

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4614033号
(P4614033)

(45) 発行日 平成23年1月19日 (2011. 1. 19)

(24) 登録日 平成22年10月29日 (2010. 10. 29)

(51) Int. Cl.

F I

B O 1 D 46/52 (2006. 01)

B O 1 D 46/52 Z

B O 1 D 39/04 (2006. 01)

B O 1 D 39/04

B O 3 C 3/30 (2006. 01)

B O 3 C 3/30

請求項の数 18 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2001-72745 (P2001-72745)
 (22) 出願日 平成13年3月14日 (2001. 3. 14)
 (65) 公開番号 特開2001-286713 (P2001-286713A)
 (43) 公開日 平成13年10月16日 (2001. 10. 16)
 審査請求日 平成19年11月27日 (2007. 11. 27)
 (31) 優先権主張番号 526356
 (32) 優先日 平成12年3月16日 (2000. 3. 16)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 591090149
 ネルソン インダストリーズ インコーポ
 レイテッド
 NELSON INDUSTRIES, I
 NCORPORATED
 アメリカ合衆国 ウィスコンシン 535
 89 ストートン ハイウェイ 51 ウ
 エスト (番地なし)
 (74) 代理人 100068618
 弁理士 粁 経夫
 (74) 代理人 100104145
 弁理士 宮崎 嘉夫
 (74) 代理人 100109690
 弁理士 小野塚 薫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体フィルタアセンブリ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流れ方向に沿ってフィルタを通過する流体内の粒子をろ過するための2段階式流体フィ
 ルタアセンブリであって、

第1、第2のフィルタ要素を有し、各フィルタ要素は、対向する第1、第2組の折曲端
 部間に伸びている複数のひだを有するひだ付きフィルタ媒体を含み、

前記各フィルタ要素のひだは、前記流れ方向に対してほぼ平行に多数のファイバーを有
 して、それぞれの前記折曲端部間の前記流れ方向に沿って伸びており、一方の前記フィル
 タ要素は、ひだが、前記流れ方向を横切る方向に沿って互いに間隔を置いて配置され、前
 記流体がその間を流れるギャップを形成する、ジグザグ形状の主フィルタ要素であり、他
 方の前記フィルタ要素は、ひだが、前記ギャップなしで互いに対して密接されて結合し、
 この結合部分を通過する流れを阻止するプレフィルタ要素であることを特徴とする流体フ
 ィルタアセンブリ。

【請求項 2】

前記流体は、前記一方のフィルタ要素のひだを通して横方向に流れ、かつ前記流体は、
 前記他方のフィルタ要素のひだを通して横方向に通過するのではなくフィルタ要素に平行
 に前記流れ方向に沿って流れることを特徴とする請求項1記載の流体フィルタアセンブリ

。

【請求項 3】

前記一方のフィルタ要素のひだを通して流れる前記流体は、前記流れ方向を横切り、前

記他方のフィルタ要素のひだを通して流れる前記流体は、前記流れ方向に平行であることを特徴とする請求項 2 記載の流体フィルタアセンブリ。

【請求項 4】

前記他方のフィルタ要素のひだは、互いに接着されていることを特徴とする請求項 3 記載の流体フィルタアセンブリ。

【請求項 5】

前記一方のフィルタ要素は、前記他方のフィルタ要素の下流にあることを特徴とする請求項 3 記載の流体フィルタアセンブリ。

【請求項 6】

流れ方向に沿ってフィルタを通過する流体内の粒子をろ過するための 2 段階式流体フィルタアセンブリであって、

第 1 組及び第 2 組の折曲端部間に伸びている複数のひだを有して、ジグザグ形状に配置されたひだ付きフィルタ媒体からなり、前記ひだが前記流れ方向を横切る方向に沿って、互いに離れて配置され、流体が流れるその間に横断ギャップを形成し、その結果、流体が、前記第 1 組の折曲端部間の流れ方向に沿って流れ、前記ひだを横切って通過し、さらに第 2 組の折曲端部間の流れ方向に沿って流れるようにした、主フィルタ要素と、

前記主フィルタ要素の上流側でかつ隣接し、第 1、第 2 の対向面間に厚さ寸法を有するシート状のフィルタ材料からなり、前記シート及び第 1、第 2 の対向面に垂直でかつ前記厚さ方向に平行な流れ方向に沿って流れる流体内の粒子をろ過し、前記第 2 の対向面が前記主フィルタ要素に隣接し、前記シートが、ほぼ平行に伸びる複数のファイバーからなる内部ひだ付きサブシートによって形成される、プレフィルタ要素との組み合わせからなり

前記サブシートは、第 1 組及び第 2 組の折曲端部間に伸びる複数のひだを有し、このひだが前記流れ方向に平行に伸び、前記サブシートの折曲端部の第 1 組が前記シートの第 1 の対向面を与え、前記サブシートの折曲端部の第 2 組が前記シートの第 2 の対向面を与え、前記サブシートのひだは、互いに係合しかつ互いに十分に密接して包込まれ、その結果、流体が、前記サブシートのひだ間を横切って通過するよりも、前記サブシートのひだを通過する流れ方向に沿って前記ひだと平行に流れ、

前記サブシートは、前ひだを付けた平坦な状態を有して、ファイバーが平行にかつ互いに対して一方向的に平行に伸びており、さらに、前記ファイバーが前記流れ方向にほぼ平行な前記ひだに沿って伸びて、前記サブシートを形成するひだ付き状態を有し、前記ファイバーは、前記サブシートのそれぞれの対向面にほぼ平行なかつ前記流れ方向に対してほぼ垂直な前記折曲端部の回りに伸びていることを特徴とする流体フィルタアセンブリ。

【請求項 7】

前記主フィルタ要素とプレフィルタ要素は、共に平坦なパネルであることを特徴とする請求項 6 記載の流体フィルタアセンブリ。

【請求項 8】

前記主フィルタ要素とプレフィルタ要素は、環状であり、前記流れ方向は、フィルタ要素に対して半径方向であり、前記プレフィルタ要素は、前記主フィルタ要素に同軸配置されていることを特徴とする請求項 6 記載の流体フィルタアセンブリ。

【請求項 9】

前記プレフィルタ要素のサブシートは、非織物であることを特徴とする請求項 6 記載の流体フィルタアセンブリ。

【請求項 10】

前記プレフィルタ要素のサブシートは、非ニードリング状態であり、ニードリングによって生じるニードル穴をなくしていることを特徴とする請求項 9 記載の流体フィルタアセンブリ。

【請求項 11】

前記プレフィルタ要素のサブシートにおける複数のファイバーは、少なくとも第 1 組及び第 2 組の異なるファイバーを有することを特徴とする請求項 6 記載の流体フィルタアセ

10

20

30

40

50

ンブリ。

【請求項 1 2】

前記第 1 組のファイバーは、前記第 2 組のファイバーとは異なる直径を有することを特徴とする請求項 1 1 記載の流体フィルタアセンブリ。

【請求項 1 3】

第 1 組及び第 2 組のファイバーは、摩擦電気作用を与える摩擦電気ファイバーを含む摩擦電気ファイバー組合せ体からなり、前記摩擦電気ファイバーは、ファイバー間に複数の電気力線を形成し、この電気力線は、前記流れ方向に対して垂直で、前記流れ方向に沿って平行な面に列をなしており、その結果、前記流体がこの面に沿ってかつ前記電気力線に垂直に流れ、複数の電気力線を連続して横断し、交差した電気力線の数が増加することにより摩擦電気による捕捉の機会を増加させることを特徴とする請求項 1 1 記載の流体フィルタアセンブリ。

10

【請求項 1 4】

前記サブシートのひだは、互いに結合され、前記サブシートのひだに対して平行な流れ方向に沿ってひだ間の流体の流れを阻止し、前記サブシートにおけるひだの互いの結合が、前記厚さ寸法に伴って前記シートの圧縮抵抗を高めて、ニードリングに関連したニードル穴をなくしていることを特徴とする請求項 6 記載の流体フィルタアセンブリ。

【請求項 1 5】

前記プレフィルタ要素のサブシートの固さは、1 % ~ 1 0 % の範囲にあることを特徴とする請求項 6 記載の流体フィルタアセンブリ。

20

【請求項 1 6】

前記プレフィルタ要素のファイバーの大きさは、0 . 1 ~ 5 0 デニールの範囲にあることを特徴とする請求項 6 記載の流体フィルタアセンブリ。

【請求項 1 7】

前記厚さ寸法は、2 ~ 7 5 m m の範囲にあることを特徴とする請求項 6 記載の流体フィルタアセンブリ。

【請求項 1 8】

プレフィルタ要素を通過する流体の速度と前記主フィルタ要素を通過する流体の速度との比は、2 ~ 2 5 の範囲にあることを特徴とする請求項 6 記載の流体フィルタアセンブリ

30

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、エアを含む流体をろ過するためのフィルタ媒体およびフィルタアセンブリに関する。本発明は、乾燥および / または煤けた、あるいは油性の粒子を有する高い埃にまみれたフィルタ内でフィルタ寿命を増加させるように開発努力した結果、生じたものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来の織物でない繊維状のフィルタ媒体は、必要とされる媒体の厚さおよび硬さを達成するためにニードリング技術を用いる。ニードリングの処理中、小さな穴が媒体を貫通して形成される。このようなニードル穴は、フェルト化されあるいは他の合成のフィルタ材料から形成され、入来して分離される粒子の貫通を促進する。これらのニードル穴は、フィルタ媒体構造内で不連続性を生じさせることから、ファイバーマトリックスの容積と比較して穴が比較的大きい。より大きい穴は、流体の流れに対して低抵抗の通路を与える。より小さな穴は、堆積した粒子によってより早く詰まるので、より大きなニードル穴を通過する速度は、その穴の大きさに相当して増加する。ニードルパンチによって生じた穴は、そこを貫通する速度を増加させ、粒子の貫通と流れに沿って運ぶ状態を生じさせる。その結果、捕捉されないダスト粒子および分離されるダスト粒子の両方がニードル穴を介して貫通でき、より低いフィルタ効率を導くことになる。

40

50

【 0 0 0 3 】

公知の繊維状のフィルタ媒体では、さらに、フィルタ媒体を通過する流体の流れ方向に対して垂直に伸びている。このような形式の方向性は、ファイバーに対して接触および粘着する粒子の表面積は、小さく、一方、粒子クラスターが対面する表面積は、捕捉されたダスト粒子が互いに作り出すものよりも大きい。

【 0 0 0 4 】

時々、ダスト粒子は、集合してファイバー間にブリッジを形成する。このような粒子の集合およびブリッジは、高流量率または振動にさらされる場合には、容易に吹き飛ばすことができる。粒子は、ファイバー間に粒子ブリッジを形成する集合体を形成して、フィルタ媒体を通過する流れを阻止し、詰まり状態が早まることによりフィルタの寿命を短くする。さらに、このような粒子の集合およびブリッジは、不安定でかつ特に空気速度が増加するニードル穴に隣接する領域ではフィルタの破れが生じる。このようなニードル穴は、増加した多数の粒子が貫通し、この粒子は汚染粒子をばら撒く等の理由により好ましくない。

10

【 0 0 0 5 】

汚染物質の塊による安定化は、従来の繊維状で非織物のフィルタ媒体において、別の問題となる。このような媒体は、あまり強度が無くかつ圧縮抵抗もないので、フィルタ媒体に形成される汚染物質の塊は、局所的には、容易に除去することができる。このようなフィルタ媒体に従来のニードリングを適用すると、エア層を有する非織物に比較したとき、その硬さと圧縮抵抗を改善する。しかし、フィルタ性能を改善するために、汚染ダストの塊をさらに安定化させる必要がある。さらに、公知のニードル穴は、大きな穴を生じさせて、ダストの塊を不均一に分散させる。すなわち、その穴に大きなくぼみを生じさせ、このようなニードル穴の間の領域におけるファイバー間にダスト塊の集合およびブリッジが発生する。

20

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

したがって、本発明は、上述の問題および他のフィルタの問題を単純にかつ効果的に解決した流体フィルタアセンブリを提供することを目的としている。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は各請求項に記載の構成を有する。1つの望ましい実施形態では、本発明はニードリングおよびニードル穴をなくした、非織物のフィルタ媒体を含む繊維状のフィルタ媒体で構成される。これにより、公知のニードル穴の部分にファイバートリックスに大きな穴が形成されるのを防止し、さらに、このようなニードル穴を通過して捕捉されずかつ流体の流れと共に分離したダスト粒子が貫通することを防止し、あるいはより低いフィルタ効率になるのを防止する。

30

【 0 0 0 8 】

別の実施形態では、ファイバーに粒子が接触かつ粘着する表面積を増加させるとともにファイバー間で集合しかつブリッジを形成するダスト粒子の表面積を減少させて、流れを阻止することなく、一方で、粒子を再び流れに乗せる危険を少なくして、より安定したフィルタ処理を与える。

40

【 0 0 0 9 】

また、別の実施形態では、汚染塊の安定化を向上させながらフィルタ媒体の固さおよび圧縮抵抗が高められる。さらに、本発明では、安定したダスト塊をより均一に分布させ、上記したニードル穴のまわりに形成されるクレータを防止しかつこのクレータ間の領域でファイバー間に汚染粒子が集合しかつブリッジを形成することをなくす。そして、フィルタ媒体の固さと圧縮抵抗の向上を組み合わせる汚染塊の安定化を高める。

【 0 0 1 0 】

本発明は、多数のファイバーを有するフィルタ媒体を通過する一定の流れ方向に沿って流体内の粒子をろ過する改良された方法を提供する。また、このフィルタ媒体のファイバー

50

によって汚染粒子の捕捉および保持力を増加する改良された方法も含む。1つの形態では、この方法は、ファイバーに沿って移動する粒子の残留滞在時間を増加して、ファイバーと粒子が接触する機会と時間を増加させ、ファイバーに対して拡散する粒子のブラウン運動の拡散率を増加し、ファイバーに沿って粒子の広がりや粒子の均等な積み重なりを増加し、流れが阻止されるか、あるいは高い流速または振動に曝されることによる不安定性と再吸込(reentrainment)を受けるファイバー間に粒子がかたまったり、詰まったりすることを減少させる、各工程を含むことを特徴とする。

【0011】

この残留滞在時間の増加、ブラウン運動の拡散の増加、粒子の広がりや粒子の均等な積み重なりの増加、および粒子の集合化とブリッジ化の減少は、流体の流れ方向に沿って十分な長さのファイバーを与えると共に、ファイバーを流体の流れ方向に平行に配置することにより達成される。この結果、流体の流れ方向に垂直に伸びるフィルタ媒体の繊維と比較して、本発明のフィルタ媒体は、残留滞在時間が増加し、ブラウン運動の拡散が増加し、粒子の広がりや粒子の均等な積み重なりが増加し、さらに粒子の集合化とブリッジ化が減少する。

10

【0012】

汚染粒子およびそれらの混合物間の接触面積が大きくなり、そして、汚染物質が供給されるときに汚染混合物の対向面積は小さくなる。これは、安定したフィルタ処理にとって好条件となる。

【0013】

20

本発明の重要な利点は、好ましい量の汚染物質の供給により、汚染物質の吸収能力がより高くなることである。公知の従来技術では、汚染物質は、ファイバー上に蓄積され、それ自体集合化し、流体の流れを阻止するファイバー間に長くかつ壊れやすいブリッジを形成する。本発明では、汚染塊を形成する汚染粒子は、全体のファイバー長さに沿ってより平らにかつ均一に分散する。汚染物質のローディングは、流体の流れ方向に垂直な面に沿う表面積のみならず、平行な面に沿って伸びるファイバーの長さ方向に沿っても平らにかつ均一に分散する。この両面に沿って汚染物質の分散が均一になることにより、フィルタ圧力の降下を減少させ、汚染物質を捕捉する能力を向上させる。

【0014】

さらなる好ましい形態では、本発明は、繊維状のフィルタ媒体の固さと圧縮抵抗を増加させ、固化率を低くし、均一に分散された汚染塊の安定性を高め、高い流速または振動に曝されたとしても再吸込に対する抵抗を与える。

30

【0015】

好ましい形態では、フィルタ媒体構造が、フィルタ材料のシートからなり、このフィルタ材料は、前記シートに直交する流れに沿ってフィルタを貫通する粒子をろ過するために、対向する第1、第2面間に厚さ寸法を有し、前記シートは、複数のファイバーからなる内部にひだを付けたサブシートによって形成され、かつ対向する第1組及び第2組のひだの折曲端部(チップ)間に伸びる複数のひだを有しており、ひだは、前記流れの方向に対して平行に伸び、前記第1組の折曲端部は、前記シートの前記第1面に設けられ、前記第2組の折曲端部は、前記シートの前記第2面に設けられており、前記ひだは、前記流体が前記ひだの間を横断するよりも、流体の流れ方向に沿って前記ひだの間を平行に通過するように、互いに強固に係合しており、前記サブシートは、予めひだを付けた平面状態を有して前記ファイバーがサブシートに対して平行にかつ互いに一方向に平行に伸びており、さらに、前記サブシートは、前記シートを形成するひだ状態を有し、前記ファイバーが前記ながれの方向にほぼ平行に前記ひだに沿って伸び、さらに、前記ファイバーが前記シートのそれぞれの面に平行にかつ前記流れの方向に対して直交する前記ひだチップの回りに伸びていることを特徴としている。

40

【0016】

このひだは互いに結合されて、その間に前記シートに平行な流れ方向に沿って流体が流れないようにする。このひだとファイバーを互いに結合することは、前記厚さ寸法に沿うシー

50

トの固さと圧縮抵抗を高める。これにより、ニードリングに関連したニードル穴を除去する。厚さ寸法に沿うシートの固さと圧縮抵抗の向上は、また、汚染塊の安定化を増加する。このシートは、高能力フィルタとして、あるいは前段フィルタ(プレフィルタともいう。)として使用することができ、フィルタ全体の効率および能力を増加させる。

【0017】

さらに、本発明の別の形態では、フィルタ媒体構造体は、非ニードリングで、非織物である前記サブシートで構成され、その中に異なるファイバーを有する。このファイバーは、異なる直径を有し、対向する極性のファイバーを含み、種々の表面電荷を有している。異なる極性のファイバーは、公知の摩擦電気効果を使用することが望ましい。このような摩擦電気効果は、対向する電荷または異なる電荷によって、ファイバー間に多数の電気力線が形成されるので好ましい。この電気力線は、流体の流れ方向に垂直に伸び、かつ流れ方向に沿う平行な面に積層される。その結果、流体は、このような平面に沿ってかつ電気力線に垂直に流れる。また、複数の電気力線を順次連続して横切って、交差する電気力線の数を増加することにより、摩擦電気による粒子における捕捉の機会を増加する。この摩擦電気作用は、下流の主フィルタを詰まらせる特に小さな粒子を捕捉するのに有効である。更なる形態において、本発明のフィルタ媒体構造により、異なる直径のファイバーを使用して効率を高めることができる。

【0018】

本発明の別の実施形態では、長寿命の流体フィルタアセンブリが設けられ、このアセンブリは、第1, 第2フィルタ要素を有し、各フィルタ要素は、対向する第1組及び第2組の折曲端部間に伸びている複数のひだを有するひだ付きフィルタ媒体を含んでいる。各フィルタ要素のひだは、前記流れ方向に対してほぼ平行にそれぞれの折曲端部間の前記流れ方向に沿って伸びており、一方の前記フィルタ要素のひだは、前記流れ方向を横切る方向に沿って互いに間隔を置いてジグザグ配置され、その間を流体が流れるギャップを形成する。このような流体は、流れを変え、フィルタ要素のひだを横切って通る。他方のフィルタ要素のひだは、ギャップなしで互いに対して密接されて結合し、隣接するひだの結合部分を通過する流れを阻止する。流体は、流れ方向に沿って、流体の流れ方向に平行に置かれた他方のフィルタ要素のひだを介して流れる。

【0019】

好ましい実施形態では、長寿命の流体フィルタアセンブリは、主フィルタ要素と前段フィルタ要素を含む。主フィルタ要素は、第1組及び第2組の折曲端部がジグザグに伸びる複数のひだを有するひだ付きフィルタ媒体によって与えられる。ひだは、流体の流れ方向にほぼ平行に伸び、かつこの流れ方向に直交する空間方向に沿って互いに離れて配置され、流体がその間に流れるギャップを形成する。その結果、流体は、前段フィルタ要素では、折曲端部間を流体の流れ方向に沿って流れ、ひだを横切り、さらに、主フィルタ要素では、第2組のひだチップ間を流体の流れ方向に沿って流れる。

【0020】

プレフィルタは、主フィルタ要素に隣接した上流側に配置され、このフィルタに結合されていてもいなくても良い。またプレフィルタは、対向する第1, 第2の面間に厚さ寸法を有するシート状のフィルタ材料で与えられ、シートおよび第1, 第2の面に対して垂直でかつ厚さ寸法に平行な流れ方向に沿って通過する流体内の粒子をろ過する。第2の面は、主フィルタ要素に隣接している。このシートは、複数のファイバーからなる内部ひだ付きサブシートによって形成されかつ第1組及び第2組の折曲端部間に伸びる複数のひだを有する。サブシートのひだは、流体の流れ方向に平行に伸びている。サブシートのひだチップの第1組は、シートの第1面を与える。サブシートのひだチップの第2組は、シートの第2面を与える。サブシートのひだは互いに係合し、互いに対して十分に密にパックされ、流体が、このようなひだ間でそこを横断するよりも、このひだに対して平行に、サブシートのひだを通して流れ方向に沿って流れる。サブシートは、平行に伸びるファイバーに対して予めひだ付きの平面状態を有する。このサブシートは、ひだ付き状態でシートを形成し、このファイバーは、流れ方向に平行なサブシートのひだに沿って伸びている。ま

た、ファイバーは、シートの各面に対してほぼ平行にかつ流れ方向にほぼ垂直にサブシートの折曲端部の回りに伸びている。

【 0 0 2 1 】

上記 2 段階式流体フィルタアセンブリの組合せにおいて、本発明は、流れを阻止し、また、均一性を減少しさらに不安定性と再吸込をもたらす、プレフィルタ媒体のファイバー間に粒子の集合およびブリッジの形成を減少させることにより、プレフィルタ上における汚染塊の均一化を増加する好ましいフィルタ方法を与える。この方法は、ファイバーを流れ方向に平行に向けさせ、流れ方向に垂直に伸びるフィルタ媒体のファイバーと比較して、ファイバーの全体の長さにならって供給される汚染物質をより平均化する。これにより、流れ方向に平行な面に沿うプレフィルタ上に汚染塊を均一に供給する。ニードル穴の回りにクレータが形成されるのを防止することによって、汚染塊の均一化が流れ方向に垂直な面に沿って与えられる。

10

【 0 0 2 2 】

【発明の実施の形態】

従来例

図 1 は、従来公知のシート状の非織物からなるファイバー状フィルタ材料 2 0 を示している。一般的に、非織物材料は、ニードリング技術を用いて所望の媒体の厚さと固さ (solidity) を達成する。ニードリング処理中に、小さな穴 2 2 が媒体に形成される。図 2 に示すように、合成のまたはフェルト化したファイバー媒体 2 4 は、ローラ 2 6 , 2 8 の間に供給され、次に、マンドレル 3 4 の下方移動中に材料を保持するブラテン 3 0 , 3 2 の間に供給される。このマンドレルは、図 3 で示すように、複数のニードル 3 6 を有し、このニードルで材料 2 4 をパンチし、図 4 では、公知のニードル穴 2 2 が形成されている。ニードリングされたシートは、出口ローラ 3 8 , 4 0 を通って供給される。

20

【 0 0 2 3 】

ニードリングは、非織物のファイバー状媒体と一緒に保持するために好適であり、媒体の所望の厚さと固さを達成するが、一方、フィルタ媒体に不連続なニードル穴ができ、この穴は、ファイバーマトリックスの大きさに比較すると比較的大きな穴になるという欠点もある。この大きな穴は、エア等の流体の流れに対する抵抗が低い通路を与える。ファイバーマトリックスの残りの小さな穴は、ダスト等の汚染粒子が付着して詰まるので、より大きなニードル穴を通過する速度がベンチュリ管のように相対的に増加する。その結果、捕捉されない及び分離して再吸込された両方の汚染粒子が、このようなニードル穴を通過してフィルタを貫通できるので、より低いフィルタ効率を生じさせる。

30

【 0 0 2 4 】

図 5 は、従来公知のニードリングされたまたはされない非織物のファイバー状フィルタ媒体のフィルタ材料 4 2 を示している。シート内のファイバー 4 4 は、シートに沿ってまたは平行に、即ち、図 5 で水平に左右方向に伸びており、また、図 5 および図 6 において、矢印 4 6 で示すように流体の流れ方向に対して垂直に伸びている。汚染粒子 4 8 を粘着及び捕捉するのに役立つファイバーの表面積は、流体の流れ方向に対して垂直になっている。汚染粒子は、例えば、集合物 5 0 で示すように互いに集合し、また参照番号 5 2 で示すようにファイバー間に粒子のブリッジを形成している。汚染粒子は、集合化したブリッジを形成して、流れを阻止し、そして制限を早めかつ圧力低下をもたらしてフィルタ寿命を短くする。

40

【 0 0 2 5 】

さらに、フィルタ媒体のシート 4 2 がニードリングされると、ニードル穴 2 2 によって得られるより大きな穴が、制限力の低いかつより高速で流れる通路を与え、特に、集合物 5 0 及びブリッジ 5 2 により、ニードル穴間の隣接する領域でのより小さな穴を詰まらせることを早める。その結果、上述したように、捕捉されない汚染粒子および分離した再吸込される汚染粒子の両方がニードル穴を介してフィルタを通過する。ニードル穴間の領域における汚染粒子の集合物及びブリッジは、高速の流れまたは振動に曝されると、例えば、内燃機関の始動時および空気フィルタを介して高速のエアの流れ等のフィルタ作動の初期

50

に不安定となり、さらなる再吸込を受ける。

【 0 0 2 6 】

本発明

本発明では、上述した問題に対して単純で効果的な解決法を与える。本発明は、複数のファイバー 6 2 を有するフィルタ媒体 6 0 を介して図 7 の流れ方向に沿って流体が流れる粒子をろ過する方法を提供する。改良された方法は、ファイバー 6 2 によって汚染粒子 6 4 の捕捉及び保持を増加する。そのための工程は、ファイバーと粒子とが接触する機会及び時間を増加するためにファイバーに沿って移動する粒子の残留滞在時間を増加し、ファイバーに対して粒子を拡散させるブラウン運動の拡散率を増加し、ファイバーに沿って粒子の広がりおよび積層を増加させ、ファイバー間の粒子の集合化と粒子のブリッジ形成を減少させることである。さもないと、流れを阻止し、さらに高速の流れ又は振動に曝されて不安定となり、再吸込を生じやすい。

10

【 0 0 2 7 】

残留滞在時間の増加、ブラウン運動の拡散率の増加、粒子の積荷における広がり及び平均化の向上、さらに、粒子の集合化とブリッジ形成の減少は、ファイバー 6 2 を流れ方向 4 6 に沿って向けさせ、かつファイバーがその流れ方向 4 6 に沿って十分な長さを有するように配置することによって、簡単に達成される。これにより、図 6 で示す、フィルタ媒体のファイバー 4 4 が流れ方向に垂直に伸びているものと比較して、残留滞在時間を増加し、ブラウン運動の拡散率を増加し、粒子の積み重なり of の広がり及び平均化を向上させ、さらに、粒子の集合化とブリッジ形成を減少させる。

20

【 0 0 2 8 】

図 6 のファイバーを垂直に指向させるものと、図 7 のファイバーを平行に指向させるものとを比較すると、ファイバーを垂直に指向させるものは、粒子とファイバーとの接触時間を短くし、拡散率の機会を少なくし、粒子のブリッジ形成を大きくし、さらに、ファイバーの長さに沿って不均一な積み重なり (ローディング) を与える。一方、図 7 のファイバーを平行に指向させるものは、粒子とファイバーとの接触時間を長くし、拡散率の機会を多くし、粒子のブリッジ形成を少なくし、さらに、ファイバーの長さに沿って均一な積み重なりを与える。

【 0 0 2 9 】

図 7 の平行に指向するものは、非織物、非ニードリングの媒体を使用することができ、それは望ましいものである。1つの実施形態では、ファイバー 6 2 は、同一のポリエステル等の合成材料で同一直径のものである。別の実施形態では、少なくとも第 1 組及び第 2 組の異なるファイバーが用いられる。この場合、効率を高めるためにファイバーの直径が異なるものにしてもよい。

30

【 0 0 3 0 】

さらなる実施形態では、摩擦電氣的なファイバーの組合せは、摩擦電気作用を与えるために使用される。摩擦電気ファイバーは、公知のように、使用時に異なる電荷を有するかまたは有するようになる。図 8 に示すフィルタ媒体 6 6 は、ナイロン、絹、綿、セルロース、アクリル、ポリエチレン、ポリプロピレン、モダアクリル繊維(modacrylic)等の正電荷に帯電したファイバー 6 8、およびクロロファイバー(chlorofiber)等の負電荷に帯電したファイバー 7 0 を有する。

40

【 0 0 3 1 】

反対に帯電したファイバーは、その間に複数の電気力線を形成し、図 8 に示す望ましい方向では、電気力線は、流れ方向 4 6 に対して垂直に伸び、このような流れ方向に沿って平行な平面に列をなす。その結果、流体は、このような平面に沿ってかつ電気力線に対して垂直に流れ、複数の電気力線を連続して横切ることになる。このため、公知の摩擦電気の捕捉技術に対して、交差される電気力線の数が増加することにより摩擦電気の捕捉の機会が増加する。

【 0 0 3 2 】

図 9 および図 1 0 に示すフィルタ媒体構造は、第 1 , 第 2 の対向面 8 4 , 8 6 間に厚さ

50

寸法を有するシート 80 によって与えられ、シート 80、第 1、第 2 の対向面 84、86 に対して垂直なかつ厚さ寸法 82 に対して平行な流れ方向 46 に沿ってフィルタを通過する流体内の汚染粒子をろ過する。シート 80 は、内部ひだ付きサブシート 88 によって形成され、このサブシートは、複数のファイバー 90 を含み、対向する第 1 組及び第 2 組の折曲端部 96、98 の間に伸びる複数のひだ 92、94 を有している。ひだ 92、94 は、流れ方向 46 に平行に伸びる複数のファイバーを有する。第 1 組の折曲端部 96 は、シート 80 の第 1 面 84 を与える。第 2 組の折曲端部 98 は、シート 80 の第 2 面 86 を与える。1 つまたは両方の面 84、86 は、破線 100、102 で示すように、薄いスクリム (scrim) 層または同等物を含む。

【0033】

ひだ 92、94 等は、互いに係合しかつ十分密接して包み込まれる。その結果流体は、標準のひだ付きフィルタ媒体構造のようにひだ間およびひだを横断して通過するよりもひだを通して平行な流れ方向に流れる。サブシート 88 は、前ひだ付きの平らな状態で平行に伸びかつ互いに一方向性で平行なファイバーを有する。サブシート 88 は、図 9 及び図 10 に示すように、ひだ付きのものであり、マクロシート 80 を形成し、これにより、ファイバー 90 は、流れ方向 46 にほぼ平行でひだ 92、94 に沿って伸びる。ファイバー 90 は、シート 80 の各面 84、86 にほぼ平行にかつ流れ方向 46 に対してほぼ垂直に、ひだチップ 96、98 の回りに伸びている。

【0034】

好ましい形態では、ひだ 92、94 等は接着剤 104 で互いに結合され、ひだ 92、94 に平行な流れ方向に沿ってひだ間を通過する流体の流れを阻止する。互いにひだ結合することにより、厚さ寸法 82 に沿うシート 80 の圧縮抵抗を高め、ニードリングに関連したニードル穴の必要をなくす。

【0035】

シート 80 は、高能力フィルタまたは全体のフィルタ効率と能力を増加させるプレフィルタとして用いることができる。図 11 および図 12 は、長寿命の 2 段階式流体フィルタアセンブリ 110 の実施形態を示し、このアセンブリは、流れ方向 46 に沿ってフィルタを通過する流体内の粒子をろ過する。アセンブリ 110 は、シート 80 によって与えられる上流側の前段用の第 1 フィルタ要素と、下流側の主の第 2 フィルタ要素 112 とを含む。フィルタ要素 112 は、ひだ付き媒体 (例えば、紙製) のフィルタ要素であり、第 1 組及び第 2 組の折曲端部 118、120 間に伸びる複数のひだ 114、116 を有する。各フィルタ要素 80、112 のひだは、流れ方向にほぼ平行にあり、それぞれの折曲端部間の流れ方向に沿って伸びている。フィルタ要素 112 のひだは、流れ方向 46 を横切る方向 122 の空間に沿って互いに離れて配置されている。流体は、矢印 126、128 で示すように、フィルタ要素 112 のひだ 114、116 を横断して流れる。

【0036】

フィルタ要素 80 のひだは、このような横断ギャップなしで、上述したように互いに包み込まれ、その間の流体の流れを阻止する。上流側のフィルタ要素 80 では、流体は、ひだを通して流れ方向に沿って横切って流れるよりも平行に流れる。下流側の主フィルタ要素 112 のひだ 114、116 を通って流れる流体は、流れ方向 46 に対してほぼ直交する。上流側プレフィルタ要素 80 のひだ 92、94 を通過する流体の流れは、流れ方向に対してほぼ平行である。図 11 及び図 12 において、主フィルタ要素 112 とプレフィルタ 80 の各々は、平坦なパネルである。

【0037】

図 13 の他の実施形態では、主フィルタ要素 112a とプレフィルタ要素 80a の各々は、環状で、かつ流れ方向 46a は、フィルタ要素に対して半径方向である。プレフィルタ要素 80a は、主フィルタ要素 112a に同軸配置されている。さらなる実施形態では、フィルタ要素 80、112 は、円錐状、または、截頭円錐状、または他の望ましい形状とすることができる。これらの場合、フィルタ媒体構造 80 は、それのみで使用することも、また、フィルタ要素 112 等の別のフィルタ要素と組み合わせることもできる。シート 80

10

20

30

40

50

がプレフィルタとして使用されるとき、サブシート 88 の固さが 1% ~ 10%、ファイバー 90 の大きさが 0.1 デニール、シートの厚さ寸法が 2 ~ 75 mm、および主フィルタ要素 112 を通過する流体の速度に対するプレフィルタ要素 80 を通過する流体の速度の比が 2 ~ 25 である。

【0038】

本発明は、巻き込んだあるいはひだ付きの内部構造のサブシートによって形成される非織物、非ニードリングの繊維状マクロフィルタ媒体シートをガスまたは空気のろ過を含んでいる流体のろ過のために用いることができる。このようなシート 80 は、全体のフィルタ効率および能力を増加するために、高能力フィルタまたはプレフィルタとして用いることができる。フィルタ媒体の厚さ寸法 82 は、内部巻き込みまたはひだ深さに等しい。この媒体は、ひだ 94, 92 に隣接するファイバーを参照番号 104 において結合することによってその形状が保持される。これにより、媒体の圧縮抵抗を高め、固さを増加する。その結果、その形状を保持するために媒体に付加的な裏当て部材を必要としない。所望ならば、参照番号 100, 102 等の付加的な外側スクリム層を選択的に付加することもできる。

10

【0039】

ひだの密接した包み込みおよび参照番号 104 での結合により、従来のニードリング技術に関連したニードル穴を除去することができる。これにより、ニードル穴 22 の除去とフィルタ効率を改善する。所望であれば、ひだ 92, 94 を十分に密接させて包み込むことにより、結合 104 を省くこともできる。この密接させて包囲した巻き込み型の内部サブシート構造 88 は、大部分のファイバー 90 を流体の流れ方向 46 に平行な方向に向けさせることができ、媒体を貫通する粒子の残留時間を長くする利点を生み、粒子の集合化及びブリッジ形成を減少させ、へこみ強さを高め、処理能力及び効率を向上させる。

20

【0040】

このファイバーの方向およびフィルタ媒体の構造は、さらに好都合なことに、異なる径のファイバーおよび/または異なる極性のファイバーを含む混合したファイバーの使用を導き、極性が異なるファイバーを用いることにより、流れ方向に沿って列をなす電気力線による摩擦電気作用を高める。その結果、流体が電気力線に対して垂直に流れ、複数の電気力線を連続して横切り、交差した電気力線の数を増加することにより摩擦電気による捕捉の機会を増加させる。この高められた摩擦電気作用は、従来からの摩擦電気メカニズムを越えて、下流側の主フィルタ要素 112 を一般的に詰まらせる小さな粒子を捕捉するために有効である。

30

【0041】

本発明は、乾燥した、煤けた、および/または油性の粒子の高いダスト集中に曝されるフィルタにおいて、寿命を高めるのに特に有利である。従来の非織物構造では、ニードリング技術が用いられ、必要とする媒体の厚さ及び固さを得ていた。ニードリング処理中、ニードル穴が媒体に形成される。このようなニードル穴は、フェルト化した他の合成フィルタ材料で形成され、分離したおよび再吸込される粒子の貫通を促進する。ニードル穴は、フィルタ媒体構造において不均一性を伴い、それゆえ、ファイバーマトリックスの容積に比較して大きな穴となる。この大きな穴は、流体の流れに対する抵抗が低い通路を提供する。ニードル穴間の領域にあるより小さな穴は、堆積した粒子によってより早く詰まるので、大きなニードル穴を通過する速度は相対的に増加する。

40

【0042】

その結果、捕捉されかつ分離して再吸込みされるダスト粒子は、このようなニードル穴を通過してフィルタを貫通することができ、その結果、低いフィルタ効率をもたらす。ニードルパンチは、このように粒子をニードル穴を介して再通過させやすくする条件を作り出すので好ましくない。さらに、従来の構造の大部分のファイバーは、流れ方向に対して垂直に配置されており、粒子が粘着する表面積は、小さく、一方、粒子集積の対向面積は大きくなる。それゆえ、粒子の集合およびブリッジは、容易に吹き飛ばされる。本発明では、ファイバーを流れ方向に平行に指向させるように改善したので、ダスト粒子間の接触表面

50

積及び粒子の集合が大きく、かつダスト集合の対向面積がダストのローディング中、小さいままに留まる。これは、安定したフィルタ処理にとって好条件となる。

【 0 0 4 3 】

上述した、長寿命の２段階式フィルタアセンブリは、種々の外形状にすることができ、高密度で汚染粒子を保持する能力および高い集中領域、例えば、汚れの多い場所および／または油まみれで煤けた環境でフィルタ寿命を長く保つことができる。主フィルタ１１２は、プレフィルタ８０の下流側に配置される。この主フィルタは、ポリエステル等の合成ファイバーの混合物にセルロースを含浸してそれを湿気、水、及び雪にさらして形成される固体状の安定したひだ付きフィルタ媒体からできている。

【 0 0 4 4 】

このひだ付きの主フィルタ要素１１２の媒体は、公知のように、煤けた粒子によって詰まることを防止するために、油状の物質を取り扱うことができる。上流側のプレフィルタ８０は、非織物、非ニードリングで、好ましくは異なる電荷に帯電した材料の合成ファイバーのフィルタ媒体からできている。このため、十分に摩擦電気作用を利用でき、かつ上述した高い摩擦電気作用を与える。

【 0 0 4 5 】

汚染粒子の吹き飛ばしにより分離されかつ再吸込みされる汚染粒子を減少することは、重要な利点である。従来技術では、大部分のファイバーが流れ方向に垂直に配置されるので、粒子が粘着する表面積は小さく、一方、粒子の集合および粒子のブリッジが形成される粒子クラスターの対向面積は大きい。それゆえ、粒子の集合は、分離する力が流体の速度及び流れに曝されるクラスタの表面積に比例するので、容易に吹き飛ばすことができる。流れ方向に平行にファイバーを指向させる代わりに、ダスト粒子とそれらの集合物との間の接触面積は、大きくなり、またダスト集合物の対向面積は、ダストのローディング中、小さい状態に留まる。これは、安定したフィルタ処理にとって好ましい条件であり、ファイバーと粒子間の接触時間をより長くし、かつ拡散率を高めてファイバー表面積に対する拡散の機会を増加し、また、ファイバーの長さに沿って改良された汚染物質の積み重なりを改善し、さらに、ファイバーに沿って粒子の広がり大きくかつ積み重なりを平均化し、ニードル穴およびこれに関連した問題を取り除き、異なる電荷に帯電したファイバーが用いられる時の向上した摩擦電気作用を与える。

【 0 0 4 6 】

本発明の構造では、汚染物質の好ましいローディング処理により汚染物質を保持する能力が従来の構造のものと比較してより高くなる。従来の構造では、汚染物質がファイバー上に蓄積され、粒子のブリッジを形成し、流体の流れを阻止することになる。本発明の構造では、汚染粒子の塊がファイバー表面積全体により均一に分散される。均一な汚染物質の分散により、フィルタの圧力降下を少なくし、また、フィルタ内に積み重なりされたダストまたは他の汚染物質の量を終端圧力が降下する前に増加する。

【 0 0 4 7 】

開示されたフィルタ媒体構造の別の利点は、フィルタ媒体が高い固さと圧縮抵抗を備えて汚染塊による安定性を保つことである。固さが低い場合での媒体の圧縮抵抗により、均一に分散した汚染物質の形成と、フィルタシステムが流れの脈動および振動を受けるときに汚染塊が破壊されずに安定した状態に留まることができる。プレフィルタにおける内部汚染塊の均一化により、プレフィルタを貫通する汚染粒子が、プレフィルタ８０の下流に配置されたひだ付き主フィルタ要素１１２の全領域にわたり均等に分散される。媒体表面に粒子を均一に分散させること、即ち、薄い汚染塊で均一化するために、圧力降下が最低値であると、汚染物質の処理能力は、最大値に到達する。

【 0 0 4 8 】

本発明は、互いに対してひだ９２，９４を係合させかつ包込み、好ましくは、厚さ寸法８２に沿ってシート８０の固さと圧縮抵抗を高めるために、参照番号１０４による結合によって、汚染粒子をろ過するフィルタ媒体でのフィルタ媒体のファイバー上に汚染塊を安定して留める方法を提供する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 9 】

本発明は、さらに、プレフィルタ要素 8 0 を通過した後、主フィルタ要素 1 1 2 の領域全体にわたり流体の流れを均等に分散させるための方法を提供する。これは、図 7 のプレフィルタ 6 2、図 9 のプレフィルタ 9 0 を流れ方向に垂直に伸びるフィルタ媒体のファイバーと比較して、ファイバーの全体の長さに沿って汚染粒子を均一にローディングするために流れ方向 4 6 に平行にして、流体の流れを阻止し、均一化を低下させ、そして粒子塊の不安定性と再吸込みをもたらす、プレフィルタ媒体ファイバー間の粒子の集合及び粒子のブリッジ形成を減らすことによってプレフィルタ 8 0 上の汚染塊の均一化を高める。

【 0 0 5 0 】

本発明は、ファイバーが流れ方向に対して新しい方向、即ち、平行となるように配置したので、ファイバー表面付近を移動する汚染粒子に対する残留滞在時間が伸びる。これは、ディーゼルの煤等の小さな粒子をファイバーで捕捉する率を分散により、また、異なる電荷に帯電したファイバーを用いる摩擦電気作用によって高まる。流れに平行なファイバーは、粘性流に対して優れた、チャンネル状通路を形成する。この粘性流は低速で、境界層が比較的厚いことから、粒子は、ブラウン運動の拡散および静電気現象によりファイバー表面に定着する機会が多くなる。本発明の方法及び方向性は、これらの現象に好ましい条件を与える。

【 0 0 5 1 】

図 1 1 のフィルタアセンブリ 1 1 0 に対するテスト結果を表わす図表が図 1 6 に示されている。このアセンブリは、長さが 1 7 5 mm、幅が 1 7 5 mm、高さまたは厚さが 3 8 mm である。プレフィルタ 8 0 の厚さ 8 2 は、2 5 mm で、主フィルタ 1 1 2 の厚さ 1 3 2 は、1 3 mm である。流量は、 $85 \text{ m}^3 / \text{h}$ (1 時間当りの立方メートル) である。Pa はパスカルを表示し、k Pa は、キロパスカルを表わす。g は、グラムで、 g / m^2 は、平方メートル当りのグラム数を示す。図表の第 1 行から第 3 行の性能は、図 1 ~ 図 6 の従来技術で知られたニードル穴を有する垂直指向のファイバー媒体がプレフィルタ 8 0 の代わりに主フィルタ要素の上流に置かれた場合の数値であり、第 4 行の数値は、主フィルタ要素 1 1 2 の上流にプレフィルタ 8 0 を有するアセンブリの性能を示す。従来構造の中で最も高いダスト保持能力の数値が 3 7 8 . 3 グラムであるのに対してダスト保持能力が 5 0 5 , 9 グラムに増加しているのに注目してほしい。第 1 4 図は、テスト後の従来の最も良いプレフィルタの表面を 3 5 倍に拡大して示す写真画像である。この場合、図 1 及び図 4 で参照番号 2 2 で示すニードル穴の位置にクレータが見える。表面に不連続で不均一な汚染塊が積層されている。図 1 5 は、本発明のプレフィルタ 8 0 の表面を 3 5 倍に拡大して示す写真画像で、図 1 6 の第 4 行に示すものである。図 1 5 において、均一に分配された汚染塊の積層が見られる。

【 0 0 5 2 】

本発明は、特許請求の範囲に記載の範囲内において、種々の同様な構成、変形及び修正が可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 従来例の非織物の繊維状フィルタ媒体を概略的に示す斜視図である。

【 図 2 】 図 1 の媒体の形成工程を示す概略図である。

【 図 3 】 図 2 の線 3 - 3 に沿って見た拡大図である。

【 図 4 】 ニードリング後における図 1 の媒体の一部を示す拡大断面図である。

【 図 5 】 非織物の繊維状フィルタ媒体の断面図である。

【 図 6 】 図 5 の線 6 - 6 に沿って見た拡大断面図である。

【 図 7 】 本発明に従う流れ方向の方向性を有する非織物の繊維状フィルタ媒体の概略拡大断面図である。

【 図 8 】 図 7 と同様な図で、別の変形例を示す概略拡大断面図である。

【 図 9 】 本発明に従うフィルタ媒体構造を示す図である。

【 図 1 0 】 図 9 の線 1 0 - 1 0 に沿って見た拡大断面図である。

【 図 1 1 】 本発明に従う長寿命の 2 段階式の流体フィルタアセンブリを示す図である。

【図 1 2】図 1 1 の線 1 2 - 1 2 に沿って見た拡大断面図である。

【図 1 3】図 1 3 は、本発明に従う長寿命の 2 段階式の流体フィルタアセンブリの別の実施形態を示す図である。

【図 1 4】図 1 に示した従来のフィルタ媒体上で形成される汚染塊を 3 5 倍に拡大して示す写真画像の図である。

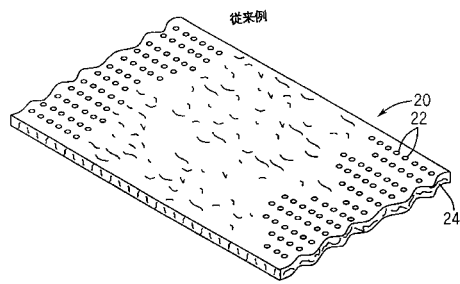
【図 1 5】本発明に従うフィルタ媒体上で形成される汚染塊を 3 5 倍に拡大して示す写真画像の図である。

【図 1 6】図 1 1 のフィルタアセンブリ 1 1 0 に対するテスト結果を表わす図表である。

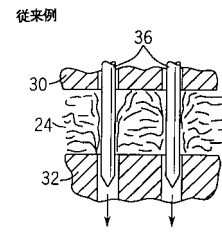
【符号の説明】

| | | |
|-----------------|--------------|----|
| 4 4 | フィルタ媒体のファイバー | 10 |
| 4 6 | 流れ方向 | |
| 6 0 | フィルタ媒体 | |
| 6 2 | ファイバー | |
| 6 4 | 汚染粒子 | |
| 6 6 | フィルタ媒体 | |
| 6 8 , 7 0 , 9 0 | ファイバー | |
| 8 0 | シート | |
| 8 0 a | プレフィルタ要素 | |
| 8 2 | 厚さ寸法 | |
| 8 4 , 8 6 | 第 1 , 第 2 面 | 20 |
| 8 8 | サブシート | |
| 9 2 , 9 4 | ひだ | |
| 9 6 , 9 8 | ひだチップ | |
| 1 1 0 | 流体フィルタアセンブリ | |
| 1 1 2 | フィルタ要素 | |
| 1 1 2 a | 主フィルタ要素 | |

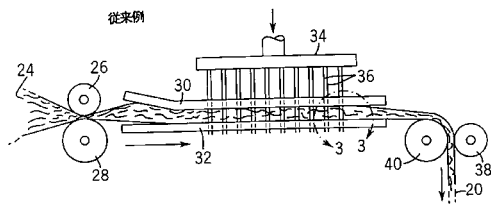
【図 1】



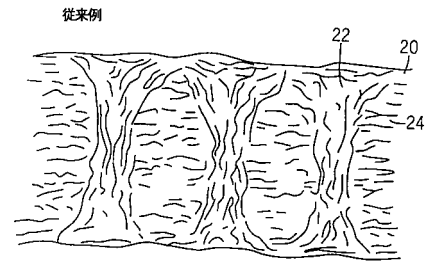
【図 3】



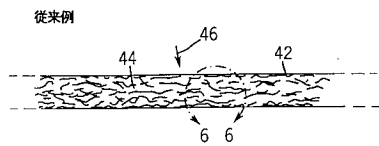
【図 2】



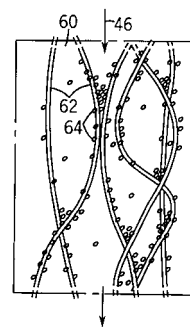
【図 4】



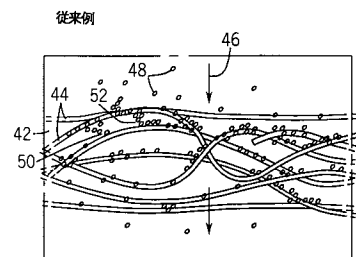
【図 5】



【図 7】



【図 6】



【図 14】



FIG. 14

【図 15】



FIG. 15

【図 16】

図表 フィルタ性能

| 構造 | 内部圧力降下 Pa | 終端圧力降下 kPa | 効率 % | ダスト保持能力 g |
|--|--------------|---------------|---------|--------------|
| 従来の一般的プレフィルタを有する ハネル要素 (厚さ 25mm で基本重量 288g/m ²) | 144.4 | 5.035 | 99.992 | 378.3 |
| 従来の一般的プレフィルタを有する ハネル要素 (厚さ 25mm で基本重量 177 g/m ²) | 141.9 | 5.035 | 99.991 | 345.62 |
| 従来の一般的プレフィルタを有する ハネル要素 (厚さ 25mm で基本重量 388g/m ²) | 151.8 | 5.040 | 99.998 | 314.27 |
| 本発明のプレフィルタを有する ハネル要素 (厚さ 25mm で基本重量 416g/m ²) | 144.4 | 5.033 | 99.993 | 505.9 |

フロントページの続き

(74)代理人 100093193

弁理士 中村 壽夫

(72)発明者 タデウズ ジャロズコズキー

アメリカ合衆国 ウィスコンシン 5 3 5 8 9 スタウトン ファーセス ロード 1 3 1 7

(72)発明者 ステファン エル. ファロン

アメリカ合衆国 ウィスコンシン 5 3 7 1 1 マディソン レッドウッド レイン 1 8 0 6

(72)発明者 ダニエル アール. キャディー

アメリカ合衆国 ウィスコンシン 5 3 7 1 3 マディソン ワウノナ ウッツ コート 1 2

(72)発明者 ジェフリー エス. モルガン

アメリカ合衆国 ウィスコンシン 5 3 5 8 9 スタウトン ウエスト タフト ストリート 3
0 8

(72)発明者 ケント ジェー. カルセン

アメリカ合衆国 ウィスコンシン 5 3 5 7 5 オレゴン パートリッジ ヒル ドライブ 1 5
0 7

(72)発明者 ジョン エス. ウエイク

アメリカ合衆国 ウィスコンシン 5 3 5 9 3 ベローナ リンデンストリート 4 9 8

審査官 中村 泰三

(56)参考文献 特開平 0 2 - 0 4 7 3 5 7 (J P , A)

国際公開第 9 7 / 0 3 4 6 7 8 (W O , A 1)

特開平 0 5 - 2 6 3 3 4 5 (J P , A)

特開平 0 4 - 0 4 5 8 1 3 (J P , A)

特表平 0 8 - 5 0 5 0 8 4 (J P , A)

特開平 0 8 - 2 9 0 0 2 6 (J P , A)

特開平 1 1 - 1 8 8 2 1 6 (J P , A)

特開平 0 4 - 2 2 7 0 0 9 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

B01D 46/00-52

B01D 39/00-04

B03C 3/30