(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6861493号
(P6861493)
(45)発行日　令和3年4月21日(2021.4.21)　(24)登録日　令和3年4月1日(2021.4.1)

(51)Int.Cl.		F I		
B01D 39/16	(2006.01)	B01D	39/16	C
B01D 46/52	(2006.01)	B01D	46/52	A
B01D 71/36	(2006.01)	B01D	71/36	
B01D 63/14	(2006.01)	B01D	63/14	
B01D 69/02	(2006.01)	B01D	69/02	

請求項の数 9　(全 23 頁)

(21)出願番号　特願2016-194414(P2016-194414)
(22)出願日　平成28年9月30日(2016.9.30)
(65)公開番号　特開2018-51545(P2018-51545A)
(43)公開日　平成30年4月5日(2018.4.5)
審査請求日　平成31年4月15日(2019.4.15)

(73)特許権者　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)【特許請求の範囲】

【請求項１】

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多孔質膜の順に通過するように配置されており、

前記第１のＰＴＦＥ多孔質膜は、複数のノード及び複数のフィブリルを含み、

前記第１のＰＴＦＥ多孔質膜の表面において前記複数のノードの占める面積の割合が１．５～３．０％の範囲にあり、

前記第１のＰＴＦＥ多孔質膜を構成する前記複数のノードの面積の平均値が２００μm^{2}以上であり、

前記第２のＰＴＦＥ多孔質膜は、複数のノード及び複数のフィブリルを含み、

前記第２のＰＴＦＥ多孔質膜の表面において前記複数のノードの占める面積の割合が０．７～１．０％の範囲にあり、

前記第２のＰＴＦＥ多孔質膜を構成する前記複数のノードの面積の平均値が３．０～２０μm^{2}の範囲にあり、

前記第１のＰＴＦＥ多孔質膜の平均孔径が前記第２のＰＴＦＥ多孔質膜の平均孔径よりも大きく、

前記第１のＰＴＦＥ多孔質膜の厚さが前記第２のＰＴＦＥ多孔質膜の厚さよりも大きく、

前記第１のＰＴＦＥ多孔質膜の気孔率が前記第２のＰＴＦＥ多孔質膜の気孔率よりも大きい、エアフィルタ濾材。

【請求項２】

前記第１のＰＴＦＥ多孔質膜を構成する前記複数のノードの面積の平均値が４００μm^{2}以下である、請求項１に記載のエアフィルタ濾材。

【請求項３】

前記第１のＰＴＦＥ多孔質膜の平均孔径が３～３０μmであり、

前記第１のＰＴＦＥ多孔質膜の厚さが７～３６μmであり、

前記第１のＰＴＦＥ多孔質膜の気孔率が９０～９９％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】

前記第２のＰＴＦＥ多孔質膜の平均孔径が０．１～３μmであり、

前記第２のＰＴＦＥ多孔質膜の厚さが１μm以上７μm未満であり、

前記第２のＰＴＦＥ多孔質膜の気孔率が５０％以上９０％未満である、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０．１５μmの多分散粒子のポリαオレフィンを２０～４０ｇ／m^{3}の濃度で５．３ｃｍ／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５００Ｐａになったときの前記エアフィルタ濾材によるポリαオレフィンの捕集量が２０ｍｇ／m^2／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】

前記エアフィルタ濾材によるポリαオレフィンの捕集量が２０ｍｇ／m^2／Ｐａ以上２００ｍｇ／m^2／Ｐａ以下である、請求項５に記載のエアフィルタ濾材。

【請求項７】

平均粒径が０．５μmの多分散粒子のＮａＣｌを１～３ｇ／m^{3}の濃度で５．３ｃｍ／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５００Ｐａ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８ｍｇ／m^2／Ｐａ以上である、請求項１～６のいずれか１項に記載のエアフィルタ濾材。

【請求項８】

請求項１～７のいずれか１項に記載のエアフィルタ濾材にプリーツ加工が施されてなる、エアフィルタパック。

【請求項９】

請求項８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「ＰＴＦＥ」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、ＰＴＦＥ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ＰＴＦＥ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、ＰＴＦＥ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、ＰＴＦＥ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化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ＰＴＦＥ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ると、エアフィルタ濾材のプリーツ加工（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０．１～０．２μｍの多分散ジオクチルフタレート（ＤＯＰ）を用いて捕集効率を測定していることから明らかなとおり、圧力損失の上昇が抑制されるように、ＰＴＦＥ多孔質膜の平均孔径が制御されている。

【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】

【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】

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、

前記第１のＰＴＦＥ多孔質膜は、複数のノード及び複数のフィブリルを含み、

前記第１のＰＴＦＥ多孔質膜の表面において前記複数のノードの占める面積の割合が１．５～３．０％の範囲にあり、

前記複数のノードの面積の平均値が２００μm^2以上である、エアフィルタ濾材を提供する。

【発明の効果】

【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７Ａ】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７Ｂ】図７Ａに示すエアフィルタユニットの断面図である。

【図８Ａ】Ｔ－タイプのエンボス不織布の平面図である。

【図８Ｂ】Ｓ－タイプのエンボス不織布の平面図である。

【図９Ａ】第１のＰＴＦＥ多孔質膜Ａ１のＳＥＭ（走査型電子顕微鏡）観察像である。

【図９Ｂ】図９Ａの観察像に現れたノードを示す図である。

【図１０Ａ】第２のＰＴＦＥ多孔質膜ＦのＳＥＭ観察像を示す図である。

【図１０Ｂ】図１０Ａの観察像に現れたノードを示す図である。

【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ＰＴＦＥ多孔質膜１と、第２のＰＴＦＥ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ＰＴＦＥ多孔質膜１、第２のＰＴＦＥ多孔質膜２、の積層構造を有する。第１のＰＴＦＥ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ＰＴＦＥ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ＰＴＦＥ多孔質膜１が第２のＰＴＦＥ多孔質膜２に直接的に積層されている。

【００１２】

図２～４に示すエアフィルタ濾材２０，３０及び４０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ＰＴＦＥ多孔質膜１、通気性繊維層３、第２のＰＴＦＥ多孔質膜２、の積層構造を有する。第１のＰＴＦＥ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ＰＴＦＥ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ＰＴＦＥ多孔質膜１が接し、通気性繊維層３の他方の面に第２のＰＴＦＥ多孔質膜２が接している。

【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ＰＴＦＥ多孔質膜１、第２のＰＴＦＥ多孔質膜２、通気性繊維層３、の積層構造を有する。第１のＰＴＦＥ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ＰＴＦＥ多孔質膜２の一方の面に第１のＰＴＦＥ多孔質膜１が接し、第２のＰＴＦＥ多孔質膜２の他方の面に通気性繊維層３が接している。

【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ＰＴＦＥ多孔質膜１、第２のＰＴＦＥ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ＰＴＦＥ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ＰＴＦＥ多孔質膜１の一方の面に通気性繊維層３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。通気性繊維層３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。

【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。

【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。

【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、メルトブロウン不織布、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。

【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】

延伸されたＰＴＦＥ多孔質膜は、複数のノード及び複数のフィブリルを含む。ノードは、繊維化していない部分であって、原料であるＰＴＦＥ粒子の塊（二次粒子又はその溶融物）の部分である。フィブリルは、ノードとノードとを接続している細い繊維状の部分である。ＰＴＦＥ多孔質膜は、複数のノード及び複数のフィブリルによって構成された網目構造を有する。

【００２２】

ＰＴＦＥ多孔質膜の表面においてノードの占める面積の割合が大きい場合、相対的に小さい粉塵及びオイルミストはＰＴＦＥ多孔質膜を通過するが、相対的に大きい粉塵及びオイルミストはＰＴＦＥ多孔質膜に捕集される。他方、ＰＴＦＥ多孔質膜の表面においてノードの占める面積の割合が小さい場合、相対的に小さい粉塵及びオイルミストはＰＴＦＥ多孔質膜に捕集されるが、相対的に大きい粉塵及びオイルミストも捕集される。

【００２３】

本実施形態において、第１のＰＴＦＥ多孔質膜１は、複数のノード及び複数のフィブリルを含む。第１のＰＴＦＥ多孔質膜１の表面において複数のノードの占める面積の割合（以下、「ノード比率」とも言う）が１．５～３．０％の範囲にある。このような構成によれば、第１のＰＴＦＥ多孔質膜１は、主に、大きい粉塵及びオイルミストを捕集する。これにより、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が防止される。つまり、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。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。

【００２４】

また、第１のＰＴＦＥ多孔質膜１の表面においてノードの占める面積の割合が適度に大きい場合、第１のＰＴＦＥ多孔質膜１に不織布などの通気性繊維層３をラミネートしたときの圧力損失の上昇、及び、第１のＰＴＦＥ多孔質膜１に第２のＰＴＦＥ多孔質膜２をラミネートしたときの圧力損失の上昇が抑制される。つまり、本実施形態によれば、ラミネートによる圧力損失の上昇を抑えつつ、オイル保持量を増やすことができる。

【００２５】

なお、ノードの占める面積の割合が小さすぎると、小さい粉塵及びオイルミストも第１のＰＴＦＥ多孔質膜で捕集される。この場合、エアフィルタ濾材の圧力損失の上昇を抑制しつつ、オイル保持量を増やすことが困難となる。ノードの占める面積の割合が大きすぎると、圧力損失が上がりすぎる。

【００２６】

また、本実施形態では、第１のＰＴＦＥ多孔質膜１の表面に現れた複数のノードの面積の平均値が２００μm^2以上である。つまり、比較的大きいサイズを有するノードによって、１．５～３．０％のノード比率が達成されている。大きいノードによって上記のノード比率が達成されている場合におけるＰＴＦＥ多孔質膜の構造は、小さいノードによって上記のノード比率が達成されている場合におけるＰＴＦＥ多孔質膜の構造と異なる。大きい粉塵及びオイルミストの捕集に適しているのは前者の構造である。ノードの面積の平均値の上限は特に限定されず、例えば、４００μm^2である。

【００２７】

　第１のＰＴＦＥ多孔質膜１の表面において複数のノードの占める面積の割合は、以下に説明する方法で算出することができる。まず、第１のＰＴＦＥ多孔質膜１の表面を電子顕微鏡（走査電子顕微鏡）で観察する。次に、得られた観察像（又はその一部）においてノードを特定する。さらに、ノードの占める面積の合計Ｓ１を観察像（又はその一部）の面積Ｓ２で除する。これにより、ノードの占める面積の割合が得られる。ノードの特定及びノードの占める面積の割合の算出には、画像処理を使用することができる。ノードの占める面積の割合の算出には、第１のＰＴＦＥ多孔質膜１の表面の全体を観察していると判断できる程度に十分に広い観察像が使用されるべきである。例えば、少なくとも２０個のノードが含まれた観察像を用いて、ノードの占める面積の割合を算出することができる。

【００２８】

　ノードの面積の平均値は、観察像においてノードの占める面積の合計Ｓ１をノードの個数で除することによって得られる。ノードの面積の平均値も十分な個数のノード（例えば２０個）に基づいて算出されうる。

【００２９】

　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、第１のＰＴＦＥ多孔質膜１の表面を電子顕微鏡で観察することができる。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、その表面を電子顕微鏡で観察することも可能である。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。

【００３０】

　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。

【００３１】

　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。

【００３２】

　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。

【００３３】

　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。

【００３４】

　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、デジタルシッ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。

【００３５】

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。

【００３６】

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。

気孔率（％）＝１００×（Ｖ－（Ｗ／Ｄ））／Ｖ

Ｖ：体積（ｃｍ^3）

Ｗ：重量（ｇ）

Ｄ：ＰＴＦＥの密度（ｇ／ｃｍ^3）

【００３７】

第１のＰＴＦＥ多孔質膜１の圧力損失は、例えば１０～４５Ｐａであり、好ましくは１５～４０Ｐａ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、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１００ｃｍ^{2}の円形のホルダーにそれぞれ第１のＰＴＦＥ多孔質膜１、第２のＰＴＦＥ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ＰＴＦＥ多孔質膜１、第２のＰＴＦＥ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５．３ｃｍ／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ＰＴＦＥ多孔質膜１、第２のＰＴＦＥ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。

【００３８】

＜第２のＰＴＦＥ多孔質膜２＞

第２のＰＴＦＥ多孔質膜２は、第１のＰＴＦＥ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１０，２０，３０，４０，５０及び６０のオイルミストの捕集量を増加させる。

【００３９】

第１のＰＴＦＥ多孔質膜１と同様、第２のＰＴＦＥ多孔質膜２は、複数のノード及び複数のフィブリルを含む。第２のＰＴＦＥ多孔質膜２の表面において複数のノードの占める面積の割合は、第１のＰＴＦＥ多孔質膜１の表面において複数のノードの占める面積の割合よりも小さい。具体的には、第２のＰＴＦＥ多孔質膜２の表面において複数のノードの占める面積の割合が０．７～１．０％の範囲にある。第２のＰＴＦＥ多孔質膜２がこのような条件を満たしていると、より小さい粒径の粉塵及びオイルミストを第２のＰＴＦＥ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。

【００４０】

第２のＰＴＦＥ多孔質膜２を構成する複数のノードの面積の平均値が３．０～２０μｍ^{2}の範囲にある。第２のＰＴＦＥ多孔質膜２がこのような条件を満たしていると、エアフィルタ濾材の捕集効率の更なる向上を期待できる。

【００４１】

第２のＰＴＦＥ多孔質膜２の表面において複数のノードの占める面積の割合、及び、第２のＰＴＦＥ多孔質膜２を構成する複数のノードの面積の平均値は、第１のＰＴＦＥ多孔質膜１と同じ方法で算出することができる。ただし、第２のＰＴＦＥ多孔質膜２を構成するノードは小さい。そのため、第１のＰＴＦＥ多孔質膜１の観察像を得る際の電子顕微鏡の倍率は、第２のＰＴＦＥ多孔質膜２の観察像を得る際の電子顕微鏡の倍率と異なっていてもよい。

【００４２】

第２のＰＴＦＥ多孔質膜２の平均孔径は、例えば０．１～３μｍであり、好ましくは０．２～３μｍ、より好ましくは０．６～１．５μｍである。

【００４３】

第２のＰＴＦＥ多孔質膜２の厚さは、例えば１μｍ以上７μｍ未満であり、好ましくは１～５μｍ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。

【００４４】

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。

【００４５】

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。

【００４６】

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。

【００４７】

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。

【００４８】

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。

【００４９】

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。

【００５０】

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。

【００５１】

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、ノードの占める面積の割合及びノードの面積の平均値が所望の範囲に収まるように、延伸温度、延伸倍率等の条件を調整すべきである。また、延伸温度及び延伸倍率だけでなく、液状潤滑剤の量、上記した混合物の成形方法などもノードの占める面積の割合及びノードの面積の平均値に影響する。

【００５２】

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８０～１

５０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ノードの占める面積の割合が増加するとともに、各ノードの面積が増加する傾向にある。

【００５３】

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。

【００５４】

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。

【００５５】

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。

【００５６】

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。

【００５７】

＜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を含んでいてもよい。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。

【００５８】

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

【００５９】

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、プ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１５～３００ｇ／ｍ^{2}であり、好ましくは１５～１００ｇ／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、プ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、１３０～２００μｍが好ましい。

【００６０】
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３ａ）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ＰＴＦＥ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３０～２６０ｇ／m^2であり、好ましくは３０～２００ｇ／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ＰＴＦＥ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３ｂ及び第３の通気性繊維層３ｃ）の目付は、圧力損失の増大を抑制する観点から決定されうる。第１のＰＴＦＥ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ＰＴＦＥ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ＰＴＦＥ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１５～１００ｇ／m^2であり、好ましくは１５～３０ｇ／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。

【００６１】
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（ＰＥ）及びポリプロピレン（ＰＰ）等のポリオレフィン、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）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ＰＴＦＥ多孔質膜１又は第２のＰＴＦＥ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、融点が低いポリオレフィン、特にポリエチレンを含むことが好ましい。

【００６２】
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、ＰＥＴ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ＰＥＴ製で、鞘部分がＰＥ製であるもの（ＰＥＴ／ＰＥ繊維）や、芯部分がＰＰ製で、鞘部分がＰＥ製であるもの（ＰＰ／ＰＥ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ＰＴＦＥ多孔質膜１又は第２のＰＴＦＥ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ＰＴＦＥ多孔質膜１及び第２のＰＴＦＥ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ＰＴＦＥ多孔質膜１又は第２のＰＴＦＥ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、ＰＥＴ／ＰＥ繊維からなることが好ましい。

【００６３】
第１のＰＴＦＥ多孔質膜１と第２のＰＴＦＥ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。

【００６４】
第１のＰＴＦＥ多孔質膜１、第２のＰＴＦＥ多孔質膜２及び通気性繊維層３の積層の順序は、第１のＰＴＦＥ多孔質膜と第２のＰＴＦＥ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ＰＴＦＥ多孔質膜、第２のＰＴＦＥ多孔質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ＰＴＦＥ多孔質膜１、第２のＰＴＦＥ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、互いに異なっていてもよい。

【００６５】

エアフィルタ濾材の圧力損失は、例えば６０～３５０Ｐａであり、好ましくは８０～２７０Ｐａ、より好ましくは１００～２００Ｐａである。

【００６６】

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０．１５μｍの多分散粒子のポリαオレフィン（以下「ＰＡＯ」という）を２０～４０ｇ／m^3の濃度で５．３ｃｍ／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５００Ｐａ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２０ｍｇ／m^2／Ｐａ以上、好ましくは７０ｍｇ／m^2／Ｐａ以上、より好ましくは９０ｍｇ／m^2／Ｐａ以上、特に好ましくは１００ｍｇ／m^2／Ｐａ以上である。ＰＡＯ捕集量の上限値は特に限定されず、例えば、２００ｍｇ／m^2／Ｐａである。なお、ＰＡＯ捕集量（ｍｇ／m^2／Ｐａ）は、エアフィルタ濾材の重量増加分［ＰＡＯの重量（ｍｇ）］をエアフィルタ濾材の面積（m^2）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。ＰＡＯとしては、例えばイネオス社製「デュラシン１６４」を用いることができる。平均粒径が０．１５μｍの多分散のＰＡＯ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。

【００６７】

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０．５μｍの多分散粒子のＮａＣｌを１～３ｇ／m^3の濃度で５．３ｃｍ／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５００Ｐａ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８ｍｇ／m^2／Ｐａ以上、好ましくは９ｍｇ／m^2／Ｐａ以上、より好ましくは１２ｍｇ／m^2／Ｐａ以上、特に好ましくは１７ｍｇ／m^2／Ｐａ以上である。ＮａＣｌ捕集量の上限値は特に限定されず、例えば、２０ｍｇ／m^2／Ｐａである。なお、ＮａＣｌ捕集量（ｍｇ／m^2／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（m^2）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０．５μｍ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。

【００６８】

平均粒径０．１～０．２μｍのフタル酸ビス（２－エチルヘキシル）を用いて透過流速５．３ｃｍ／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９９．９５～９９．９９９９５％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　Ｚ８１２２（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。

【００６９】

本実施形態のエアフィルタ濾材は、公知の手法によってプリーツ加工されてもよい。プリーツ加工は、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。プ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、プ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。

【００７０】

プ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７Ａに示すエアフィルタユニット７０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プリーツ加工されたエアフィルタ濾材を固定してもよい。

【００７１】

図７Ｂに示すように、プ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２．５４～１２．７ｍｍ、好ましくは３．１８～６．３５ｍｍ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５～３００ｍｍ、好ましくは２０～２５０ｍｍ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０．２５以下、好ましくは０．２２以下である。

【００７２】

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。

【００７３】

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ＰＴＦＥ多孔質膜２を配置し、気流の下流側に第１のＰＴＦＥ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、プリーツ加工などの工程を経ることで発生する可能がある。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。

【００７４】

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の通気性繊維層３ａ及び第２の通気性繊維層３ｂ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３ａのエンボス形状が第２の通気性繊維層３ｂ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１１と第２主面１２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。

【００７５】

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８Ａに示すＴ－タイプのエンボス不織布と図８Ｂに示すＳ－タイプのエンボス不織布とが挙げられる。図８Ａ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８Ｂ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。

【００７６】

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。

【００７７】

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。

【００７８】

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。

【００７９】

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ーを使用できる。

【００８０】

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。

【実施例】

【００８１】

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。

【００８２】

＜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２００μｍ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。第１のＰＴＦＥ多孔質膜Ａの目付は１．３ｇ／ｍ^{2}であった。

【００８３】

＜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２００μｍ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。第１のＰＴＦＥ多孔質膜Ａ１の目付は１．３ｇ／ｍ^{2}であった。

【００８４】

＜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２００μｍ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。第１のＰＴＦＥ多孔質膜Ａ２の目付は１．３ｇ／ｍ^{2}であった。

【００８５】

＜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／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２００μｍ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１４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。第１のＰＴＦＥ多孔質膜Ｂの目付は０．７ｇ／ｍ^{2}であった。

【００８６】

＜第１のＰＴＦＥ多孔質膜Ｃ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／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２００μｍ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１００Ｐａであった。第１のＰＴＦＥ多孔質膜Ｃの目付は０．７ｇ／ｍ^{2}であった。

【００８７】

＜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２０ｋｇ／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２００μｍ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８０Ｐａであった。第２のＰＴＦＥ多孔質膜Ｄの目付は０．７ｇ／ｍ^{2}であった。

【００８８】

＜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２００μｍ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１４０Ｐａであった。第２のＰＴＦＥ多孔質膜Ｅの目付は０．７ｇ／ｍ^{2}であった。

【００８９】

＜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５００μｍ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２２０Ｐａであった。第２のＰＴＦＥ多孔質膜Ｆの目付は２．０ｇ／ｍ^{2}であった。

【００９０】

＜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。

【００９１】

＜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２０ｋｇ／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２００μｍ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

０秒間熱処理し、焼成された第２のＰＴＦＥ多孔質膜Ｉを得た。第２のＰＴＦＥ多孔質膜Ｉの圧力損失は６０Ｐａであった。

【００９２】

＜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Ｓ０３０３ＷＤＯ」、芯鞘構造（芯成分ＰＥＴ、鞘成分ＰＥ）、目付量３０ｇ／ｍ^2、見掛け密度０．１３６ｇ／ｃｍ^3、エンボス面積比率１５％、厚さ０．２２ｍｍ］を使用した。

【００９３】

＜ノード比率及びノードの面積の平均値＞

第１のＰＴＦＥ多孔質膜の表面及び第２のＰＴＦＥ多孔質膜の表面を走査電子顕微鏡で観察し、観察像を得た。第１のＰＴＦＥ多孔質膜Ａ１の表面の観察像（倍率１４０倍）を図９Ａに示す。第２のＰＴＦＥ多孔質膜Ｆの表面の観察像（倍率１０００倍）を図１０Ａに示す。

【００９４】

次に、各観察像においてノードを特定した。繊維の塊、繊維の束及び繊維の重なり部分は、ノードと判断しなかった。図９Ｂは、第１のＰＴＦＥ多孔質膜Ａ１の表面の観察像に現れたノードを示す図である。図１０Ｂは、第２のＰＴＦＥ多孔質膜Ｆの表面の観察像に現れたノードを示す図である。さらに、ノードを特定した観察像を用い、ノードの占有する面積の割合（ノード比率）及びノードの面積の平均値を画像処理によって算出した。結果を表１に示す。

【００９５】

＜実施例１～４、比較例１、比較例２＞

表１に示す組み合わせにて、第１のＰＴＦＥ多孔質膜と、第２のＰＴＦＥ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ＰＴＦＥ多孔質膜、第３の通気性繊維層、第２のＰＴＦＥ多孔質膜、第２の通気性繊維層、の順に積層し、８０℃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。

【００９６】

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、ＰＡＯ捕集量、ＮａＣｌ捕集量を測定した。

【００９７】

＜圧力損失＞

エアフィルタ濾材を有効面積１００ｃｍ^{2}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５．３ｃｍ／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。

【００９８】

＜ＰＡＯ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「ＴＳＩ　Ｎｏ．３０７６」）を用いて平均粒径が０．１５μｍの多分散粒子のＰＡＯ（イネオス社製「デュラシン１６４」）を２０～４０ｇ／ｍ^{3}の濃度で５．３ｃｍ／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５００Ｐａになったときのエアフィルタ濾材の重量（ｍｇ）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（ｍ^2）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）で割って得られた数値をＰＡＯ捕集量（ｍｇ／ｍ^2／Ｐａ）とした。

【００９９】

＜ＮａＣｌ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「ＴＳＩ　Ｎｏ．３０７６」）を用いて平均粒径が０．５μｍの多分散粒子のＮａＣｌを１～３ｇ／m^3の濃度で５．３ｃｍ／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５００Ｐａになったときのエアフィルタ濾材の重量（ｍｇ）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（m^2）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）で割って得られた数値をＮａＣｌ捕集量（ｍｇ／m^2／Ｐａ）とした。
【０１００】
＜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５．３ｃｍ／秒に調整した。粒径０．１～０．２μｍのポリαオレフィン（ＰＡＯ）粒子を約１ｘ10^9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。
捕集効率＝｛１－（下流側のＰＡＯ粒子濃度／上流側のＰＡＯ粒子濃度）｝×１００
【０１０１】

【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
第1のPTFE多孔質膜	記号	A	A1	A2	A1	B	C
	目付(g/m^2)	1.3	1.3	1.3	1.3	0.7	0.7
	ノード比率(%)	1.7	2.4	2.7	2.4	0.8	0.8
	ノードの面積の平均値(μm^2)	200	234	310	234	4.8	4.8
第2のPTFE多孔質膜	記号	D	E	F	I	G	F
	目付(g/m^2)	0.7	0.7	2.0	0.7	0.7	2.0
	ノード比率(%)	0.8	0.9	1.0	0.9	0.8	1.0
	ノードの面積の平均値(μm^2)	17	5	4	17	4.8	4
第1のPTFE多孔質膜のノード比率に対する第2のPTFE多孔質膜のノード比率の比		0.47	0.38	0.37	0.38	1	1.25
圧力損失(Pa)		95	160	260	80	220	320
捕集効率(%)		98	99.950	99.9995	98.371	99.995	99.9999974
PAO捕集量(mg/m^2/Pa)		121.77	71.16	74.4	21.4	5.47	8.5
NaCl捕集量(mg/m^2/Pa)		12.66	10.10	9.62	9.0	3.52	14.5

【０１０２】

実施例１～４において、第１のＰＴＦＥ多孔質膜Ａ，Ａ１及びＡ２のノード比率は、それぞれ、１．７％、２．４％及び２．７％であり、第２のＰＴＦＥ多孔質膜Ｄ，Ｅ，Ｆ及びＩのノード比率は、それぞれ、０．８％、０．９％、１．０％及び０．９％であった。第１のＰＴＦＥ多孔質膜のノード比率に対する第２のＰＴＦＥ多孔質膜のノード比率の比は、実施例１～４において、それぞれ、０．４７、０．３８、０．３７及び０．３８であった。このように、実施例１～４では、第１のＰＴＦＥ多孔質膜のノード比率が第２のＰＴＦＥ多孔質膜のノード比率を大きく上回っていた。

【０１０３】

比較例１及び２において、第１のＰＴＦＥ多孔質膜Ｂ及びＣのノード比率は、それぞれ、０．８％及び０．８％であり、第２のＰＴＦＥ多孔質膜Ｇ及びＦのノード比率は、それぞれ、０．８及び１．０％であった。第１のＰＴＦＥ多孔質膜のノード比率に対する第２

のＰＴＦＥ多孔質膜のノード比率の比は、比較例１及び２において、それぞれ、１及び１．２５であった。このように、比較例１及び２では、第１のＰＴＦＥ多孔質膜のノード比率が第２のＰＴＦＥ多孔質膜のノード比率以下であった。

【０１０４】

実施例１～４において、第１のＰＴＦＥ多孔質膜Ａ，Ａ１及びＡ２のノードの平均面積（ノードの面積の平均値）は、それぞれ、２００μm^2、２３４μm^2及び３１０μm^2と非常に大きかった。

【０１０５】

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。

【産業上の利用可能性】

【０１０６】

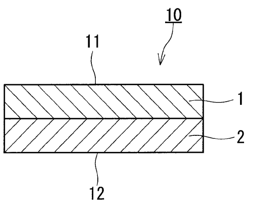
本発明のエアフィルタ濾材は、タービン用吸気フィルタ濾材、外気処理空調用フィルタ濾材、医療・製薬向けクリーンルーム用エアフィルタ濾材、マスク用フィルタ濾材、家電全般に使用されるフィルタ濾材等、様々な用途に用いることができる。本発明のエアフィルタ濾材は、特に、プリーツ加工等の加工が施されるエアフィルタ濾材としての使用に適している。

【符号の説明】

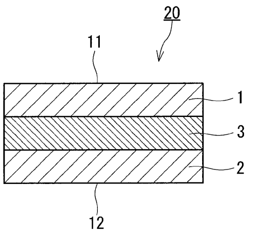
【０１０７】

１　第１のＰＴＦＥ多孔質膜
２　第２のＰＴＦＥ多孔質膜
３　通気性繊維層
３ａ　第１の通気性繊維層
３ｂ　第２の通気性繊維層
３ｃ　第３の通気性繊維層
４　エアフィルタパック
５　枠体
１０，２０，３０，４０，５０，６０　エアフィルタ濾材
７０　エアフィルタユニット

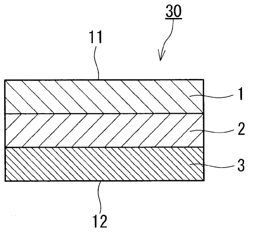
【図１】



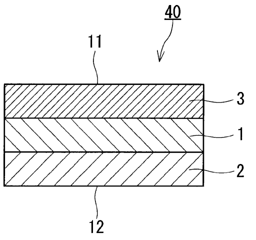
【図２】



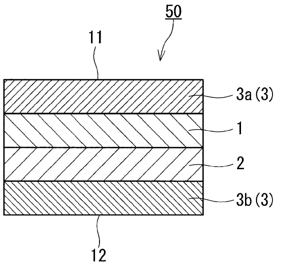
【図３】



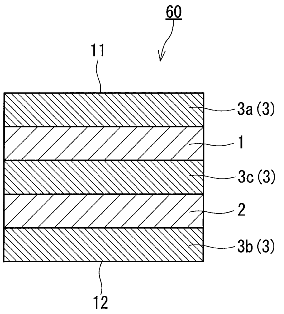
【図４】



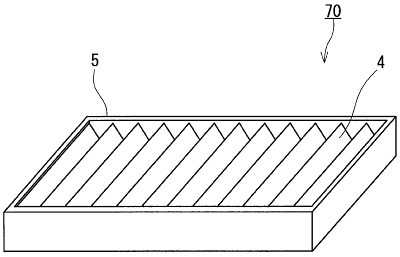
【図５】



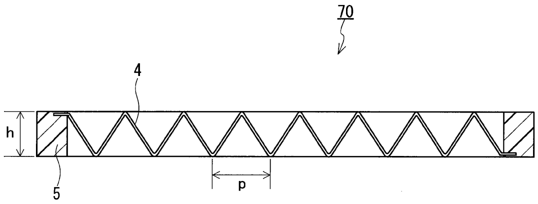
【図６】



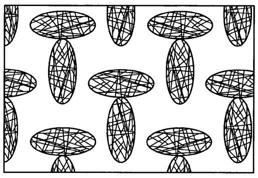
【図７Ａ】



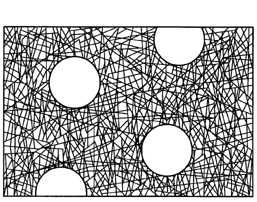
【図７Ｂ】



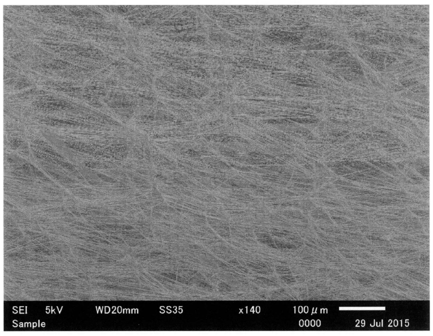
【図８Ａ】



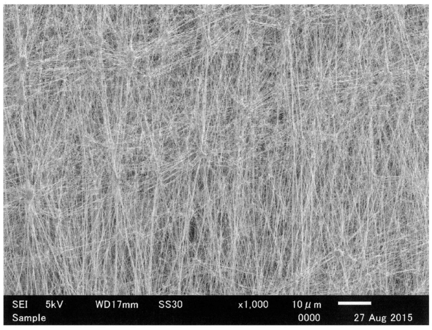
【図８Ｂ】



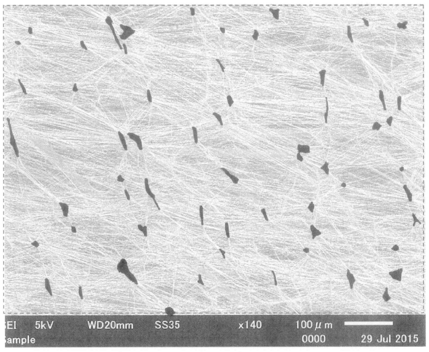
【図９Ａ】



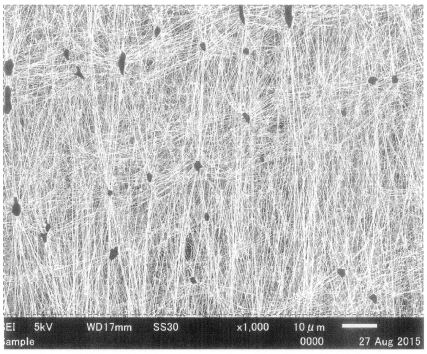
【図１０Ａ】



【図９Ｂ】



【図１０Ｂ】



フロントページの続き

(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

審査官　関根　崇

(56)参考文献　特開２０１５－１８６７７２（ＪＰ，Ａ）
　　　　　　特開２０００－０４２３２２（ＪＰ，Ａ）
　　　　　　特開平０５－２０２２１７（ＪＰ，Ａ）
　　　　　　特表２０１４－５００１３９（ＪＰ，Ａ）
　　　　　　特開２０１５－２２６８７７（ＪＰ，Ａ）
　　　　　　特表平１０－５０５３７８（ＪＰ，Ａ）
　　　　　　国際公開第２０１７／０５６５０８（WO，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
　　　　　　Ｂ０１Ｄ　　３９／１６
　　　　　　Ｂ０１Ｄ　　４６／５２
　　　　　　Ｂ０１Ｄ　　６１／００－７１／８２
　　　　　　Ｂ０１Ｄ　　５３／２２
　　　　　　Ｃ０８Ｊ　　　９／００