の比率又は複数の凹部の合計面積の比率である。エンボス面積比率は、次の方法で算出できる。所定の拡大サイズ（例えば25倍）で不織布の表面を電子顕微鏡などの顕微鏡で観察する。得られた観察像において、エンボス部分（凹部）の割合を算出する。S-タイプの不織布（図8B参照）の場合、凹部が円形を有しているとみなす。T-タイプの不織布（図8A参照）の場合、凸部（エンボス加工されていない部分）が楕円形を有しているとみなす。なお、エンボス面積比率の算出は、十分な広さを有する観察像を用いて算出されるべきである。

10

【0079】

また、エンボス不織布には、両面がエンボス加工された両面エンボス不織布と片面のみがエンボス加工された片面エンボス不織布とがある。第1の通気性繊維層3a及び第2の通気性繊維層3bの一方に両面エンボス不織布を使用し、他方に片面エンボス不織布を使用してもよい。さらに、第1の通気性繊維層3a及び第2の通気性繊維層3bの一方にエンボス不織布を使用し、他方にエンボス加工されていない不織布を使用してもよい。これらの構成によっても、第1主面11と第2主面12とを区別することが可能である。

20

【0080】

他の構成としては、第1主面11及び第2主面12から選ばれる少なくとも1つに第1主面11と第2主面12との区別を可能にする識別マークを付与することが挙げられる。この構成は、図1～6を参照して説明した全てのエアフィルタ濾材に適用できる点で優れている。

【0081】

第1主面11と第2主面12との区別を可能にする識別マークの種類は特に限定されない。識別マークには、文字、図形及び記号からなる群より選ばれる少なくとも1つが含まれる。識別マークを付与するための方法として、例えば、第1主面11及び第2主面12から選ばれる少なくとも1つにインクを塗布すること、第1主面11及び第2主面12から選ばれる少なくとも1つに凹凸を形成することなどが挙げられる。これらにより、第1主面11と第2主面12とを区別することが可能となる。凹凸は、エアフィルタ濾材の一部にプレス加工を施したり、エアフィルタ濾材の一部に溶融加工を施したり、第1主面11又は第2主面12を形成している部材（例えば第1の通気性繊維層3a）の一部を打ち抜いたりすることによって形成されうる。プレス加工又は溶融加工による凹凸の形成には、エンボス加工の技術を応用できる。溶融加工には、市販のレーザーマーカを使用できる。

30

【0082】

さらに他の構成としては、第1の通気性繊維層3a及び第2の通気性繊維層3bから選ばれる少なくとも1つが着色され、第1の通気性繊維層3aの色彩が第2の通気性繊維層3bの色彩と異なることが挙げられる。例えば、第1の通気性繊維層3a及び第2の通気性繊維層3bの一方に着色された不織布を使用することが挙げられる。着色された不織布は、顔料などの着色剤を含む不織布でありうる。不織布は、有彩色に着色されていてもよい。一例において、第1の通気性繊維層3a及び第2の通気性繊維層3bの一方が有彩色に着色された不織布で構成され、他方が着色されていない（白色の）不織布で構成されている。このような構成によっても、第1主面11と第2主面12とを区別することが可能である。

40

【実施例】

【0083】

以下、実施例及び比較例を挙げて本発明を詳細に説明するが、本発明は、以下の実施例に制限されるものではない。

50

【0084】

< 第1のPTFE多孔質膜Aの作製 >

PTFEファインパウダー（旭硝子社製「CD129E」、標準比重：2.16）100重量部に液状潤滑剤（ドデカン）20重量部を均一に混合し、得られた混合物を予備成形した。次に、予備成形物をロッド状にペースト押出しし、さらにロッド状成形体を1対の金属圧延ロール間に通して、厚さ200 μ mの長尺シートとした。長尺シートを375の延伸温度（炉内温度）で長手方向に1段目で5倍に延伸した後、2段目で20倍に延伸した。次いで320の延伸温度（テンターの炉内温度）で横方向に7倍に延伸して、第1のPTFE多孔質膜Aを作製した。第1のPTFE多孔質膜Aの圧力損失は15Paであった。

10

【0085】

< 第1のPTFE多孔質膜A1の作製 >

PTFEファインパウダー（旭硝子社製「CD129E」）100重量部に液状潤滑剤（ドデカン）20重量部を均一に混合し、得られた混合物を予備成形した。次に、予備成形物をロッド状にペースト押出しし、さらにロッド状成形体を1対の金属圧延ロール間に通して、厚さ200 μ mの長尺シートとした。長尺シートを375の延伸温度で長手方向に1段目で5倍に延伸した後、2段目で20倍に延伸した。次いで300の延伸温度で横方向に7倍に延伸して、第1のPTFE多孔質膜A1を作製した。第1のPTFE多孔質膜A1の圧力損失は20Paであった。

20

【0086】

< 第1のPTFE多孔質膜A2の作製 >

PTFEファインパウダー（旭硝子社製「CD129E」）100重量部に液状潤滑剤（ドデカン）20重量部を均一に混合し、得られた混合物を予備成形した。次に、予備成形物をロッド状にペースト押出しし、さらにロッド状成形体を1対の金属圧延ロール間に通して、厚さ200 μ mの長尺シートとした。長尺シートを375の延伸温度で長手方向に1段目で4.5倍に延伸した後、2段目で20倍に延伸した。次いで150の延伸温度で横方向に6倍に延伸して、第1のPTFE多孔質膜A2を作製した。第1のPTFE多孔質膜A2の圧力損失は40Paであった。

30

【0087】

< 第1のPTFE多孔質膜A3の作製 >

PTFEファインパウダー（旭硝子社製「CD129E」）100重量部に液状潤滑剤（ドデカン）20重量部を均一に混合し、得られた混合物を予備成形した。次に、予備成形物をロッド状にペースト押出しし、さらにロッド状成形体を1対の金属圧延ロール間に通して、厚さ200 μ mの長尺シートとした。長尺シートを150の延伸温度で長手方向に1段目で4倍に延伸した後、2段目で375の延伸温度で2倍に延伸した。次いで200の延伸温度で横方向に8倍に延伸して、第1のPTFE多孔質膜A3を作製した。第1のPTFE多孔質膜A3の圧力損失は2500Paであった。

40

【0088】

< 第1のPTFE多孔質膜Bの作製 >

PTFEファインパウダー（旭硝子社製「フルオン（登録商標）PTFE CD-123」）100重量部に対し、液状潤滑剤（ナフサ）19重量%を均一に混合し、この混合物を20kg/cm²の条件で予備成形し、次いでこれをロッド状にペースト押出成形し、さらにこのロッド状成形体を1対の金属圧延ロール間に通して、厚さ200 μ mの長尺シートを得た。このシートを290の延伸温度でシート長手方向に1.4倍延伸し、さらにテンター法により80の延伸温度でシート幅方向に30倍延伸し、未焼成PTFE多孔質膜を得た。この未焼成PTFE多孔質膜を、寸法を固定した状態で400で10秒間熱処理し、焼成された第1のPTFE多孔質膜Bを得た。第1のPTFE多孔質膜Bの圧力損失は110Paであった。

50

【0089】

< 第1のPTFE多孔質膜Cの作製 >

50

PTFEファインパウダー（旭硝子社製「フルオン（登録商標）PTFE CD-123」）100重量部に対し、液状潤滑剤（ナフサ）19重量%を均一に混合し、この混合物を 20 kg/cm^2 の条件で予備成形し、次いでこれをロッド状にペースト押出成形し、さらにこのロッド状成形体を1対の金属圧延ロール間に通して、厚さ $200\text{ }\mu\text{m}$ の長尺シートを得た。このシートを 290 の延伸温度でシート長手方向に15倍延伸し、さらにテンター法により 80 の延伸温度でシート幅方向に30倍延伸し、未焼成PTFE多孔質膜を得た。この未焼成PTFE多孔質膜を、寸法を固定した状態で 400 で10秒間熱処理し、焼成された第1のPTFE多孔質膜Cを得た。第1のPTFE多孔質膜Cの圧力損失は 100 Pa であった。

【0090】

<第2のPTFE多孔質膜Dの作製>

PTFEファインパウダー（ダイキン社製「ポリフロン（登録商標）PTFE F-104」）100重量部に対し、液状潤滑剤（ナフサ）19重量%を均一に混合し、この混合物を 20 kg/cm^2 の条件で予備成形し、次いでこれをロッド状にペースト押出成形し、さらにこのロッド状成形体を1対の金属圧延ロール間に通して、厚さ $200\text{ }\mu\text{m}$ の長尺シートを得た。このシートを 280 の延伸温度でシート長手方向に35倍延伸し、さらにテンター法により 120 の延伸温度でシート幅方向に35倍延伸し、未焼成PTFE多孔質膜を得た。この未焼成PTFE多孔質膜を、寸法を固定した状態で 400 で10秒間熱処理し、焼成された第2のPTFE多孔質膜Dを得た。第2のPTFE多孔質膜Dの圧力損失は 80 Pa であった。

【0091】

<第2のPTFE多孔質膜Eの作製>

PTFEファインパウダー（ダイキン社製「ポリフロン（登録商標）PTFE F-104」）100重量部に液状潤滑剤（ドデカン）20重量部を均一に混合し、得られた混合物を予備成形した。次に、予備成形物をロッド状にペースト押し出し、さらにロッド状成形体を1対の金属圧延ロール間に通して、厚さ $200\text{ }\mu\text{m}$ の長尺シートとした。長尺シートを 280 の延伸温度で長手方向に18倍に延伸し、 120 の延伸温度で横方向に35倍に延伸して、第2のPTFE多孔質膜Eを作製した。第2のPTFE多孔質膜Eの圧力損失は 140 Pa であった。

【0092】

<第2のPTFE多孔質膜Fの作製>

PTFEファインパウダー（ダイキン社製「ポリフロン（登録商標）PTFE F-104」）100重量部に液状潤滑剤（ドデカン）20重量部を均一に混合し、得られた混合物を予備成形した。次に、予備成形物をロッド状にペースト押し出し、さらにロッド状成形体を1対の金属圧延ロール間に通して、厚さ $500\text{ }\mu\text{m}$ の長尺シートとした。長尺シートを 280 の延伸温度で長手方向に23倍に延伸し、 120 の延伸温度で横方向に35倍に延伸して、第2のPTFE多孔質膜Fを作製した。第2のPTFE多孔質膜Fの圧力損失は 220 Pa であった。

【0093】

<第2のPTFE多孔質膜Gの作製>

第1のPTFE多孔質膜Bを、第2のPTFE多孔質膜Gとして使用した。

【0094】

<第2のPTFE多孔質膜Iの作製>

PTFEファインパウダー（ダイキン社製「ポリフロン（登録商標）PTFE F-104」）100重量部に対し、液状潤滑剤（ナフサ）19重量%を均一に混合し、この混合物を 20 kg/cm^2 の条件で予備成形し、次いでこれをロッド状にペースト押出成形し、さらにこのロッド状成形体を1対の金属圧延ロール間に通して、厚さ $200\text{ }\mu\text{m}$ の長尺シートを得た。このシートを 280 の延伸温度でシート長手方向に37倍延伸し、さらにテンター法により 140 の延伸温度でシート幅方向に35倍延伸し、未焼成PTFE多孔質膜を得た。この未焼成PTFE多孔質膜を、寸法を固定した状態で 400 で1

10

20

30

40

50

0 秒間熱処理し、焼成された第 2 の P T F E 多孔質膜 I を得た。第 2 の P T F E 多孔質膜 I の圧力損失は 6 0 P a であった。

【 0 0 9 5 】

< 通気性繊維層 >

通気性繊維層として、不織布 [ユニチカ社製「エルベス S 0 3 0 3 W D O」、芯鞘構造 (芯成分 P E T、鞘成分 P E)、目付量 3 0 g / m²、見掛け密度 0 . 1 3 6 g / c m³、エンボス面積比率 1 5 %、厚さ 0 . 2 2 m m] を使用した。

【 0 0 9 6 】

< 実施例 1 ~ 4 及び比較例 1 ~ 3 >

先に説明した方法にて、第 1 の P T F E 多孔質膜及び第 2 の P T F E 多孔質膜の接触角を測定した。接触角の測定には、市販の接触角測定器 (Data Physics 社製、O C A 3 0) を使用した。また、以下の方法により、第 1 の P T F E 多孔質膜及び第 2 の P T F E 多孔質膜の圧力損失及び捕集効率を予め測定し、先に説明した式 (1) 及び (2) に基づき、P F 値を算出した。結果を表 1 に示す。

【 0 0 9 7 】

表 1 に示す組み合わせにて、第 1 の P T F E 多孔質膜と、第 2 の P T F E 多孔質膜と、上記の通気性繊維層とを、第 1 の通気性繊維層、第 1 の P T F E 多孔質膜、第 3 の通気性繊維層、第 2 の P T F E 多孔質膜、第 2 の通気性繊維層、の順に積層し、8 0 ° に加熱された一対のロール間を通過させることにより熱ラミネートして、図 6 と同様の積層構造を有するエアフィルタ濾材を作製した。

【 0 0 9 8 】

得られたエアフィルタ濾材について、以下の方法により圧力損失、捕集効率、P A O 捕集量、N a C l 捕集量を測定した。先に説明した式 (1) 及び (2) に基づき、P F 値を算出した。結果を表 1 に示す。

【 0 0 9 9 】

< 圧力損失 >

エアフィルタ濾材を有効面積 1 0 0 c m² の円形のホルダーにセットした。セットしたエアフィルタ濾材に空気を透過させ、エアフィルタ濾材を通過する空気の線流速を流量計で 5 . 3 c m / 秒に調整したときの圧力損失を、圧力計 (マノメーター) で測定した。1 つのエアフィルタ濾材について 8 回圧力損失を測定し、その平均を算出した。

【 0 1 0 0 】

< P A O 捕集量 >

エアフィルタ濾材を、圧力損失の測定と同様の装置にセットし、定出力エアロゾルアトマイザー (東京ダイレック社製「T S I No . 3 0 7 6」) を用いて平均粒径が 0 . 1 5 μ m の多分散粒子の P A O (イネオス社製「デュラシン 1 6 4」) を 2 0 ~ 4 0 g / m³ の濃度で 5 . 3 c m / 秒の線流速でエアフィルタ濾材に透過させて圧力損失の変化を圧力計 (マノメーター) で測定した。圧力損失が 5 0 0 P a になったときのエアフィルタ濾材の重量 (m g) を測定し、圧力損失の測定前のエアフィルタ濾材の重量に対するエアフィルタ濾材の重量増加分をエアフィルタ濾材の面積 (m²) で割り、さらに圧力損失の増加分 [5 0 0 - (測定を開始したときの圧力損失)] (P a) で割って得られた数値を P A O 捕集量 (m g / m² / P a) とした。

【 0 1 0 1 】

< N a C l 捕集量 >

エアフィルタ濾材を、圧力損失の測定と同様の装置にセットし、定出力エアロゾルアトマイザー (東京ダイレック社製「T S I No . 3 0 7 6」) を用いて平均粒径が 0 . 5 μ m の多分散粒子の N a C l を 1 ~ 3 g / m³ の濃度で 5 . 3 c m / 秒の線流速でエアフィルタ濾材に透過させて圧力損失の変化を圧力計 (マノメーター) で測定した。圧力損失が 5 0 0 P a になったときのエアフィルタ濾材の重量 (m g) を測定し、圧力損失の測定前のエアフィルタ濾材の重量に対するエアフィルタ濾材の重量増加分をエアフィルタ濾材の面積 (m²) で割り、さらに圧力損失の増加分 [5 0 0 - (測定を開始したときの圧力

10

20

30

40

50

損失)] (Pa) で割って得られた数値を NaCl 捕集量 (mg/m²/Pa) とした。

【0102】

< 捕集効率 >

エアフィルタ濾材を、圧力損失の測定と同様の装置にセットし、エアフィルタ濾材を通過する気体の線流速を 5.3 cm/秒に調整した。粒径 0.1 ~ 0.2 μm のポリオレフィン (PAO) 粒子を約 1 × 10⁹ 個/L の濃度で含む空気をエアフィルタ濾材に透過させた。エアフィルタ濾材の下流側における PAO 粒子の濃度をパーティクルカウンターで測定し、以下の式により捕集効率 (%) を求めた。

$$\text{捕集効率} = \{ 1 - (\text{下流側の PAO 粒子濃度} / \text{上流側の PAO 粒子濃度}) \} \times 100$$

【0103】

【表1】

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	比較例1	比較例2	比較例3
第1のPTFE多孔質膜	記号	A	A1	A2	A1	B	C	A3
	圧力損失 (Pa)	15	20	40	20	110	100	2500
	接触角 (度)	155	155	157	155	152	152	138
	PF値	6.3	6.4	7.4	6.4	19.2	22.6	3.1
第2のPTFE多孔質膜	記号	D	E	F	I	G	F	D
	圧力損失 (Pa)	80	140	220	60	110	220	80
	接触角 (度)	153	151	148	153	152	148	153
	PF値	20.8	23.1	23.6	17.9	19.2	23.6	20.8
圧力損失(Pa)		95	160	260	80	220	320	2580
捕集効率(%)		98	99.95	99.9995	98.371	99.995	99.9999974	99.999999
PF値		17.5	20.2	20.0	21.9	19.2	23.3	3.0
PAO捕集量(mg/m ² /Pa)		121.77	71.16	74.4	21.4	5.47	8.5	測定不能
NaCl捕集量(mg/m ² /Pa)		12.66	10.10	9.62	9.0	3.52	14.5	測定不能

【0104】

第1のPTFE多孔質膜A, A1及びA2のPF値は低かったが、第1のPTFE多孔質膜A, A1及びA2の接触角は、第1のPTFE多孔質膜A3, B及びCの接触角よりも大きかった。実施例1~4において、第2のPTFE多孔質膜の接触角は、148~153度の範囲にあった。詳細には、第2のPTFE多孔質膜D, E, F及びIの接触角は、それぞれ、153度、151度、148度及び153度であった。実施例1~4のエアフィルタ濾材と比較例1, 2のエアフィルタ濾材とを比較すると、実施例1~4のエアフィルタ濾材の方がPAO捕集量が多かった。つまり、実施例1~4のエアフィルタ濾材は

、比較例 1、2 のエアフィルタ濾材と比較すると、オイルミストの捕集に伴う圧力損失の上昇が抑制されており、オイルミストによるエアフィルタ濾材の目詰まりが抑制されていた。圧力損失が大きすぎたため、比較例 3 のエアフィルタ濾材の P A O 捕集量及び N a C l 捕集量は測定できなかった。

【産業上の利用可能性】

【0105】

本発明のエアフィルタ濾材は、タービン用吸気フィルタ濾材、外気処理空調用フィルタ濾材、医療・製薬向けクリーンルーム用エアフィルタ濾材、マスク用フィルタ濾材、家電全般に使用されるフィルタ濾材等、様々な用途に用いることができる。本発明のエアフィルタ濾材は、特に、プリーツ加工等の加工が施されるエアフィルタ濾材としての使用に適している。

10

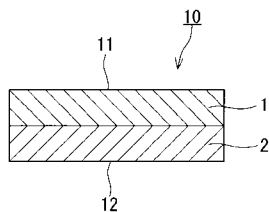
【符号の説明】

【0106】

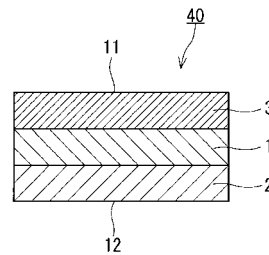
- 1 第1の P T F E 多孔質膜
- 2 第2の P T F E 多孔質膜
- 3 通気性繊維層
- 3 a 第1の通気性繊維層
- 3 b 第2の通気性繊維層
- 3 c 第3の通気性繊維層
- 4 エアフィルタパック
- 5 枠体
- 10, 20, 30, 40, 50 エアフィルタ濾材
- 70 エアフィルタユニット

20

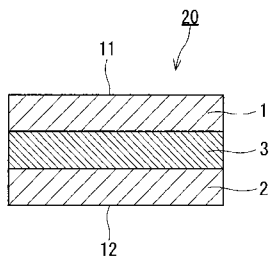
【図 1】



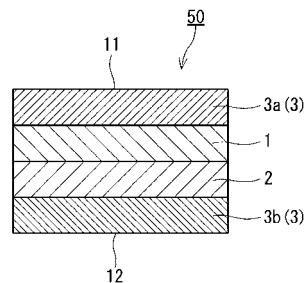
【図 4】



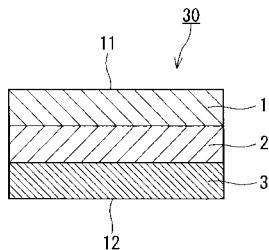
【図 2】



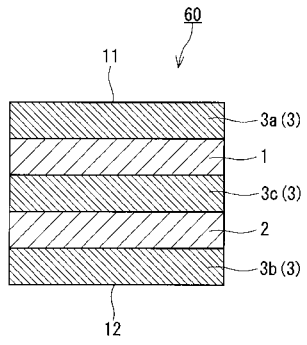
【図 5】



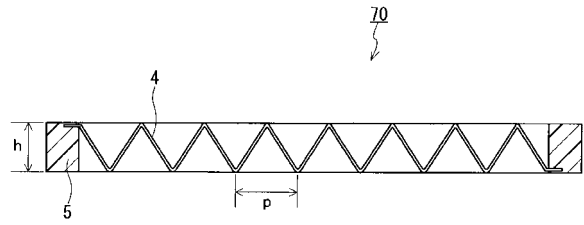
【図 3】



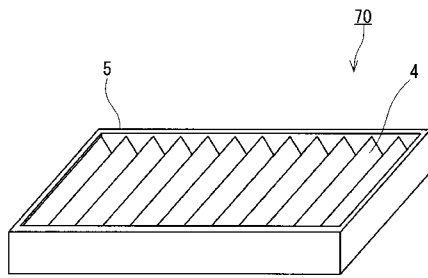
【 図 6 】



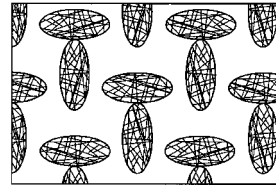
【 図 7 B 】



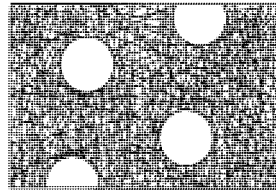
【 図 7 A 】



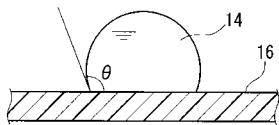
【 図 8 A 】



【 図 8 B 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)
B 3 2 B	27/30	(2006.01)	B 3 2 B	27/30		D
B 3 2 B	5/28	(2006.01)	B 3 2 B	5/28	1 0 1	

(72)発明者 和田 志穂
大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社内

(72)発明者 大門 敦
大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社内

(72)発明者 柳 俊輝
大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社内

F ターム(参考) 4D006 GA44 HA72 JA03C MA03 MA22 MB06 MB10 MB20 MC30 NA35
NA36 PB17 PC05
4D019 AA01 BA13 BB08 BB10 BC13 BD01 CA02 CB01
4D058 JA14 JB14 JB23 JB39 KA01 PA14 SA04
4F100 AK18A AK18B BA02 DD12 DJ00A DJ00B GB56 JB04A JD02 YY00A