

(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2004-532098

(P2004-532098A)

(43) 公表日 平成16年10月21日(2004.10.21)

(51) Int. Cl. ⁷	F I		テーマコード (参考)
B 0 1 D 39/16	B 0 1 D 39/16	E	3 B 0 6 2
A 4 7 L 9/10	B 0 1 D 39/16	A	4 D 0 1 9
B 0 1 D 39/14	A 4 7 L 9/10	Z	4 L 0 4 7
D 0 4 H 1/54	B 0 1 D 39/14	E	
	D 0 4 H 1/54	Q	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 80 頁)

(21) 出願番号	特願2002-569271 (P2002-569271)	(71) 出願人	503316868
(86) (22) 出願日	平成14年3月1日 (2002.3.1)		エアフロ ヨーロッパ ナームロゼ フェ
(85) 翻訳文提出日	平成15年9月1日 (2003.9.1)		ンノートシャップ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2002/002251		ベルギー国, ベー-3900 オーフェル
(87) 国際公開番号	W02002/070107		ペルト, ノーリムパルク 1503, ガス
(87) 国際公開日	平成14年9月12日 (2002.9.12)		トン エイスケンスラーン 2
(31) 優先権主張番号	011 05 152.1	(74) 代理人	100099759
(32) 優先日	平成13年3月2日 (2001.3.2)		弁理士 青木 篤
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100077517
			弁理士 石田 敬
		(74) 代理人	100087413
			弁理士 古賀 哲次
		(74) 代理人	100111903
			弁理士 永坂 友康

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合フィルター及びその製造方法

(57) 【要約】

本発明は、周囲空気の流れをろ過するためのものであって、1つの上流側非プレボンド成層及び1つの下流側非プレボンド成層を少なくとも含み、その際、上流側成層と下流側成層の絶対細孔体積の比が $R A P V > 2$ であり、かつ上流側成層と下流側成層の投影繊維の絶対被覆面積が $A P F C > 95\%$ である複合フィルターに関する。さらに、本発明は、そのような複合フィルターを製造するためのものであって、(a)ろ過材料を支持体に堆積して上流側非プレボンド成層を形成する工程、(b)その上流側成層の上に下流側非プレボンド成層を堆積する工程、及び(c)これらの成層を接合して一体化成層構造をもった複合フィルターを形成する工程を含む方法に関する。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

周囲空気の流れをろ過するためのものであって、1つの上流側非プレポンド成層及び1つの下流側非プレポンド成層を少なくとも含み、その際、上流側成層と下流側成層の絶対細孔体積の比が $RAPV > 2$ であり、かつ上流側成層と下流側成層の投影繊維の絶対被覆面積が $APFC > 95\%$ である、複合フィルター。

【請求項 2】

上流側成層と下流側成層の平均細孔直径の比 RPD が、 $4 < RPD < 10$ である、請求項 1 に記載の複合フィルター。

【請求項 3】

上流側成層の平均細孔直径が $PDU > 60 \mu m$ であり、好ましくは $80 \mu m < PDU < 200 \mu m$ である、請求項 2 に記載の複合フィルター。

【請求項 4】

上流側成層が、 $RPVU > 94\%$ 、好ましくは $RPVU > 96\%$ の相対細孔体積、 $ADD < 0.05 g/cm^3$ の見掛け密度及び $0.5 mm < D < 2.5 mm$ の範囲の厚さ D を有している、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の複合フィルター。

【請求項 5】

下流側成層が、 $RPVU$ よりも小さい相対細孔体積 $RPVD$ 、 $0.07 g/cm^3 < ADD < 0.14 g/cm^3$ の範囲の見掛け密度 ADD 及び $0.1 mm < D < 0.4 mm$ の範囲の厚さ D を有している、請求項 4 に記載の複合フィルター。

【請求項 6】

上流側成層が、 $0.1 \sim 3.0 mm$ の範囲の長さをもった繊維を含んでいる、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の複合フィルター。

【請求項 7】

上流側成層において、それに含まれる繊維の配向が下流側成層のそれよりも大である、請求項 6 に記載の複合フィルター。

【請求項 8】

上流側成層が、下流側成層の平均細孔直径に対応する直径をもったダスト粒子に関して、 $DR > 99\%$ のダスト保持率 DR を有している、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の複合フィルター。

【請求項 9】

上流側成層が、乾式堆積で、サーマルボンディング可能に融合性の、2成分又は単成分ポリマー繊維を含み、かつ下流側成層が、メルトブロー繊維を含む、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の複合フィルター。

【請求項 10】

上流側成層が、100重量%の2成分ポリマー繊維、少なくとも約10重量%の2成分ポリマー繊維とこれを補足する相補量の、天然繊維、ステープルファイバー又はその混合物とのブレンド、及び少なくとも約10重量%の単成分ポリマーのサーマルボンディング可能に融合する繊維とこれを補足する相補量の、毛羽立ちパルプ繊維、ステープルファイバー又はその混合物とのブレンドからなる群から選ばれた組成を有している、請求項 9 に記載の複合フィルター。

【請求項 11】

前記2成分ポリマー繊維が、1種類のポリマーからなるシースと、そのポリマーよりも高い融点を有する異なるポリマーからなるコアとを有している、請求項 10 に記載の複合フィルター。

【請求項 12】

前記コアがポリプロピレンであり、かつ前記シースがポリエチレンである、請求項 11 に記載の複合フィルター。

【請求項 13】

前記コアが、前記シースに関して偏心的に配置されている、請求項 12 に記載の複合フィ

10

20

30

40

50

ルター。

【請求項 14】

上流側成層が、非帯電処理のスプリットフィルム繊維、帯電処理したスプリットフィルム繊維及び静電繊維の混合物の少なくとも 1 種類から選ばれた繊維をさらに有している、請求項 9 に記載の複合フィルター。

【請求項 15】

請求項 1 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の複合フィルターを含む真空クリーナーバッグ。

【請求項 16】

請求項 1 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の複合フィルターを製造するためのものであって、下記の工程：

- (a) ろ過材料を支持体上に堆積して上流側非プレボンド成層を形成する工程、
- (b) 前記上流側成層の上に下流側非プレボンド成層を堆積する工程、及び
- (c) 前記の成層を接合して一体化成層構造をもった複合フィルターを形成する工程、を含む、複合フィルターの製造方法。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の方法によって製造された複合フィルター。

【請求項 18】

請求項 16 に記載の方法によって製造された複合フィルターを含む真空クリーナーバック。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、周囲空気の気流中に同伴された固体粒子を除去するための複合フィルターに関する。さらに詳しく述べると、本発明は、周囲空気から微粒子をろ別するのに有用な、1 つの上流側非プレボンド成層及び 1 つの下流側非プレボンド成層を少なくとも有する複合フィルターに関する。

【0002】

本願明細書において、「プレボンド(前接合した)」なる語は、例えばサーマルボンディングが可能な融合性繊維あるいは接着剤による接合が可能な繊維のようなフィルター媒体の組成物を、ボンディング機構を賦活するために有効な方法で処理し、よって、そのフィルター組成物の、独立しており、フリースタANDING性であり、凝集力がありかつ一般的には自立性であるウェブを形成できることを意味している。このようなプレボンドウェブは、例えばロールに巻き付いたり、ロールから巻き戻したり、切断したりする方法によって機械的に取り扱うことができる。

【0003】

本願明細書において、「成層(tier)」なる語は、非プレボンドのフィルター材料から一体的に積層された構造体の層の形に形成されたバンド(带状物)を意味している。これとは対照的に、「層(layer)」は、フィルター材料の、独立しており、プレボンドされた自立のウェブを意味している。

【背景技術】

【0004】

最近において、例えば消費者向けの塵埃真空クリーニングのような一般的な用途と、なかなか、例えば不活性なものから生化学的に感受性なものまでを含めた多種多様な汚染物質の特定の粒径のフラクションをガスから除去することのような非常に要望が多い工業的用途の両方において、ガスから微粒子をろ別する技術が非常に精巧になりつつある。現在、よく理解されているように、ガス流中に含まれる汚染微粒子は、多種多様のサイズ、幾何学的形状、例えば伸長形及び球形、そして化学的及び物理的組成、例えば無臭性及び臭気発生粒子を有することができる。

【0005】

結果として、フィルター技術が進化し、汚染微粒子の特定のフラクションを最適にろ別で

10

20

30

40

50

きるように構成したフィルター媒体が提供されている。また、この技術において、フィルターの種々の挙動特性、例えばフィルターを横断する圧力低下の低レベルでの維持及びフィルター寿命の増加を最適化し、よってフィルター要素の交換の間の時間を延長できる技法が開発されている。

【0006】

これらの目的を達成するために慣用的に行われている試みは、独立して個々に設計された複数の層からなる多層フィルター媒体を提供することであり、かかる多層フィルター媒体において、そのそれぞれの層は、主として1つの、場合によっては複数の特定のフィルター機能を達成することを意図している。例えば、高速で移動する大型で硬質の粒子による研磨から下地のフィルター層を保護するためには大変に開放的で多孔性かつ薄いスクリムがしばしば用いられており、実質的に多量の主として大きな粒子を捕捉するためには多孔性で嵩高の層が一般的に用いられており、また、最小サイズの粒子を除去してフィルター効率を高めるためには極微細直径のフィラメントからなる低多孔度の層が通常示されている。利用できる選択肢が多数存在しているので、複数の独立したフィルター層を選択し、予め定められた順序で組み合わせ、次いで1グループとなるように組み立てて、多層の及びそのために多機能のフィルターを形成することが行われている。1つもしくはそれ以上の隣接した層は、互いに接合することができ、あるいは非接合とすることができる。任意には、構造的な一体性や取り扱いの容易性のため、個々の層をカバー、典型的には紙の間でサンドイッチすることができる。

10

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

多機能フィルターを構成した上記多層システムの1つの欠点は、フィルター媒体の処理を繰り返さなければならず、これが余分となり得るということである。すなわち、所定の層のフィルター材料を最初に処理してその個別の層を形成し、次いで、多層フィルターにおけるその層を構築するため、その層の処理を行う。それぞれの工程が最終フィルター製品のコンパクト化及びカバーに対して、もしもそれが僅かなものであっても、付加されることになる。このことは、フィルターを介した圧力の低下を増加させ、かつダストの保持能力を低下させ、よって寿命を制限するという傾向を具えている。

【0008】

30

国際公開第WO 01 / 03802号公報は、1つの非プレポンド上流側成層及び1つの非プレポンド下流側成層を少なくとも含む複合フィルターを開示している。しかし、以下に詳細に説明するように(図2)、この複合フィルターの場合、複合フィルターを横切って比較的大きな圧力低下が発生する。さらに、このフィルターの場合、有効寿命もまた短い。

【0009】

この点に鑑みて、本発明が解決を目的とする課題は、フィルターを横切った圧力低下を低く維持し、かつ有効寿命が長い複合フィルターを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

40

上記した課題は、周囲空気の流れをろ過するためのものであって、1つの上流側非プレポンド成層及び1つの下流側非プレポンド成層を少なくとも含み、その際、下流側成層に対する上流側成層の、絶対細孔体積の比 $RAPV$ が > 2 であり、かつ上流側成層及び下流側成層の絶対投影繊維被覆面積 $APFC$ が $> 95\%$ である複合フィルターによって解決される。

【0011】

この複合フィルターのいろいろなパラメータに由来して、フィルター媒体を横切った圧力の低下は低く保たれ、かつフィルターの有効寿命が増加せしめられる。

【0012】

さらに、本発明によれば、一体化された成層構造体を形成するために一緒に接合せしめら

50

れた、少なくとも2つの重ね合わされたる過材料の成層からなる複合フィルターを提供することが可能である。任意の与えられた成層において、その成層の過材料の組成は、所望とする過機能を具現するために予め選択される。例えば、非常に小さいダスト粒子、例えば約5 μmもしくはそれよりも小さなものを捕捉するため、微細であり(すなわち、小さな直径)かつ緻密に充填された繊維を選択することができる。さらに、これらの粒子やそれよりもさらに小さな粒子の通過を停止させるため、静電的に帯電せしめた繊維を使用することができる。同様に、大きなダスト保持能力を有するように設計された嵩高で高度の多孔性をもった媒体を利用して、大きなサイズのほこり粒子を捕捉することができる。

【0013】

本発明の複合フィルターはプレボンドされた成層を含んでいるので、一体化構造物を形成するためにそれらの成層の少なくとも1つ、好ましくは全部を接合する作業は、所望とする特定の複合フィルター構造体の成層のすべての堆積が完了した後はじめて、開始することができる。得られる構造体は、別々の層と見ることができるよう異なるタイプの過材料から構成された単一の物体である。

10

【0014】

そのために、選ばれたる過材料からなる成層からそれらの成層の堆積物を構築することによって、成層構造体が形成される。成層はプレボンドされていないので、一般的には、それぞれの成層の成分、すなわち、繊維、粒子等を下地となる層の上に機械的方法あるいは空気施工方法によってルーズに施工する。それぞれの成層において、成層の成分は大略均一であり、また、成層の間には「毛羽立った」界面が存在する。

20

【0015】

好ましくは、上記した種類の複合フィルターは、上流側成層と下流側成層の平均細孔直径の比RPDが $4 < RPD < 10$ の範囲である。

【0016】

この比があるため、上流側成層のダスト保持能力が大幅に増加せしめられ、そのため、この上流側成層が下流側成層のためのプレフィルターとして機能し、複合フィルターを横切った圧力低下が増大せしめられるようなことがない。

【0017】

さらに、しかしもっぱらこれに限定されるわけではないけれども、このような複合フィルターは、上流側成層の平均細孔直径PDUとして $PDU > 60 \mu m$ を有することができ、好ましくは $80 \mu m < PDU < 200 \mu m$ の範囲である。

30

【0018】

先に検討したように、複合フィルターは、 $RPVU > 94\%$ 、好ましくは $RPVU > 96\%$ の相対細孔体積、 $ADU < 0.05 g/cm^3$ の範囲の見掛け密度及び $0.5 mm < D < 2.5 mm$ の範囲の厚さDをもった上流側成層を有することができる。これらのパラメータを選択することによって、要求されたRAPV及びAPFCを備えた上流側成層が得られる。

【0019】

さらに、この複合フィルターは、 $RPVU$ よりも小さい相対細孔体積 $RPVD$ 、 $0.07 g/cm^3 < ADD < 0.14 g/cm^3$ の範囲の見掛け密度 ADD 及び $0.1 mm < D < 0.4 mm$ の範囲の厚さDをもった下流側成層を有することもできる。これらのパラメータを選択することによって、要求されたRAPV及びAPFCを備えた下流側成層が得られる。

40

【0020】

さらに、上記した複合フィルターのいずれかにおいて、その上流側成層は、好ましくは、 $0.1 mm \sim 3.0 mm$ の範囲の長さをもった繊維を有することができる。

【0021】

このような構造があるために、上流側成層は、より嵩高となし、より大きなダスト保持能力をもたらすようにすることができる。

50

【0022】

好ましくは、上記した複合フィルターは、下流側成層の平均細孔直径に対応する直径をもったダスト粒子に関して、 $DR > 99\%$ のダスト保持率 DR をもった上流側成層を有することができる。

【0023】

このような特徴があると、下流側成層の閉塞が避けられ、よって、フィルターを横切った低い圧力低下をさらに維持し、かつ複合フィルターの有効寿命をさらに増大させることができる。

【0024】

さらに追加して、しかもつばらこれに限定されるわけではないけれども、この効果は、上流側成層において流動方向の繊維の配向が下流側成層のそれよりも大であるような複合フィルターの場合に向上させることができる。さらに、このような構造があると、フィルターを横切った圧力低下の維持を改良することができる。

10

【0025】

複合フィルターは、上記したように、乾式堆積で、サーマルボンディング可能に融合性の、2成分又は単成分ポリマー繊維からなる上流側成層と、メルトブロー繊維からなる下流側成層とを含むことができる。この面において、単一の成層は、単一タイプのフィルター媒体、例えば100%の2成分ポリマー繊維、メルトブローのステープル繊維又はスパンボンドフィラメントから構成される。

【0026】

別法によれば、複合フィルターは、100重量%の2成分ポリマー繊維、少なくとも約10重量%の2成分ポリマー繊維とこれを補足する相補量(complementary amount)の、天然繊維、例えば毛羽立ちパルプ繊維又はココン(kokon)繊維、ステープルファイバー又はその混合物とのブレンド、及び少なくとも約10重量%の単成分ポリマーのサーマルボンディング可能に融合する繊維とこれを補足する相補量の、毛羽立ちパルプ繊維、ステープルファイバー又はその混合物とのブレンドからなる群から選ばれた組成を有する上流側成層を備えていてもよい。

20

【0027】

この面において、単一の成層は、媒体のブレンド、例えば、2成分ポリマー繊維と毛羽立ちパルプ(FP)繊維の空気施工した、通常均一なブレンドによって構成される。

30

【0028】

また、成層構造体を提供することが望ましい場合もあるので、1つの堆積物(積層体)における隣接した成層は、異なる組成を有していてもよい。しかし、同じ組成をもった成層の間に異なる組成をもった少なくとも1つの存在せしめることができるけれども、1つの堆積物においてある成層の組成を繰り返すことも可能である。

【0029】

複合フィルターにおけるこの構造は、多数の別々のフィルター媒体層を積層することによって形成された常用の多層フィルター媒体の構造とは相違している。なお、従来の多層フィルター媒体の場合、多層積層体を形成する前、それぞれのフィルター媒体をプレボンド加工して自立性のウェブを形成している。

40

【0030】

このような一体化成層構造体の場合、常用のフィルター媒体に比べて多数の顕著な利点をもたらされる。1つの面において、一体化成層構造体は、その一体化構造体の成層にそれぞれ対応する組成をもった別個のプレボンド層からなる積層体に比した場合に、より嵩高となし、より大きなダスト保持能力をもたらすことができる。すなわちこれは、常用のフィルター媒体のそれぞれの部分を少なくとも2回圧縮するからである：1回目は、別個の層を接合によって形成する場合であり、2回目は、複数の別個の層を積層してフィルターを形成する場合である。

【0031】

好ましくは、この構造体の2成分ポリマー繊維は、ある種のポリマーからなるシース(鞘

50

部)と、そのある種のポリマーよりも高い融点を有する、異なるポリマーからなるコア(芯部)とを有することができる。コアは、ポリプロピレンを含むことができ、シースは、ポリエチレンを含むことができる。

【0032】

さらに加えて、コアは、シースに関して偏心的に配置されてもよい。このような構造とした場合、繊維の捲縮が発生することの結果、成層の嵩高性がさらに高められるであろう。

【0033】

好ましくは、かつ別法によれば、上記した複合フィルターは、非帯電処理のスプリットフィルム繊維、帯電処理したスプリットフィルム繊維及び静電繊維の混合物の少なくとも1種類から選ばれた繊維をさらに有する上流側成層を含むこともできる。

10

【0034】

したがって、本発明によれば、少なくとも2つの非プレボンド成層を含み、それぞれの成層が独立に少なくとも1種のろ過材料を含みかつ隣接する成層とは別のものである複合フィルターがこのたび提供される。また、この複合フィルターの場合、その成層が一緒に接合されて、空気中に同伴された微粒子を受理するように作られた第1の境界面と、ろ過後の空気を排出するように作られた第2の境界面とを有する一体化成層構造体が形成され、圧力低下の減少及び有効寿命の延長がこの複合フィルターにおいて示される。

【0035】

上記した複合フィルターはすべて、真空クリーナーバック、より一般的には真空フィルター中に組み込むことができる。ここで、「真空フィルター」とは、通常乾燥した固体粒子を同伴しているガス、好ましくは空気を構造体を通過させて取り扱うように作られたフィルター構造体を意味している。この用途において、構造体の側面、成層及び層を空気の流動方向に関して参照するため、ある規則が用いられている。すなわち、例えば、フィルターの装入口側を「上流」と呼び、フィルターの排出口側を「下流」と呼んでいる。本願明細書では時折「...の前において」及び「...の後で」なる語を使用しているけれども、これらの語は、それぞれ、構造体の構成要素の相対的な位置が上流側及び下流側にあることを指すために使用されている。もちろん、ろ過を実施している間、「圧力低下」としばしば呼ばれるところの圧力の傾きがフィルターを横切って生じるであろう。真空クリーナーは、バックの形に付形したフィルターを使用するのが一般的である。通常、真空バックフィルターの上下流側が内側となり、下流側が外側となる。

20

30

【0036】

本発明の複合フィルターは、真空クリーナーバック以外に、例えば加熱換気/エアークンディショニング(HVAC)システム、車内エアフィルター、高効率(いわゆる「HEPA」)フィルター及びクリーンルームフィルター、エミッションコントロールバック、室内フィルター、呼吸用マスク、手術用顔面マスクなどのようないろいろな用途において利用することができる。任意であるけれども、このような用途では、例えば臭気あるいは有毒な汚染物質を吸着するため、本発明の複合フィルターと直列的に追加のカーボン繊維又は粒子含有層を使用することができる。さらに、例えばHEPA及びクリーンルームフィルターのような特定の用途の場合、本発明の複合フィルターと直列的に追加の層、例えば適当な一体化成層構造を備えた複合フィルターの境界面に積層された低空隙率のポリテトラフルオロエチレン(PTFE)膜を使用することができる。

40

【0037】

本発明は、また、上記したタイプの複合フィルターを製造するためのものであって、下記の工程:

- (a)ろ過材料を支持体上に堆積して上流側非プレボンド成層を形成する工程、
- (b)前記上流側成層の上に下流側非プレボンド成層を堆積する工程、及び
- (c)前記の成層を接合して一体化成層構造をもった複合フィルターを形成する工程、を含む方法も提供する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0038】

50

本発明の好ましい態様を明確に説明する前、本発明において好適に使用されるいろいろな過材料組成物を以下においてより詳細に説明する。

【0039】

以下の記載に関連して説明すると、真空クリーナーバック構造体に微細なダストを次のような量：0，0.5，1.0，1.5，2.0及び2.5gで装填した後にその真空クリーナーバック構造体の5種類の異なるサンプルにおける圧力低下の増加を測定するため、ドイツ工業規格のDIN44956-2試験を使用した。

微細ダスト装填試験後の通気性（空気透過性）：

各サンプルの7種類のバックについて、0から2.5g/(m²×s)まで0.5g増分でDIN44956-2のダスト装填の項を実施する。しかし、圧力低下値は再び記録しない。次いで、特定量のダスト装填を行った各バックについて通気性の最大耐久値を測定する。

10

標準的な真空クリーナーのフィルターバックの材料：

しばしば「スタンダードペーパー（標準紙）」と呼ばれるこの材料は、シングルプライ（単一層）として慣用的に使用されており、これを使用すると、ダスト及び汚染物質のろ過を行うことができ、また、真空クリーナーバックに要求される強度及び耐摩耗性が与えられる。また、この材料は、標準的なバック製造装置で容易な加工を可能にするのに十分な剛性を有している。この紙は、未漂白の木材パルプから主として構成されていて、6～7%の合成繊維、例えばポリ（エチレンテレフタレート）（PET）タイプのポリエステルを含有し、また、ウェットレイ（湿式堆積）法によって製造される。標準紙は、一般的には約30～80g/m²の坪量を有し、通例約50g/m²である。PET繊維は、一般的には1.7d texの繊度及び6～10mmの長さを有している。この紙は、約200～500L/(m²×s)の範囲の通気性及び約30mmの平均細孔径を有している。しかし、DIN44956-2試験によって測定された効率は、約86%だけである。もう一つの特徴は、細孔がダストによってすぐに閉塞され、また、約0.20mmだけのように紙の厚さが非常に薄いことによってダスト保持能力がさらに限定されるということである。

20

スパンボンド不織布：

スパンボンドポリマー繊維の不織布を本構造体においてろ過成層として配置することができる。繊維は、任意のスパンボンド可能なポリマー、例えばポリアミド、ポリエステル又はポリオレフィンからなることができる。このスパンボンド不織布の坪量は、約10～300g/m²であることができ、好ましくは約30～40g/m²であることができる。このスパンボンド不織布は、DIN53887によって測定した時、約500～10,000L/(m²×s)、好ましくは約2,000～6,000L/(m²×s)の通気性を有することができる。

30

スクリム又は支持性フリース：

スクリムは、一般的に坪量が小さく、開放度が大きな多孔性の紙もしくは不織布ウェブを指している。スクリムの坪量は、一般的には約10～30g/m²であり、しばしば約13～17g/m²である。支持性フリースと時々呼ばれるこのスクリムは、通常、約500～10,000L/(m²×s)の通気性を有している。スクリムは、その他の成層や層を磨耗から保護するために主として使用される。また、スクリムは、非常に大きな粒子をろ過することができる。スクリム、ならびに複合フィルターの任意の成層は、その材料が適当な誘電性を有しているならば、静電的に帯電させることができる。

40

湿式堆積の高ダスト容量材料：

しばしば「湿式堆積キャパシティペーパー（容量紙）」と呼ばれる湿式堆積の高ダスト容量材料は、標準的な真空クリーナーバックのろ紙と比べて、それよりも嵩高であり、より厚かつより透過性が大である。これは、多数の機能を奏することができる。かかる機能としては、装填時のショックに対する耐性、大きなほこり粒子のろ過、多量の小さなダスト粒子のろ過、空気の容易な通過を伴う多量の粒子の保持があり、よって、高粒子装填量の時における低い圧力低下をもたらし、フィルターの寿命を延長することができる。

50

【0040】

一般的に、湿式堆積容量紙は木材パルプ繊維と合成繊維の繊維混合物を含んでいる。この紙は、通常、約70%までの量で木材パルプを含有し、またしたがって、上記した標準紙に比べてより多量に合成繊維、例えばPETを含有している。この紙は、約 50 g/m^2 の通常の坪量の時、約 0.32 mm の標準紙よりも大きな厚さを有している。また、細孔径もより大きく、その平均細孔径は 160 nm よりも大であることができる。したがって、この紙は、その細孔が閉塞される前、それらの細孔においてより多量のダストを保持することができる。湿式堆積容量紙の坪量は、一般的には約 $30\sim 150\text{ g/m}^2$ であり、好ましくは約 $50\sim 80\text{ g/m}^2$ である。

【0041】

湿式堆積容量紙は、DIN 44956-2によって測定した場合、約66~67%の微細ダスト粒子ろ過効率を有している。重要なことには、この湿式堆積容量紙は、標準のろ紙よりも大きな通気性を有している。通気性の下限は、したがって、好ましくは少なくとも約 $500\text{ L}/(\text{m}^2 \times \text{s})$ 、より好ましくは少なくとも約 $1,000\text{ L}/(\text{m}^2 \times \text{s})$ 、最も好ましくは少なくとも約 $2,000\text{ L}/(\text{m}^2 \times \text{s})$ であるべきである。通気性の上限は、この紙が約 10 mm よりも大きなダスト粒子の主たるフラクシオンをろ過し、保持するのを保証する方向で規定される。結果として、下流側に配置した2次的高効率のフィルター媒体は、フィルターを横切った圧力低下の実質的な増加が示されるに先がけて、微細な粒子をろ過し、含有することをより長期にわたって行うことが可能である。よって、湿式堆積容量紙の通気性は、好ましくは最高で約 $8,000\text{ L}/(\text{m}^2 \times \text{s})$ 、さらに好ましくは最高で約 $5,000\text{ L}/(\text{m}^2 \times \text{s})$ 、最も好ましくは最高で約 $4,000\text{ L}/(\text{m}^2 \times \text{s})$ であるべきである。したがって、湿式堆積容量紙は、多目的のろ過成層として特に良好に設計されていて、2次的高効率ろ過成層の上流側に配置されるといことがわかる。

乾式堆積の高ダスト容量材料：

しばしば「乾式堆積キャパシティペーパー（容量紙）」と呼ばれる乾式堆積の高ダスト容量材料は、真空クリーナーバックにおいてフィルターとしてまだ使用されていない。乾式堆積容量紙は、水スラリーから形成されるものではなく、空気堆積技術、好ましくは「毛羽たちパルプ（fluff pulp）」法によって製造される。水の不存在において、分子鎖を一緒に引き付ける際に大きな役割を果たす水素結合は発現しない。したがって、乾式堆積容量紙は、同一の坪量の場合で、標準紙及び湿式堆積容量紙に比べて一般的にかなり大きな厚さを有している。 70 g/m^2 の典型的な重量の場合、この紙の厚さは、例えば 0.90 mm である。

【0042】

乾式堆積容量紙のウェブは、主として2つの方法によって接合することができる。第1の方法はラテックスボンディングであり、この方法の場合、ラテックスバインダをその水性分散液から適用することができる。例えば噴霧又は浸漬及びスキージング（パッドロール適用）のような浸透法を使用し、それに引き続いて、両方の場合に、乾燥及び熱硬化法を使用することができる。また、グラビアロールによって例えばドット、ダイヤモンド、クロスハッチ又はウェブラインのような別々のパターンでラテックスバインダを適用し、引き続いて乾燥及び硬化を行ってもよい。

【0043】

第2の方法は、例えばバインダ繊維を利用することによるサーマルボンディングである。本願明細書において「サーマルボンディング可能な融合性繊維」としばしば呼ぶバインダ繊維は、不織布ハンドブック(Nonwoven Fabric Handbook)、(1992年版)のなかで、「ウェブに含まれるその他の繊維よりも低い軟化点を有する繊維。これらの繊維は、熱及び圧力を適用することによって、接着剤として作用する。」と規定されている。これらのサーマルボンディング可能な融合性繊維は、一般的に、十分な熱及び圧力がウェブに適用された場所において完全に溶融せしめられ、よってマトリクス繊維をそれらの交差個所において接着する。一例としては、加熱された場合に広範囲の繊維材料を接着するコポリ

10

20

30

40

50

エステル型のポリマーがある。

【0044】

好ましい1態様において、サーマルボンディングは、少なくとも20%、好ましくは50%までの2成分(“B/C”)ポリマー繊維を乾式堆積ウェブに対して添加することによって達成することができる。B/C繊維の例は、ポリプロピレン(“PP”)のコアと、それよりも感熱性が大きいポリエチレン(“PE”)のシースとを有する繊維を包含する。「感熱性」なる語は、熱可塑性繊維がその繊維の融点を3~5下回る温度において軟化し、より粘着性となるかさもなければ熱融合性となることを意味する。シースのポリマーは、好ましくは約90~160の範囲の融点を有するべきであり、また、コアのポリマーは、より高い融点、好ましくはシースポリマーの融点よりも少なくとも約5だけ高い融点を有するべきである。例えば、PEは121で溶融し、PPは161~163で溶融する。これによって、乾式堆積ウェブをサーマルカレンダーのニップを案内する時あるいは空気貫通オープン中に案内する時、乾式堆積ウェブの接合を補助することができ、より少ない熱及び圧力の適用によってサーマルボンド繊維を達成することができ、コンパクト性が低く、多孔性度がより大きく、しかも通気可能な構造体を製造できる。より好ましい1態様において、B/C繊維のコア/シースのコアは、シースに関して偏心的に配置される。コアが繊維の片側に向かって配置されればされるほど、サーマルボンディングの間に生じるB/C繊維の捲縮傾向がより大きくなり、よって乾式堆積容量紙の高高性が増大する。このことによって、もちろん、この紙のダスト保持能力が改良されるであろう。したがって、さらに別の好ましい態様において、コア及びシースはB/C繊維内において並置して配置され、空気貫通オープンでもって接合が達成される。この場合に、サーマルカレンダーは、スルーエア接合よりもウェブをより一層圧縮するであろうから、有利性に劣っている。コア/シース又は並置B/C繊維で使用する他の他のポリマーの組み合わせは、PPとコポリエステル、低融点ポリマー及びポリエステルとナイロン6を包含する。また、乾式堆積高容量成層は、2成分繊維によって本質的に完全に構成することもできる。2成分繊維において、“シース/コア”以外のその他の変更を行ってもよく、例えば、不織布繊維(Nonwoven Textiles), O. Jirsak 及び L. C. Wadsworth, Carolina Academic Press, Durham, North Carolina, 1999, pp.26-29 に記載された、「並置」、「海島」及び「オレンジ」の形態を挙げることができる。

10

20

30

【0045】

一般的に、乾式堆積容量紙の平均細孔径は、標準紙の細孔径と湿式堆積容量紙の細孔径に中間である。DIN 44956-2によって測定したろ過効率は、約80%である。乾式堆積容量紙は、上記した湿式堆積容量紙とほぼ同じ坪量及び通気性を有するべきであり、すなわち、約500~8,000 L/(m² × s)の範囲であり、好ましくは約1,000~5,000 L/(m² × s)の範囲であり、最も好ましくは約2,000~4,000 L/(m² × s)の範囲である。この乾式堆積容量紙は、優れたダスト保持能力を有し、湿式堆積紙に比較して重量及び厚さがより均一であるという利点を有している。

【0046】

乾式堆積容量紙において、いくつかの好ましい態様が考えられる。1つの態様は、ラテックス接合の毛羽立ちパルプ繊維組成物である。すなわち、紙を構成する繊維は、毛羽立ちパルプから本質的になっている。「毛羽立ちパルプ」なる語は、本発明のフィルターの不織布成分であって、ロール状のパルプ、すなわち、木材もしくはコットンの繊維状セルロース材料を機械的に磨砕し、次いでそのパルプを空気堆積もしくはドライ加工機械のウェブ形成成分に空気力学的に搬送することによって製造されたものを意味する。パルプの磨砕には、ウイリーミル(Wiley Mill)を使用することができる。ドライ加工には、いわゆるダンウェブ(Dan Web)又はM型及びJ型機械が使用される。毛羽立ちパルプ成分及び毛羽立ちパルプの乾式堆積成層は、等方性であり、したがって、3つの直交成分のすべての方向において繊維がランダムに配向していることを特徴とする。すなわち、これらの毛羽立ちパルプ成分などは、3次元的に異方性である不織布ウェブと比較した場合、繊維の大部分が不織布ウェブの面から離れて配向しており、特にその面に対して垂直である。本発明

40

50

において利用される毛羽立ちパルプの繊維は、好ましくは、約 0.5 ~ 5 mm の長さを有している。これらの繊維は、ラテックスバインダによって一緒に保持されている。バインダは、粉末あるいはエマルジョンのいずれかとして適用することができる。

【0047】

乾式堆積容量紙において、バインダは、通常、繊維の重量を基準にして、約 10 ~ 30 重量% のバインダ固形分で存在せしめられ、好ましくは、約 20 ~ 30 重量% のバインダ固形分で存在せしめられる。

【0048】

もう一つの好ましい態様において、乾式堆積容量紙は、毛羽立ちパルプ繊維と、“スプリットフィルム繊維”及び2成分ポリマー繊維の少なくとも1種とのサーマルボンドブレンドを有している。

10

スプリットフィルム繊維：

スプリットフィルム繊維は、本質的に平坦な矩形の繊維であり、本発明の複合構造体中に組み込まれる前かもしくは組み込まれた後、静電的に帯電せしめられてもよい。スプリットフィルム繊維の厚さは、2 ~ 100 μm の範囲であることができ、その幅は5 ~ 500 μm の範囲であることができ、そしてその長さは0.5 ~ 15 mm の範囲であることができる。しかし、スプリットフィルム繊維の好ましい寸法は、約5 ~ 20 μm の厚さ、約15 ~ 60 μm の幅、そして約0.5 ~ 8 mm の長さである。

【0049】

本発明のスプリットフィルム繊維は、好ましくは、ポリオレフィン、例えばポリプロピレンから構成される。しかし、本発明の複合構造体のスプリットフィルム繊維のため、繊維の製造に適当な任意のポリマーを使用してもよい。適当なポリマーの例は、以下に列挙するものに限定されるわけではないけれども、ポリオレフィン類、例えば単独重合体、共重合体の形をしたポリエチレン、ポリテレフタレート、例えばポリ(エチレンテレフタレート)(PET)、ポリブチレンテレフタレート(PBT)、ポリ(シクロヘキシル-ジメチレンテレフタレート)(PCT)、ポリカーボネート、そしてポリクロロトリフルオロエチレン(PCTFE)を包含する。その他の適当なポリマーは、ナイロン、ポリアミド、ポリスチレン、ポリ-4-メチルペンテン-1、ポリメチルメタクリレート、ポリウレタン、シリコン、ポリフェニレンスルフィドを包含する。また、スプリットフィルム繊維は、単独重合体又は共重合体の混合物を含んでもよい。この出願では、ポリプロピレンから作られたスプリットフィルム繊維を使用して本発明の実施例を説明する。

20

30

【0050】

積層フィルム構造体においていろいろな分子量及び形態を有するPPポリマーを使用したところ、スプリットフィルム繊維を製造するに必要とされる機械的性質及び脆性が適度にバランスされたフィルムを製造できることが示された。また、これらのPPスプリットフィルム繊維は、所望とするレベルの捲縮を引き続いて与えてもよい。もちろん、スプリットフィルム繊維の寸法はすべて、それらの繊維の製造中に変更することもできる。

【0051】

スプリット繊維を製造するための1方法は、米国特許第4,178,157号明細書に開示されている。ポリプロピレンを溶融させてフィルムに押し出し成形し、次いでそのフィルムを大きなチューブ(バルーン)にブロー成形し、そのバルーンには常用のブロー延伸法によって周囲空気を導入するかもしくは侵入させる。バルーンを空気で膨らませることに、そのフィルムを急冷し、かつPP分子鎖の分子構造を2軸方向に配向させる働きがあり、よってより大きな強度が得られる。次いで、バルーンを押しつぶし、2対もしくはそれ以上の対をなすローラの間でフィルムを延伸する。この延伸の際、2本の接触中のローラのニップにおいてフィルムを保持し、かつその2本の接触中のローラの間異なる強さの圧力を適用する。これによって、機械方向の追加の延伸が得られる。また、この延伸は、第1組のローラよりも速い表面速度で第2組のローラを駆動することによって達成される。結果として、フィルムに対してその機械方向において非常に大きな分子配向が与えられ、引き続いて、長い寸法をもったスプリットフィルム繊維が得られるであろう。

40

50

【0052】

フィルムは、それを冷却する前かもしくはその後、静電的に帯電させてもよい。フィルムの帯電のために種々の静電帯電法を使用してもよいけれども、2つの方法が最も好ましいことが判明した。第1の方法は、2本のDCコロナ電極の間の約1.5～3インチのギャップにおいてそのほぼ中間の位置でフィルムを通過させることを包含する。金属ワイヤ製のエミッタピンを備えたコロナバーを使用してもよく、その場合、一方のコロナ電極には約20～30kVの正のDC電位を与え、それに対向する電極には約20～30kVの負のDC電位を与える。

【0053】

第2の好ましい方法は、本願明細書においてさらに説明するところの、タントレット(Tantret)(tm)技法I及びIIと呼ばれ、米国特許第5,401,446号(Wadsworth及びTsai、1995年)に記載されている静電帯電法である。判明したところによると、それぞれのシェルが正のコロナワイヤを備えた2個の負に帯電せしめられた金属製シェルの内周面の周りをフィルムが通過する時に絶縁ローラ上にフィルムを吊り下げる技法IIの場合、最高レベルの電位がフィルムに対して付与される。一般的に、技法IIを用いた場合、正の1,000～3,000ボルトもしくはそれ以上の電位をフィルムの片側に対して付与し、それと同様な大きさの負の電位を帯電フィルムの別の側に付与することができる。フィルムを-1～-10kVのDC電圧を与えられた金属製ローラと接触させ、+20～+40kVのDC電圧を有するワイヤを負にバイアスされたローラ上に約1～2インチ離して配置し、かつフィルムのそれぞれの側をこのローラ/ワイヤ帯電形状に順次露出させる技法Iでは、フィルムの表面で測定した場合により低い電位が得られる。技法Iを用いた場合、典型的には、それぞれの側について一般的に等しいけれども但し極性が反対である電圧が300～1,500ボルトの電圧でフィルム表面で得られる。しかし、技法IIによって得られる表面電位が大きければ大きいほど、スプリットフィルム繊維から作製されたウエブの測定可能なる過効率がより良好になるということは見出されなかった。そのために、また、技法Iの装置にフィルムと結びかつそれを通すのがより容易であるので、引き裂きプロセスに先がけてフィルムを帯電させるため、この方法が現在、主として使用されている。

【0054】

冷却し、延伸したフィルムを熱時もしくは冷時に静電的に帯電させてもよい。次いで、フィルムを同時的に延伸及び引き裂いて典型的には約50μmまでの幅狭体となす。次いで、平坦なスプリットフィラメントを集めてトウとなし、このトウを1cmにつきコントロールされた数のクリンプとなるように捲縮し、そしてその後、捲縮したトウを所望とするステーブル長さに切断する。

【0055】

特に好ましい1態様において、乾式堆積の高ダスト容量紙は、毛羽立ちパルプ繊維、2成分ポリマー繊維及び静電的に帯電せしめられたスプリットフィルム繊維のすべてのブレンドを含んでいる。毛羽立ちパルプ繊維は、好ましくは約5～85重量%、より好ましくは約10～70重量%、最も好ましくは約40重量%で存在し、2成分繊維は、好ましくは約10～60重量%、より好ましくは約10～30重量%、最も好ましくは約20重量%で存在し、また、静電帯電スプリットフィルム繊維は、好ましくは約20～80重量%、より好ましくは約40重量%で存在するであろう。この乾式堆積の高ダスト容量紙は、好ましくは90～160の高温で、より好ましくは110よりも低い温度で、最も好ましくは約90で熱的に接合させてもよい。

混合された静電繊維：

別の好ましい態様の乾式堆積容量紙は、100%“混合静電繊維”、20～80%の混合静電繊維と20～80%のB/C繊維のブレンド、そして20～80%の混合静電繊維と110～70%の毛羽立ちパルプと10～70%のB/C繊維とのブレンドを使用したサーマルボンド紙を含んでいる。“混合静電繊維”フィルターは、広範な異なる摩擦帯電特性をもった複数の繊維をブレンドし、それらの繊維を互いに擦り合うかさもなければそれ

らの繊維を機械の金属部分に対して擦り付けることによって、例えばカード加工中にカード加工用シリンダー上のワイヤに擦り付けることによって、製造される。これによって、複数のタイプの繊維のあるものを別のタイプの繊維に関してより大きく正もしくは負に帯電させ、ダスト粒子のためのクーロン引力をより高めることができる。これらのタイプの混合静電繊維を使用したフィルターの製造は、米国特許第5,470,485号及び欧州特許出願EP第0246811号に教示されている。

【0056】

米国特許第5,470,485号において、フィルター材料は、(I)ポリオレフィン繊維、及び(II)ポリアクリロニトリル繊維のブレンドからなる。繊維(I)は、コア/シース又は並置(サイド・バイ・サイド)タイプの2成分PP/PE繊維である。繊維(II)は、“ハロゲン不含”である。また、繊維(I)は若干の“ハロゲン置換ポリオレフィン”を有し、一方、アクリロニトリル繊維はハロゲン不含である。この特許の付記によると、繊維は、非イオン性の洗浄剤、アルカリ又は溶媒で入念に洗浄し、次いで、潤滑剤又は帯電防止剤を繊維がまったく含有しないようにするため、一緒に混合する前によくすすぎを行う。製造された繊維マットはニードルパンチに供されるべきであるところの特許には教示されているけれども、乾式堆積サーマルボンド紙をこの発明で使用できるようにするため、これらの繊維を5~20mmの長さに切断し、同様な長さの2成分サーマルバインダ繊維と混合することもでき、また、毛羽立ち繊維を添加することも可能である。

【0057】

欧州特許出願EP第0246811号は、2種類の異なるタイプの繊維を一緒にラビングした場合の摩擦帯電効果について記載している。これは、米国特許第5,470,485号と同様なタイプの繊維を使用することを教示しているけれども、ポリアクリロニトリル繊維の-CN基をハロゲン(好ましくは、フッ素又は塩素)で置換してもよい。この繊維は、-CN基について-Cl基で十分量の置換を行った後、もしもコポリマーが35~85重量%のアクリロニトリル単位を有しているならば、「モダクリル」と呼ぶことができる。EP第0246811号は、ポリオレフィンと置換されたアクリロニトリル(好ましくは、モダクリル)の比は表面領域において30:70~80:20の範囲であることができ、より好ましくは40:60~70:30の範囲であることができると教示している。同様に、米国特許第5,470,485号は、ポリオレフィンとポリアクリロニトリル繊維の比はフィルター材料の表面に関して30:70~80:20の範囲であると教示している。したがって、ポリオレフィンとアクリルもしくはモダクリル繊維の比についてのこれらの範囲を乾式堆積のサーマルボンド容量紙における上記した割合において使用することができる。

メルトブローフリース:

多目的成層と高効率過成層との間で、合成ポリマー繊維のメルトブローフリースを任意に1つの成層として配置することができる。メルトブローフリースの成層は、多目的ろ過成層を通過したある種の粒子を捕捉することで、全体的なる過効率を高めるものである。また、メルトブローフリースの成層は、任意であるけれども、微細なダスト粒子のろ過を補助するために静電的に帯電させることもできる。メルトブローフリースの成層を含めるということは、メルトブローフリースの成層を有していない複合材と比較して、所定のダスト装填量の時に圧力低下を増大させるということを包含している。

【0058】

メルトブローフリースは、好ましくは、約10~50g/m²の坪量及び約100~1,500L/(m²×s)の通気量を有している。

ハイバルク(大きく嵩高)のメルトブロー不織布:

改良された真空クリーナーバックを開発するための最近の研究によって得られたもう1つの発見は、ハイバルクのMBウエブ又は成層の開発であった。このウエブ又は成層は、ろ過グレードのMBフリースの上流側で、湿式堆積容量紙又は乾式堆積容量紙の代わりとして、プレフィルターとして使用することができた。ハイバルクのMBプレフィルターは、約10の温度の急冷空気を用いたメルトブロー法で製造することができる。これとは対

10

20

30

40

50

照的に、常用のMBでは、35～45の周囲温度で室内空気を使用するのが一般的である。また、ハイバルクMBプロセスの場合、MBダイの出口からウェブ巻取りコンベヤーまでの捕集間隔が400～600mmまで増大せしめられる。この間隔は、通常のMB製造の場合、約200mmであるのが一般的である。さらに、ハイバルクのMB不織布は、280～90の通常の微細化空気温度(attenuation air temperature)の代りに、約215～35のより低温の微細化空気温度を使用して製造し、また、フィルターグレードMBの製造の際の260～280に比較してより低い、約200～225のMB熔融温度を使用する。より冷たい急冷空気、より低い微細化空気温度、より低い熔融温度、そしてより長い捕集間隔を適用することで、MBフィラメントをより良好に冷却できる。シート(叩解)を取り除いた場合、延伸がより僅かなフィラメントが得られ、したがって、通常のもろ過グレードのMBウェブにおいて見出されるものよりも大きなフィラメント直径が得られる。フィラメントの冷却をより低温で行えば行うほど、コレクター上に堆積させる場合に一緒に熱融合する傾向がより小さくなる。したがって、ハイバルクのメルトブロー不織布は、より大きな開口領域を有することとなるであろう。このハイバルクのメルトブロー不織布の通気性は、120g/m²の坪量の場合であっても、806L/(m²×s)である。対照的に、より軽量(例えば22g/m²)のもろ過グレードのMBPPウェブは、単に450L/(m²×s)の最大通気性しか有していなかった。ハイバルクのMB不織布のもろ過効率、DIN44956-2試験で測定した場合、98%であった。パックの内側でこのハイバルクのMB不織布を2つ一緒に合わせて使用した場合、通気性はまだ295L/(m²×s)であり、その対のもろ過効率は99.8%であった。ハイバルクのメルトブロー不織布は、帯電せしめられていなくてもよく、さもなければ、任意であるけれども、その不織布が適当な誘電性をもった材料からなるのであるならば、静電的に帯電せしめられていてもよい。

10

20

【0059】

本発明のハイバルクのMB不織布は、ここに開示する多成層真空フィルター構造体でも使用される“もろ過グレードのMB”とは区別されるべきである。もろ過グレードのMBウェブは、通常約22g/m²の低い坪量及び小さな細孔径を一般的に特徴とする常用のメルトブロー不織布である。もろ過グレードのポリプロピレン製MB不織布の別の典型的な特性は、第I表に示した通りである。好ましいハイバルクのポリプロピレン製MB不織布は、任意であるけれども、約5～20重量%のエチレン酢酸ビニルを包含する。もろ過グレードのMB不織布は、一般的に高いダスト除去効率、すなわち、約99%よりも大きなそれを有している。

30

【0060】

【表1】

第1表

	好ましくは	より好ましくは	最も好ましくは
ろ過グレードMBPP			
重量、g/m ²	5~100	10~50	25
厚さ、mm	0.10~2	0.10~1	0.26
通気性、L (m ² × s)	100~5,000	100~2,000	450
引張強さ、MD, N	0.5~1.5	1.0~10	3.7
引張強さ、CD, N	0.5~1.5	1.0~10	3.2
繊維の直径、mm	1~15	1~5	2~3
嵩高MBPP			
重量、g/m ²	30~180	60~120	80
厚さ、mm	0.3~3	0.5~2	1.4
通気性、L (m ² × s)	300~8,000	600~3,000	2,000
引張強さ、MD, N	1.0~30	2~20	10
引張強さ、CD, N	1.0~30	2~20	9.2
繊維の直径、mm	5~20	10~15	10~12

10

20

30

【0061】

ハイパルクのMB不織布は、上記した乾式堆積容量紙と同様な過効率を有している。したがって、ハイパルクのMB不織布は、大きなダスト粒子を多量に除去しかつ多量のダストを保持するのによく適している。よって、ハイパルクのMB不織布の成層は、本発明の真空フィルター構造体において、その上流側の配置材として、あるいはろ過グレードのMB成層のプレフィルターとして好適である。

スパンブロー（モジュラー）不織布：

本発明において粗いろ過成層として使用するのに適当なスパンブロー（モジュラー）不織布を製造するため、G. Ward, Nonwoven World, Summer 1998, pp.37-40に記載される新しいタイプのメルトブロー法を使用可能である。任意であるけれども、このスパンブロー不織布は、新しい構造体において呼ばれているように、ろ過グレードメルトブローフリース成層として利用することができる。スパンブロー（モジュラー）不織布の詳細は、第II表に示されている。

40

【0062】

スパンブロー（モジュラー）不織布の製造方法は、一般的にはメルトブロー法であり、モジュラーダイにより大きな凹凸を備えかつより低温の微細化空気を使用する。これらの条件を使用すると、常用のメルトブローウェブと比較可能な坪量の時、より高い強度及び通

50

気性を備えた粗いメルトブローウェブが製造される。

マイクロデニールのспанボンド不織布：

この明細書においてマイクロデニールのспанボンドと時折参照するспанボンド(“SB”)不織布もまた本発明において利用することができ、その利用方法は、先に記載した粗い過成層又は過グレードのフリース成層に同じである。マイクロデニールのспанボンド不織布の詳細は、第II表に列挙されている。マイクロデニールのспанボンドは、ポリプロピレンの場合の0.10デニールに対応する、12mm未満の直径をもったフィラメントであることを特に特徴とする。比較すると、使い捨て用の常用のSBウェブは、平均して20mmのフィラメント直径を有しているのが一般的である。マイクロデニールのспанボンドは、Reifenhauser GmbH (Reicofil III)、Koby Steel, Ltd., (Kobe-Kodoshishi Spunbond Technology) 及びAson Engineering, Inc. (Ason Spunbond Technology)から得ることができる。

10

【0063】

【表2】

第II表

	好ましくは	より好ましくは	最も好ましくは
スパンブロー (モジュール)			
重量、 g/m^2	10~150	10~50	28
厚さ、mm	0.20~2	0.20~1.5	0.79
通気性、 $L(m^2 \times s)$	200~4,000	300~3,000	1,200
引張強さ、MD, N	10~60	15~40	43
引張強さ、CD, N	10~50	12~30	32
繊維の直径、mm	0.6~20	2~10	2~4
マイクロデニールスパンボン ドPP (Ason, Kobe-Kodoshi, Reicofil III)			
重量、 g/m^2	10~50	20~30	17
厚さ、mm	0.10~0.6	0.15~0.5	0.25
通気性、 $L(m^2 \times s)$	1,000~10,000	2,000~6,000	2,500
引張強さ、MD, N	10~100	20~80	50
引張強さ、CD, N	10~80	10~60	40
繊維の直径、mm	4~18	6~12	10

10

20

30

50

【0064】

好ましい態様：

本発明による代表的な製品を図1、図3～図13において模式的に図示し、かつ以下においてより詳細に説明する。図中、空気の流動方向は矢印Aによって示されている。

40

【0065】

図1において、2つの成層からなる一体化複合フィルター36が示されている。上流側（汚染空気側）の成層37は、乾式堆積のFP容量成層であり、その最も広域の重量は10～150 g/m^2 であり、通常重量範囲は20～80 g/m^2 であり、好ましい重量は75 g/m^2 である。FP層37は、パルプ繊維と2成分（B/C）繊維の異なるブレンドを有している。2成分繊維は、60%のPEと40%のPPとからなる。下流側の成層38は、高効率のMB成分であり、その重量は5～100 g/m^2 であり、好ましくは24 g/m^2 である。特記すべきことに、独立して構成された成層37及び38は、界面36Aで合わさっている。この界面は、多層複合体における2つのブレンド層からなる積

50

層体の界面とは異なっている。プレボンド層の形成は構造体36を製造する必要がないという事実があるので、成層37及び38の少なくとも1つを十分にフィルムの状態とすることができ、従来の多層構造体において1つの層として組み込まれるべきであった自立性のウェブに形成できなかつた。

【0066】

上流側の成層は、 $21.4 \text{ cm}^3 / \text{g}$ の絶対細孔体積を有し、下流側の成層は $7.7 \text{ cm}^3 / \text{g}$ であり、その結果として得られる絶対細孔体積の比RAPVは、2.78に等しい。投影繊維の絶対被覆面積(absolute projected fiber coverage)、すなわち、成層に関して垂直方向で観察した時に繊維によって被覆される単位面積APFCは、上流側成層のAPFCに関して97.7%であり、下流側成層のAPFCに関して99.3%である。

10

【0067】

ダスト保持能力を最適化するため、上流側成層と下流側成層の平均細孔直径の比として6.21が具現され、また、上流側成層の平均細孔直径は $87 \mu\text{m}$ であり、かつ下流側成層の平均細孔サイズは $14 \mu\text{m}$ である。

【0068】

上記したRAPV及びAPFCを得るため、上流側成層は、1.7mmの厚さ、 $0.044 \text{ g} / \text{cm}^3$ の見掛け密度、及び94.4%の相対細孔体積を有している。下流側成層は、0.21mmの厚さ、 $0.11 \text{ g} / \text{cm}^3$ の見掛け密度、及び87.4%の相対細孔体積を有している。理解されるように、これらの数値はほんの一例であり、特に、上記したRAPV及びAPFC値は、異なる厚さ、見掛け密度及び相対細孔体積でもって得ることができ。

20

【0069】

図2は、複合フィルターによつて過されるダストの量に依存して、フィルターを横切つて大幅に改良された圧力低下が得られることを示したものである。上方の曲線は、上記した特性をもつた複合フィルターを示している。下方の曲線は、上流側成層としてのスパンボンドと下流側成層としてのメルトブローとからなる従来のフィルターを示している。従来の上流側成層は、 $6.9 \text{ cm}^3 / \text{g}$ の絶対細孔体積を有し、かつ下流側成層のそれは $8.1 \text{ cm}^3 / \text{g}$ であり、その結果、絶対細孔体積の比RAPVは、0.85に等しい。上流側成層の、投影繊維の絶対被覆面積はAPFC69.3%であり、下流側成層のAPFCは92.3%である。

30

【0070】

別の態様(図示せず)は、図1に示した態様と同一の構造を有している。しかし、この態様は、重量が $50 \text{ g} / \text{m}^2$ である乾式堆積FP容量成層の形をした上流側成層からなる。FP層は、パルプ繊維と2成分(B/C)繊維の異なるブレンドを有している。2成分繊維は、60%のPEと40%のPPとからなる。下流側成層は、高効率のMB成分であり、その重量は $24 \text{ g} / \text{m}^2$ である。上流側成層は、 $22.7 \text{ cm}^3 / \text{g}$ の絶対細孔体積を有し、かつ下流側成層のそれは $7.7 \text{ cm}^3 / \text{g}$ であり、その結果、絶対細孔体積の比RAPVは、2.95に等しい。上流側成層の、投影繊維の絶対被覆面積はAPFC99.9%であり、下流側成層のAPFCは99.3%である。

40

【0071】

ダスト保持能力を最適化するため、上流側成層と下流側成層の平均細孔直径の比として5.93が具現され、また、上流側成層の平均細孔直径は $83 \mu\text{m}$ であり、かつ下流側成層の平均細孔サイズは $14 \mu\text{m}$ である。

【0072】

上記したRAPV及びAPFCを得るため、上流側成層は、1.2mmの厚さ、 $0.042 \text{ g} / \text{cm}^3$ の見掛け密度、及び94.7%の相対細孔体積を有している。下流側成層は、0.21mmの厚さ、 $0.11 \text{ g} / \text{cm}^3$ の見掛け密度、及び87.4%の相対細孔体積を有している。

【0073】

別の態様(図示せず)において、上流側成層は、スプリットフィルム繊維と“混合静電織

50

維”とからなっている。スプリットフィルム繊維及び“混合静電繊維”では、上流側成層のあらゆるバリエーションのなかにおいて使用されていないものであるが、適当なサーマルボンディングを達成するため、少なくとも10%、好ましくは少なくとも20%のB/C繊維あるいはその他のタイプのサーマルボンディング可能な融合性繊維を使用すべきである。もしもラテックスバインダを使用するのであるならば、この成層は、B/C繊維あるいはその他のタイプのサーマルボンディング可能な融合性繊維を不含とすることができる。

【0074】

図3は、3つの成層からなる一体化複合フィルター38を示している。第1の成層40は、100%B/C繊維から作製された粗い乾式堆積成分である。この成層は、プレフィルターとしての働きが主であり、かつ下流側フィルター材料を保護する。最も広域の重量範囲は10~100g/m²であり、通常重量範囲は20~80g/m²であり、好ましい重量は75g/m²である。上流側成層41は、上述の態様において説明したような乾式堆積のPF容量成分である。下流側成層42は、高ろ過効率のMB媒体又はその他の極微細な繊維直径の材料、例えばスパンブローモジュラー又はマイクロデニールスパンボンドからなる。

10

【0075】

図4は、4種類の材料の成層から作製された一体化複合フィルター43の模式図である。第1の成層44は、100%B/C繊維の乾式堆積FPからなる。最も広域の重量範囲は10~100g/m²であり、通常重量は20~80g/m²であり、ターゲットの重量は50g/m²である。上流側成層45は、上述の態様において説明したような乾式堆積のPF容量成層である。別法によれば、成層45は、少なくとも10%、好ましくは少なくとも20%のB/C繊維、10%、好ましくは少なくとも20%のパルプ繊維を含有していてもよく、また、帯電もしくは非帯電のスプリットフィルム繊維をいろいろな量で含有していてもよい。“混合された静電繊維”をいろいろな量で含有していてもよい。適当なサーマルボンディングを達成するため、少なくとも10%、好ましくは少なくとも20%のB/C繊維あるいはその他のタイプのサーマルボンディング可能な融合性繊維を使用すべきである。一般的には、高められたカバー及びろ過効率を得るため、少なくとも10%、好ましくは少なくとも20%のパルプ繊維が使用される。もしもラテックスバインダを使用するのであるならば、この成層は、B/C繊維あるいはその他のタイプのサーマルボンディング可能な融合性繊維を不含とすることができる。下流側成層46は、上述の態様において説明したようなMBフィルター媒体を含有する。外側の成層47は、空気堆積パルプとB/C繊維からなる乾式FPである。

20

30

【0076】

図5は、5種類の材料の成層から作製された一体化複合フィルター48の模式図である。第1の成層49は、100%B/C繊維の乾式堆積FPからなる。最も広域の重量範囲は10~100g/m²であり、通常重量は20~80g/m²であり、ターゲットの重量は50g/m²である。上流側成層50は、上記したような乾式堆積のPF容量成分である。成分51は、空気から臭気を吸着しかつ汚染物質及び有毒ガスを除去するため、カーボン粒子又はカーボン繊維を含有する。成分52は、上述の態様において説明したような高ろ過効率のMBである。成分53は、空気堆積パルプとB/C繊維からなる乾式FPである。

40

【0077】

図6は、図1に示したものと同一構成を有し、2つの成層55及び56からなり、かつ紙、スクリム又は不織布からなり、その重量が10~100g/m²の範囲である支持用の外層57に接合されている一体化複合フィルター54を示している。

【0078】

図7は、図3に示したものと同一構成を有し、3つの成層59、60及び61からなり、かつ紙、スクリム又は不織布からなり、その重量が10~100g/m²の範囲である外層62に接合されている一体化複合フィルター58を示している。

50

【0079】

図8は、図4に示したものと同一構成を有し、4つの成層64～67からなり、かつ紙、スクリム又は不織布からなり、その重量が10～100g/m²である外層68に接合されている一体化複合フィルター63を示している。

【0080】

図9は、図5に示したものと同一構成を有し、5つの成層71～75からなり、かつ紙、スクリム又は不織布からなり、その重量が10～100g/m²である外層76に接合されている一体化複合フィルター69を示している。

【0081】

図10は、図1に示したものと同一構成を有し、2つの成層78及び79からなり、かつ紙、スクリム又は不織布からなり、その重量が10～100g/m²の範囲である支持用の外層81に接合されており、その際、外層がグルー又は接着剤80によって接合されており、かつ後者がラテックスバインダ又はホットメルト接着剤であることができる一体化複合フィルターの積層体77を示している。

【0082】

図11は、図3に示したものと同一構成を有し、3つの成層83～85からなり、かつ紙、スクリム又は不織布からなり、その重量が10～100g/m²の範囲である外層87に接合されており、その際、外層がグルー又は接着剤86によって接合されている一体化複合フィルターの積層体82を示している。

【0083】

図12は、図4に示したものと同一構成を有し、4つの成層88～91からなり、かつ紙、スクリム又は不織布からなり、その重量が10～100g/m²である外層93に接合されており、その際、外層がグルー又は接着剤92によって接合されている一体化複合フィルターの積層体87Aを示している。

【0084】

図13は、図5に示したものと同一構成を有し、5つの成層95～99からなり、かつ紙、スクリム又は不織布からなり、その重量が10～100g/m²である外層101に接合されており、その際、外層がグルー又は接着剤100によって接合されている一体化複合フィルターの積層体94を示している。

【0085】

図10～図13の態様において層間接合部が示されている場合には、上記したグルー/接着剤接合に代えてあるいはそれと組み合わせ、常用の層間接合方法、例えば超音波接合を使用することができる。

【0086】

MB及びFP組成物からできた一体化成層構造体を含む新規な複合フィルターの1態様を製造する好ましい方法は、図14に図示されている。図示の方法では、取り扱い、プリーティング又はパッケージングを促進するためにスクリム、紙又は不織布に積層された製品が提供される。また、スクリム、紙又は不織布に代えて、プロセスを通じて非プレボンドの成層を担持するための支持用のコンベヤーを使用することによって、非積層の複合フィルターを提供することも可能である。最終的な一体化複合フィルターは、最低2層の成層からなり、但し、それぞれの成層は、上記したように1種類よりも多くの繊維又はその他の材料を含有することができ、また、一般的には、熱又はラテックスで接合された3層～5層の成層からなる。複合フィルターの静電帯電は、好ましくは、タントレット(Tantret)“冷間”静電帯電プロセスによってインライン方式で行われ、但し、MB繊維は、MBダイから吐出させた後にインライン方式で“熱時”に帯電させてもよい。また、製造中に静電的に帯電されたスプリットフィルム繊維をFPアプリケーションで導入することもできる。さらに、異なる摩擦帯電特性の故に互いにラビングした後に対向する極性を付与された“混合された静電繊維”をFPアプリケーションで複合体中に導入することもできる。

【0087】

ここで図14を参照すると、紙、スクリム又は不織布であることができる任意の支持層2

を供給可能となすため、任意の巻出記が製造ラインの始端部に配置される。成分1、2、4及び5は任意であり、取り扱い、プリーティング又はパッケージングを促進するためのみ、スクリム、紙又は不織布に対して本発明の一体化複合フィルターが積層される。コンベヤーベルト3は、ラインの全長にわたって走行する。しかし、コンベヤーベルト3をより短いセクションに分割し、1つのコンベヤーセクションから、プロセスにおいて必要とされる次のセクションに対して成層のアセンブリを供給してもよい。また、グルー又はホットメルト接着剤の形をした接着剤5を分配するための任意の接着剤アプリケーションヘッド4をラインの始端部に存在させる。この接着剤施工ステーションは、新規な複合体の一体化成層構造体に対して支持層をインラインで積層することが望ましい場合に利用することができる。しかし、アプリケーションヘッド4は、成層構造体内で成層をプレボンディングすることを意図したものではないということを留意されたい。

10

【0088】

次いで、図14に示すように、最低1個の、好ましくは2個のFPアプリケーションユニット6及び8を存在させる。ラインの開始部に配置されたFPアプリケーションユニットの主たる機能は、任意の接着剤の成層5の上に、さもなければ、もしも任意の支持層2及び接着剤5を使用しないのであるならば、コンベヤーベルト3の上に、乾式堆積成層7及び9を製造し、堆積することにある。乾式堆積成層7及び9は、最終製品の要件を満足させるため、同一であってもよく、さもなければ異なる組成及び性質を有していてもよい。いずれにしても、成層7及び9の役割は、主として、MBもしくはそれに関連するフィルター媒体の成層12及び14を支持し、保護することにある。図示の態様において、FP成層7及び9は、主として、“パルプ”及び2成分(B/C)繊維から構成される。上記したように、異なるタイプのB/C繊維を使用してもよい。例えば、好ましいタイプのものは、例えばPPのようなより高い融点を有するコアと、例えばPEのようなより低い融点を有するシーツとを有している。“パルプ”及びB/CコアシーツPP/PEのその他の好ましい組成は、成層7では50%“パルプ”/50%B/C繊維であり、成層9では25%“パルプ”/75%B/C繊維である。もしもセクション23においてラテックスバインダを施工しないのであるならば、少なくとも20%のB/C繊維あるいはその他のタイプのサーマルバインダ繊維を使用すべきである。他方において、もしもセクション23及び27においてラテックスバインダを順次施工するのであるならば、100%“パルプ”繊維をFPアプリケーションヘッド6及び8によって適用することができる。また、100%B/C繊維をFPアプリケーションヘッド6又はアプリケーションヘッド8から、あるいは両方のアプリケーションヘッド6及び8から適用することも可能である。

20

30

【0089】

追加的な態様の場合、100%B/C繊維の代わりに、そのB/C繊維の80%までをPP、PE、ポリアミド及びその他の繊維の単成分レギュラステープルファイバーで置き換えることができ、あるいはFPアプリケーションヘッド6、8、15、18及び20の任意のものによってサーマルボンディング繊維を施工してもよい。また、100%B/C繊維が使用されるような乾式堆積成層成分の場合は除かれるけれども、完全に溶解し、“メルトファイバー(溶解繊維)”としても知られているいろいろなタイプのサーマルボンディング可能な融合性繊維をB/C繊維の代わりに使用することができる。

40

【0090】

図14は、ウェブの厚さを減少させかつFP成層7及び9の繊維間接着力を増大させる任意の圧縮機10をさらに示している。なお、複数の層を別々に製造するために一般的に使用されている大規模なプレボンディングは、本発明のインラインプロセスで利用されるこの任意の圧縮工程の目的ではないということを留意されたい。圧縮機10は、カレンダー加工機であってもよく、また、加熱あるいは非加熱のいずれであってもよい。MB又は関連のフィルター媒体12及び14は、1個もしくはそれ以上のMBダイ11及び13を使用してFP成層7及び9の上に堆積することができる。MB成分の主たる機能は、高効率フィルターとして働くこと、すなわち、僅かな割合で含まれる小サイズ(約5µm未満)の粒子を除去することにある。ろ過グレードのMB媒体及び関連の極細繊維直径タイプの

50

フィルター媒体の詳細は、第 I 表に記載してある。

【0091】

このプロセスは、少なくとも 1 個もしくはそれ以上の MB ダイ 11 及び（又は）1 個もしくはそれ以上の、微細デニールの（極細繊維直径の）繊維のアプリータ 13、X として示される、を包含することができる。例えば、もしも 2 個の同一の MB ユニットを利用するのであるならば、ユニット 11 及び 13 は同一のものとなるであろう。本発明の範囲に含まれると考えられるその他の変更としては、第 1 のユニットをスパンブロー（モジュラー）又はマイクロデニールスパンボンド（SB）システムとして構成して、より粗いものからより微細なものへとフィルターの傾きがある高効率のフィルターを形成することにある。もう 1 つの考えられる変更は、1 個もしくはそれ以上のスパンブロー（モジュラー）又はマイクロデニールスパンボンド（SB）システムをタンデムで使用することである。さらにもう 1 つの変更は、マイクロデニール SB を最初に使用し、引き続いてスパンブローシステムを使用することである。

10

【0092】

図 14 に示される次の装置成分は、成層 14 の頂部に（あるいは、もしも第 2 の MB 成層 13 が含まれないのであるならば、成層 12 の上に）FP ウェブを堆積するためのもう 1 つの FP アプリータ 15 である。次いで、最上層に清掃 6 を有する非プレボンドの成層アセンブリをもう 1 つの任意の圧縮機 17 内を移動させる。次いで、中間製品を 1 個もしくはそれ以上の追加の FP ユニット 18 及び 20 の下方を搬送する。FP アプリータヘッド 15 及び 18 で乾式堆積容量成層を構造体中に組み込む。FP アプリータ 20 は、フィルターとしてよりはむしろ、主としてダスト保持能力の非常に開放された（すなわち、嵩高の）PP を製造するために主として設計されている。非常に開放された PP 成層 21 は、好ましくは、100% 2 成分 B/C 繊維から製造されるか、さもなければ、粗いプレフィルター FP ウェブを製造するために通常使用されるものよりも高いことを特徴とする B/C 対“パルプ”比をもった B/C ブレンドから製造される。もしも FP 成層 16 及び 19 において B/C 繊維あるいはその他のタイプのサーマルボンディング繊維を使用しないのであるならば、成層を接合するためにユニット 23 及び 27 のところでラテックスバインダを施工すべきである。また、もしも FP アプリータヘッド 15 及び 18 のいずれか一方に B/C 繊維あるいはその他のタイプのサーマルボンディング繊維を組み込むのであるならば、ユニット 23 及び 27 のところでラテックスバインダを依然として施工することができる。

20

30

【0093】

次いで、最上層の成層 21 を備えた中間製品をもう 1 つの圧縮機 22、そして製造ラインの 1 セクションを移動させる。ここで、予めルーズであり、非接合状態にある成層が 1 つもしくはそれ以上のバインディングプロセスにさらされる。これらのバインディングプロセスは、複合フィルターの一体化成層構造体を形成するのに累加的に有効である。この段階で、成層と一緒にバインディングする前に、一体化成層構造体中に組み込まれるであろうフィルター成分のすべてを中間製品中に組み込んでしまうのが好ましい。

【0094】

図 14 をさらに参照すると、図示された態様の始めの部分においてバインディング工程が行われ、アプリータ 23 でもってラテックスバインダ 24 が施工されることが分かる。ラテックスは、液体分散液又は乳濁液からスプレーすることができ、キスロール又はグラビア塗布によって施工することができ、さもなければ基材上に乾燥粉末としてスプレーし、次いでそれに熱的に融合もしくは接合させることができる。また、ラテックスはシーラントとしても働き、FP 成層の外部表面からダストが放散されるのを最低限に抑えることができる。23 でラテックスバインダを添加した後、中間製品を加熱ユニット 25 の内部を移動させ、その部分でラテックスバインダを乾燥及び硬化させ、複合体を接合する。加熱ユニットは、ヒーター付きのカレンダー加工機、あるいは赤外加熱、マイクロ波加熱又は熱対流オープンであることができる。また、これらのオープンの組み合わせを使用することもできる。空気貫通オープン (through-air oven) が有利である。もしも B/C 繊維あ

40

50

るいはその他のタイプのサーマルボンディング可能な融合性繊維を中間製品中に存在させるのであるならば、オープン25及び29をそのような繊維の熱融合のために働かせることができ、ボンディング及び一体化構造体の形成を継続することができる。

【0095】

オープン25から出した後、中間製品をシステム26によって冷却し、次いで第2のラテックスバインダを27で施工する。図示されるように、第1の施工とは反対側にラテックスバインダが施工されるように、移動用の通路とスプレーユニット27が配置されている。次いで、第2のラテックスバインダ28を含有した中間製品を第2の空気貫通オープン29、そしてもう1つの冷却セクション30を貫通して通過させる。次いで、一体化成層構造をもった完全に接合せしめられた複合フィルムを冷時静電帯電ステーション31、好ましくはタントレットJシステムに装填する。最後に、複合フィルム32をスリッター33上で裁断して所望の幅又は数倍の幅となし、巻取り機34によってロールの形となす。なお、このプロセスの最後に向かったところで静電帯電を行うことを説明したけれども、ラテックスバインダの施工に先がけるある段階で帯電を行うことができるということも考えられる。但しこれには、バインダとそれに引き続く処理工程で中間製品から電荷が顕著に引き抜かれれないという条件がある。

【図面の簡単な説明】

【0096】

【図1】図1は、2つの成層からなる一体化成層構造体を備えた本発明による複合フィルターの1態様を断面で示した模式図である。

【図2】図2は、図1に示した複合フィルター及び従来の複合フィルターの圧力低下を示したグラフである。

【図3】図3は、3つの成層からなる一体化成層構造体を備えた本発明による複合フィルターのもう1つの態様を断面で示した模式図である。

【図4】図4は、4つの成層からなる一体化成層構造体を備えた本発明による複合フィルターの1態様を断面で示した模式図である。

【図5】図5は、5つの成層からなる一体化成層構造体を備えた本発明による複合フィルターの1態様を断面で示した模式図である。

【図6】図6は、図1の2成層型複合フィルターをそれに隣接したフィルター層と組み合わせたもう1つの態様を断面で示した模式図である。

【図7】図7は、図3の3成層型複合フィルターをそれに隣接したフィルター層と組み合わせたもう1つの態様を断面で示した模式図である。

【図8】図8は、図4の4成層型複合フィルターをそれに隣接したフィルター層と組み合わせたもう1つの態様を断面で示した模式図である。

【図9】図9は、図5の5成層型複合フィルターをそれに隣接したフィルター層と組み合わせたもう1つの態様を断面で示した模式図である。

【図10】図10は、図6の2成層型複合フィルターをそれに隣接したフィルター層に接着剤あるいは超音波接合層で接合したものを示した断面図である。

【図11】図11は、図7の3成層型複合フィルターをそれに隣接したフィルター層に接着剤あるいは超音波接合層で接合したものを示した断面図である。

【図12】図12は、図8の4成層型複合フィルターをそれに隣接したフィルター層に接着剤あるいは超音波接合層で接合したものを示した断面図である。

【図13】図13は、図9の5成層型複合フィルターをそれに隣接したフィルター層に接着剤あるいは超音波接合層で接合したものを示した断面図である。

【図14】図14は、本発明の好ましい1態様に従い複合フィルターを製造するインラインプロセスを示した模式図である。

10

20

30

40

【 図 2 】

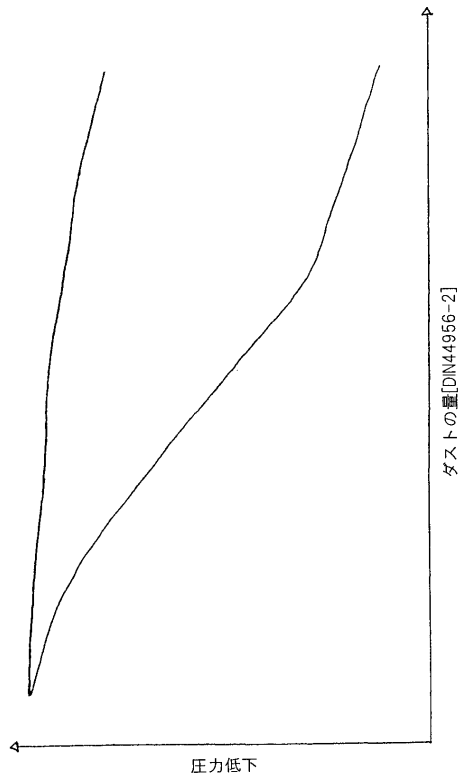


FIG. 2

【 図 1 4 - A 】

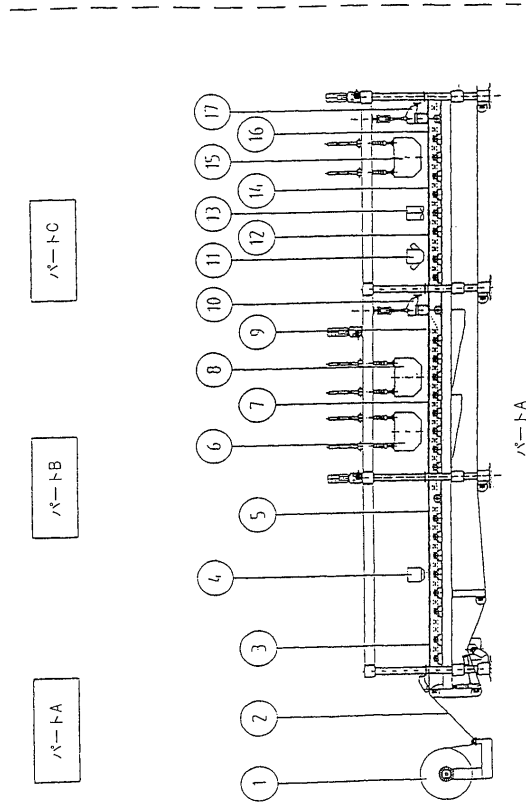
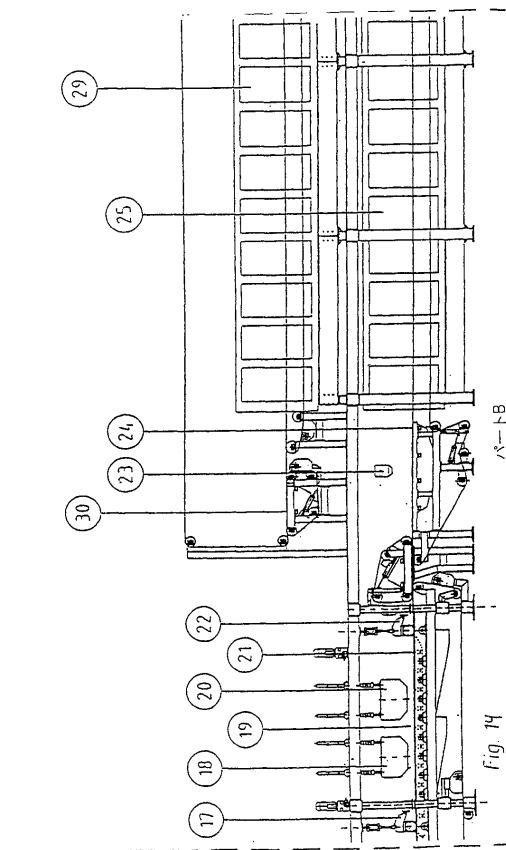
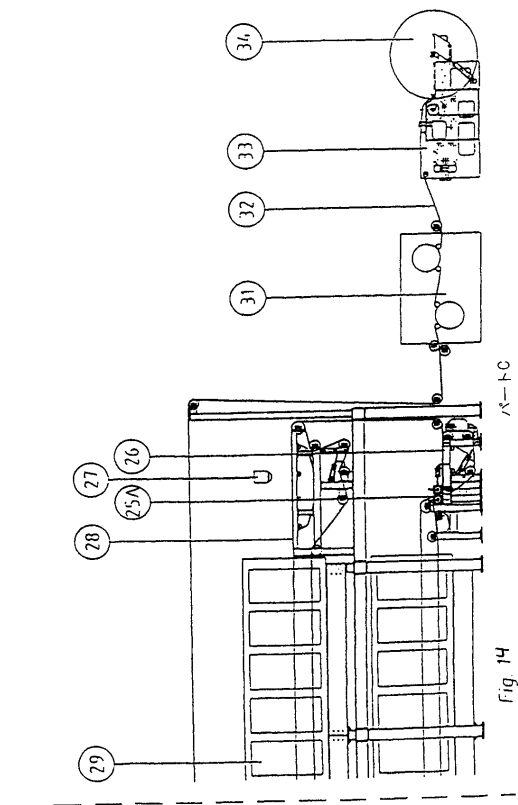


Fig. 14

【 図 1 4 - B 】



【 図 1 4 - C 】



【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
12 September 2002 (12.09.2002)

PCT

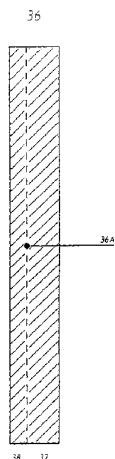
(10) International Publication Number
WO 02/070107 A2

- (51) International Patent Classification: **B01D 46/12** [B1/B1]: Airflo Europe N.V., Gaston Fyskenslaan 2, Nollimpark 1503, B-3900 Overpelt (BE). **SCHULTINK, Bas** [BE/BE]; Airflo Europe N.V., Gaston Fyskenslaan 2, Nollimpark 1503, B-3900 Overpelt (BE).
- (21) International Application Number: PCT/EP02/02251
- (22) International Filing Date: 1 March 2002 (01.03.2002)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 011 05 152.1 2 March 2001 (02.03.2001) EP
- (71) Applicant (for all designated States except US): **AIR-FLO EUROPE** N. V. [B1/B1]; Gaston Fyskenslaan 2, Nollimpark 1503, B-3900 Overpelt (BE).
- (72) Inventors; and
- (73) Inventors/Applicants (for US only): **SCHULTINK, Jan** [B1/B1]; Airflo Europe N.V., Gaston Fyskenslaan 2, Nollimpark 1503, B-3900 Overpelt (BE).
- (74) Agent: **WEIGELT, Udo**; Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser, Maximilianstrasse 58, 80538 München (DE).
- (81) Designated States (national): 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, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Continued on next page]

(54) Title: COMPOSITE FILTER AND METHOD OF MAKING THE SAME

(57) Abstract: The invention refers to a composite filter for filtering a stream of ambient air comprising at least one non-pretbonded upstream tier and one non-pretbonded downstream tier, wherein the ration of absolute pore volume of upstream tier to downstream tier $RAPV > 2$, and the absolute projected fiber coverage of upstream tier and of downstream tier $APFC > 95\%$. Further, the invention refers to a method of making such a composite filter comprising the steps of (a) laying down a filtration material onto a support to form the upstream non-pretbonded tier, (b) depositing onto the upstream tier the downstream non-pretbonded tier, and (c) bonding the tiers to form a composite filter having a unitary stratified structure.



WO 02/070107 A2

WO 02/070107 A2



(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GI, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:
— without international search report and to be republished upon receipt of that report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

WO 02/070107

PCT/EP02/02251

COMPOSITE FILTER AND METHOD OF MAKING THE SAME**FIELD OF THE INVENTION**

The invention relates to a composite filter for removing solid particles entrained in a stream of ambient air. More specifically, it relates to a composite filter comprising at least one non-prebonded upstream tier and one non-prebonded downstream tier useful for filtering particulates from ambient air.

The term "pre-bonded" means herein that a composition of filter medium, such as thermally bondable fusing fibers or adhesively bindable fibers, is treated in a manner effective to activate the binding mechanism thereby forming a separate, free-standing, cohesive, and typically self-supporting web of that filter composition. Such a pre-bonded web can be mechanically manipulated by such processes as winding on a roll, unwinding from a roll, cutting and the like.

The term "tier" herein means a band formed from non-prebonded filter material into a stratum of unitary stratified structure. In contrast, a "layer" means a separately, prebonded, self-supporting web of filter material.

BACKGROUND AND PRIOR ART

In recent times, the technology for filtering particulates from gases has become quite sophisticated in both commonplace applications such as consumer oriented vacuum cleaning of dirt and dust as well as very demanding industrial applications such as removal from gases of specific particle size fractions of wide varieties of contaminants including from inert to biochemically sensitive, among others. It is now well appreciated that the contaminating particulates in a gas stream can have a wide variety of sizes, geometric shapes, e.g., elongated and spherical, and chemical and physical compositions, e.g., odor-free and odoremitting particles.

Consequently, filtration technology has evolved to provide filter media which are adapted to optimally filter specific fractions of the contaminating particulates. Also, this technology has developed techniques for optimizing various performance characteristics of filters such as maintaining low pressure drop across the filter and increasing the filter service life so as to extend the length of time between filter element replacements.

The traditional approach to achieving these objectives has been to provide a multilayer filter medium composed of separate, individually designed layers which are each intended to accomplish primarily one, and sometimes several specific filter functions. For example, a very open, porous and thin scrim is often used to protect underlying filter layers from abrasion by fast moving, large and hard particles; a porous and bulky layer is typically used to capture substantial amounts of chiefly large particles, and an ultrafine diameter filament, low porosity layer is usually prescribed for removing the smallest particles to increase filtration efficiency. From the many choices available, separate filter layers are selected and combined in a preselected sequence then assembled as a group to form a multilayer, and therefore multifunctional filter. The one or more adjacent layers can be bonded to each other or the layers can be unbonded. Optionally, the individual layers can be sandwiched between covers, typically of paper, for structural integrity and ease of handling.

A drawback of the aforementioned multilayer system of constructing multifunctional filters is that there is repetitive processing of the filter media which can be excessive. That is, the filter material in a given layer is first processed to form the individual layer, then it is processed to assemble that layer in the multilayer filter. Each step adds to the compaction and cover, if ever slight, of the final filter product. This tends to raise the pressure drop through the filter and reduce dust holding capacity, thereby limiting service life.

WO 01/03802 discloses a composite filter comprising at least one non-prebonded upstream tier and one non-prebonded downstream tier. However, as will be shown in detail below (Fig. 2), in this composite filter a relatively high pressure drop across the composite filter occurs. Further, also the service life time of this filter is low.

WO 02/070107

PCT/EP02/02251

3

In view of this, the objective problem underlying the invention is to provide a composite filter in which the pressure drop across the filter is maintained low and which has a long service life time.

SUMMARY OF THE INVENTION

This objective problem is solved by a composite filter for filtering a stream of ambient air comprising at least one non-prebonded upstream tier and one non-prebonded downstream tier, wherein the ratio of absolute pore volume of upstream tier to downstream tier $RAPV > 2$, and the absolute projected fiber coverage of upstream tier and of downstream tier $APFC > 95\%$.

Due to the parameters of this composite filter, the pressure drop across the filter medium is kept low and the service life time of the filter is increased.

Further, this invention enables to provide a composite filter made up of at least two stacked tiers of filtration material bonded together to form a unitary stratified structure. The composition of filtration material in any given tier is preselected to perform a desired filtering function. For example, fine, (i.e., small diameter) and densely packed fibers can be selected to capture very small dust particles such as those of about 5 micrometers and smaller. Additionally, electrostatically charged fibers can also be used to stop passage of these and even smaller particles. Similarly, bulky, highly porous media designed to have large dust holding capacity can be utilized to trap medium to large size dirt particles.

Since the composite filter of the invention comprises pre-bonded tiers, the bonding of at least one and preferably all of the tiers to form the unitary structure is begun only after the stacking of all the tiers of a particular desired composite filter structure has been completed. The resulting structure is a single body composed of different types of filtration material which appear as distinct strata.

In view of this, the stratified structure is formed by building up a stack of tiers of selected

WO 02/070107

PCT/EP02/02251

4

filtration materials. Because the tiers are non-prebonded, the components of each tier, that is, fibers, granules, etc., generally are laid loosely by mechanical or air-laying processes onto the layer lying below. Within each tier the composition of filter material is largely uniform and there is a "fuzzy" interface between the tiers.

Preferably, the composite filter of the above mentioned kind comprises a ratio of average pore diameter of upstream to downstream tier RPD in the range of $4 < RPD < 10$.

Due to this ratio, the dust holding capacity of the upstream tier is greatly increased, such that the upstream tier acts as a pre filter for the downstream tier without increasing the pressure drop across the composite filter.

Additionally but not exclusively, such composite filter may comprise an average pore diameter of the upstream tier PDU, with $PDU > 60 \mu\text{m}$, preferably in the range $80 \mu\text{m} < PDU < 200 \mu\text{m}$.

All above discussed composite filters may comprise upstream tiers with a relative pore volume $RPVU > 94\%$, preferably $RPVU > 96\%$, an apparent density $ADU < 0.05 \text{ g/cm}^3$, and a thickness D in the range of $0.5 \text{ mm} < D < 2.5 \text{ mm}$. Choosing these parameters results in an upstream tier with the required RAPV and APFC.

Further, this composite filters may also comprise downstream tiers with a relative pore volume $RPVD$ being smaller than $RPVU$, an apparent density ADD in the range of $0.07 \text{ g/cm}^3 < ADD < 0.14 \text{ g/cm}^3$, and a thickness D in the range of $0.1 \text{ mm} < D < 0.4 \text{ mm}$. Choosing these parameters results in a downstream tier with the required RAPV and APFC.

Further, the upstream tier of any of the above discussed composite filter may preferably comprise fibers having a length in the range of 0.1 mm to 3.0 mm.

Due to such a structure, the upstream tier can be made bulkier to provide greater dust holding capacity.

Preferably, the above discussed composite filters may comprise an upstream tier having a dust retention DR with respect to dust particles with a diameter corresponding to the average pore diameter of the downstream tier of DR > 99%.

This feature avoids an clogging of the downstream tier, and therefore, further maintains a low pressure drop across the filter and further increases the service life time of the composite filter.

Additionally but not exclusively, this effect can be increased in a composite filter in which the orientation of the fibers in flow direction in the upstream tier is higher than in the downstream tier. Such structure further improves maintaining the pressure drop across the filter.

The composite filters, as discussed above, may comprise an upstream tier of dry-laid, thermally bondable fusing, bicomponent or monocomponent polymer fibers and a downstream tier of meltblown fibers. In this aspect a single tier is constituted of a single type of filter medium, for example, 100 % bicomponent polymer fibers, melt blown, staple fibers, or spunbond filaments.

Alternatively, the composite filter may comprise an upstream tier having a composition selected from the group consisting of 100 wt% bicomponent polymer fibers, a blend of at least about 10 wt% bicomponent polymer fibers with a complementary amount of natural fibers, such as fluff pulp fibers or kokon fibers, staple fibers or a mixture thereof, and a blend of at least about 10 wt% monocomponent polymer thermally bondable fusing fibers with a complementary amount of fluff pulp fibers, staple fibers or a mixture thereof.

In this aspect, a single tier is constituted by a blend of media, such as an air-laid, usually uniform blend of bicomponent polymer fibers and fluff pulp (FP) fibers.

Since it is also desirable to provide a stratified structure, adjacent tiers in a stack may have different compositions. Nonetheless, a composition of one tier can be repeated in a stack

WO 02/070107

6

PCT/EP02/02251

although at least one tier of different composition should be present between the tiers of same composition.

This structure of the composite filter differs from that of conventional multilayer filtration media which are formed by laminating a plurality of individual filter medium layers that have each been pre-bonded to form a self-supporting web prior to formation of the multilayer laminate.

Such unitary stratified structure provides a number of significant advantages over conventional filter media. In one aspect, the unitary stratified structure can be made bulkier to provide greater dust holding capacity than a laminate of individually, pre-bonded layers having compositions corresponding respectively to the tiers of the unitary structure. This is because each portion of the conventional filter medium is compressed at least twice: once when the individual layer is formed by bonding, and a second time when the individual layers are laminated to form the filter.

Preferably, the bicomponent polymer fibers of this structure may have a sheath of one polymer and a core of a different polymer having a melting point higher than the one polymer. The core may comprise polypropylene and the sheath may comprise polyethylene.

Additionally, the core may be disposed eccentric relative to the sheath. In such a structure, the fibers will crimp with the result that the bulkiness of the tier is further increased.

Preferably and alternatively, the above discussed composite filter may comprise an upstream tier further having fibers selected from at least one of uncharged split film fibers, charged split film fibers and mixed electrostatic fibers.

Accordingly, the present invention now provides a composite filter comprising at least two nonprebonded tiers each tier independently comprising at least one filtration material and being distinct from the adjacent tier, in which the tiers are bonded together to form a unitary stratified structure having a first boundary surface adapted to receive particulates entrained

WO 02/070107

7

PCT/EP02/02251

in air and a second boundary surface adapted to discharge filtered air, this composite filter showing a reduced pressure drop and a prolonged service life time.

All above discussed composite filters may be embodied in a vacuum cleaner bags, and more generally in vacuum filters. By "vacuum filter" is meant a filter structure intended to operate by passing a gas, preferably air, which entrains usually dry solid particles, through the structure. The convention has been adopted in this application to refer to the sides, tiers and layers of the structure in relation to the direction of air flow. That is, the filter inlet side is "upstream" and the filter discharge side is "downstream" for example. Occasionally herein the terms "in front of" and "behind" have been used to denote relative positions of structure elements as being upstream and downstream respectively. Of course, there will be a pressure gradient, sometimes referred to as "pressure drop", across the filter during filtration. Vacuum cleaners typically use bag shaped filters. Normally, the upstream side of a vacuum bag filter is the inside and the downstream side is outside.

In addition to vacuum cleaner bags, the composite filter of the invention can be utilized in applications such as heating ventilation and air conditioning (HVAC systems, vehicle cabin air filters, high efficiency (so-called "HEPA") and clean room filters, emission control bag house filters, respirators, surgical face masks and the like. Optionally, the composite filter can be used in such applications with an additional carbon fiber or particle-containing layer in series with the composite filter of the invention, for example to absorb odors or toxic contaminants. Moreover, certain applications, such as HEPA and clean room filters can employ additional layers in series with the composite filter of the invention, such as low porosity polytetrafluorethylene (PTFE) membrane laminated to a boundary surface of an appropriate unitary stratified structure, composite filter.

The present invention also provides a method of making a composite filter of the above kind, comprising the steps of

- (a) laying down a filtration material onto a support to form the upstream non-prebonded

tier,

- (b) depositing onto the upstream tier the downstream non-prebonded tier, and
- (c) bonding the tiers to form a composite filter having a unitary stratified structure.

BRIEF DESCRIPTION OF THE FIGURES

FIG. 1 is a schematic diagram showing in cross section an embodiment of the composite filter in accordance with the invention having a unitary stratified structure of two tiers.

FIG. 2 is a diagram showing the pressure drop of the composite filter in FIG. 1 and a composite prior art filter.

FIG. 3 is a schematic diagram showing in cross section another embodiment of the composite filter in accordance with the invention having a unitary stratified structure of three tiers.

FIG. 4 is a schematic diagram showing in cross section another embodiment of the composite filter in accordance with the invention having a unitary stratified structure of four tiers.

FIG. 5 is a schematic diagram showing in cross section another embodiment of the composite filter in accordance with the invention having a unitary stratified structure of five tiers.

FIG. 6 is a schematic diagram showing in cross section another embodiment of the two-tiered composite filter of FIG. 1 in combination with a filter layer adjacent thereto.

- FIG. 7 is a schematic diagram showing in cross section another embodiment of the three-tiered composite filter of FIG. 3 in combination with a filter layer adjacent thereto.
- FIG. 8 is a schematic diagram showing in cross section another embodiment of the four-tiered composite filter of FIG. 4 in combination with a filter layer adjacent thereto.
- FIG. 9 is a schematic diagram showing in cross section another embodiment of the five-tiered composite filter of FIG. 5 in combination with a filter layer adjacent thereto.
- FIG. 10 is a schematic cross section diagram showing the two-tiered composite filter of FIG. 6 bonded to an adjacent filter layer with an adhesive or ultrasonically bonded layer.
- FIG. 11 is a schematic cross section diagram showing the three-tiered composite filter of FIG. 7 bonded to an adjacent filter layer with an adhesive or ultrasonically bonded layer.
- FIG. 12 is a schematic cross section diagram showing the four-tiered composite filter of FIG. 8 bonded to an adjacent filter layer with an adhesive or ultrasonically bonded layer.
- FIG. 13 is a schematic cross section diagram showing the five-tiered composite filter of FIG. 9 bonded to an adjacent filter layer with an adhesive or ultrasonically bonded layer.
- FIG. 14 is a schematic diagram of an inline process for producing a composite filter according to a preferred embodiment of the present invention.

DESCRIPTION OF PREFERRED EMBODIMENTS

In the following, and before discussing explicitly discussing the preferred embodiments of the invention, different filter material compositions which suitably used in the present invention are described in greater detail:

Regarding the discussion below, DIN 44956-2 test has been employed to determine the increase in pressure drop of five different examples of vacuum cleaner bag constructions after dust loading with fine dust at the following levels: 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, and 2.5 grams.

Air Permeability after Fine Dust Loading Test: The dust loading part of the DIN 44956-2 is performed at 0.5 gram increments from 0 to 2.5 g/(m² x s) on seven bags of each sample. However, the pressure drop values are not recorded again. The maximum sustainable air permeability values are then determined on the bags, which had the specified levels of dust loading.

Standard Vacuum Cleaner Filter Bag Material:

This material, sometimes referred to as "standard paper" has traditionally been used as a single ply in which it provides dust filtration and containment, as well as the strength and abrasion resistance required of a vacuum cleaner bag. This material is also rigid enough to enable easy fabrication on standard bag manufacturing equipment. The paper is predominantly composed of unbleached wood pulp with 6-7% of a synthetic fiber such as poly[ethylene terephthalate] (PET) type polyester, and is produced by the wet laying process. The standard paper typically has a basis weight of about 30-80 g/m² and commonly about 50 g/m². The PET fibers typically have a fineness of 1.7 dtex and lengths of 6-10 mm. This paper has air permeability in the range of about 200-500 L/(m² x s) and an average pore size of about 30 μm. However, the efficiency as determined from the DIN 44956-2 Test is only about 86%. Another characteristic is that the pores are quickly clogged with dust and the dust holding capacity is further limited-by the very thin paper thickness of only about 0.20 mm.

Spunbond Nonwoven:

A nonwoven of spunbond polymer fibers can be deployed as a filtration tier in the structure. The fibers can be of any spunbond-capable polymer such as polyamides, polyesters or polyolefins. Basis weight of the spunbond nonwoven should be about 10-100 g/m² and preferably about 30-40 g/m². The spunbond nonwoven should have an air permeability of about 500-10,000 L/(m² x s), and preferably about 2,000-6,000 L/(m² x s) as measured by DIN 53887. The spunbond can also be electrostatically charged.

Scrim or Supporting Fleece:

Scrim refers to a generally light basis weight, very open porous paper or nonwoven web. Basis weight of the scrim is typically about 10-30 g/m², and frequently about 13-17 g/m². The scrim, sometimes referred to as a supporting fleece usually has air permeability of about 500-10,000 L/(m² x s). It is primarily employed to protect other tiers or layers from abrasion. The scrim can also filter the very largest particles. The scrim, as well as any tier of the filter composite, can be electrostatically charged provided the material has suitable dielectric properties.

Wet-laid High Dust Capacity Material:

Wet-laid High Dust Capacity material, frequently referred to herein as "wet-laid capacity paper" is bulkier, thicker and more permeable than the standard vacuum cleaner bag filter paper. It performs multiple functions. These include resisting shock loading, filtering of large dirt particles, filtering a significant portion of small dust particles, holding large amounts of particles while allowing air to flow through easily, thereby providing a low pressure drop at high particle loading which extends the life of the filter.

The wet-laid capacity paper usually comprises a fiber mixture of wood pulp fibers and synthetic fibers. It typically contains up to about 70% wood pulp and correspondingly more synthetic fiber, such as PET, than the standard paper described above. It has a greater

thickness than the standard paper of about 0.32 mm at a typical basis weight of 50 g/m². Pore size also is much greater, in that the average pore size can be greater than 160 nm. Thus, the paper is able to hold much more dust in its pores before clogging up. Basis weight of the wet-laid capacity paper typically is about 30-150 g/m² and preferably about 50-80 g/m².

The wet-laid capacity paper has a fine dust particle filtration efficiency of about 66-67 % as determined by the DIN 44956-2. Importantly, the wet-laid capacity paper has air permeability higher than the standard filter paper. The permeability lower limit thus preferably should be at least about 500 L/(m² x s), more preferably at least about 1,000 L/(m² x s) and most preferably at least about 2,000 L/(m² x s). The upper limit of permeability is defined to assure that the paper filters and holds a major fraction of the dust particles larger than about 10 μm. Consequently, a secondary high efficiency filter medium positioned downstream is able to filter out and contain fine particles much longer before showing indication of a substantial pressure drop increase across the filter. Accordingly, the air permeability of the wet-laid capacity paper preferably should be at most about 8,000 L/(m² x s), more preferably at most about 5,000 L/(m² x s), and most preferably at most about 4,000 L/(m² x s). It is thus seen that the wet-laid capacity paper is especially well designed as a multipurpose filtration tier to be positioned upstream of the secondary high efficiency filtration tier.

Dry-laid High Dust Capacity Material:

Dry-laid high dust capacity material, sometimes referred to herein as "dry-laid capacity paper", had not been used as a filter in vacuum cleaner bags. Dry-laid paper is not formed from a water slurry, but is produced with air-laying technology and preferably by a "fluff pulp" process. Hydrogen-bonding which plays a large roll in attracting the molecular chains together does not operate in the absence of water. Thus, at the same basis weight, dry-laid capacity paper, is usually much thicker than standard paper and the wet-laid capacity paper. For a typical weight of 70 g/m², the thickness is 0.90 mm, for example.

The dry-laid capacity paper webs can be bonded primarily by two methods. The first method is latex bonding in which the latex binder may be applied from water-based dispersions. Saturation techniques such as spraying or dipping and squeezing (padder roll application) followed in both cases by a drying and heat curing process can be used. The latex binder may also be applied in discrete patterns such as dots, diamonds, cross hatches or wavy lines by gravure roll followed by drying and curing.

The second method is thermal bonding, for example by utilizing binder fibers. Binder fibers sometimes referred to herein as "thermally bondable fusing fibers" are defined by the Nonwoven Fabric Handbook, (1992 edition) as "Fibers with lower softening points than other fibers in the web. Upon the application of heat and pressure, these act as an adhesive." These thermally bondable fusing fibers generally completely melt at locations where sufficient heat and pressure are applied for the web, thereby adhering the matrix fibers together at their cross-over points. Examples include co-polyester polymers which when heated adhere a wide range of fibrous materials.

In a preferred embodiment thermal bonding can be accomplished by adding from at least 20% preferably up to 50% of a bicomponent ("B/C") polymer fiber to the dry-laid web. Examples of B/C fibers include fibers with a core of polypropylene ("PP") and a sheath of more heat sensitive polyethylene ("PE"). The term "heat sensitive" means that thermoplastic fibers soften and become sticky or heat fusible at a temperature of 3-5 degrees C below the melting point. The sheath polymer preferably should have a melting point in the range of about 90-160 degrees C and the core polymer should have a higher melting point, preferably by at least about 5 degrees C higher than that of the sheath polymer. For example, PE melts at 121 degrees C and PP melts at 161-163 degrees C. This aids in bonding the dry-laid web when it passes between the nip of a thermal calendar or into a through-air oven by achieving thermally bonded fibers with less heat and pressure to produce a less compacted, more open and breathable structure. In a more preferred embodiment the core of the core/sheath of the B/C fiber is located eccentric of the sheath. The more that the core is located towards one side of the fiber the more likely that the B/C fiber will crimp during the thermal bonding step, and thereby increase the bulk of the dry-laid capacity. This will, of course, improve its dust holding capacity. Thus, in a still further

preferred embodiment the core and sheath are located side-by-side in the B/C fiber, and bonding is achieved with a through-air oven. A thermal calendar, which would compress the web more than through-air bonding and is less preferred in this case. Other polymer combinations that may be used in core/sheath or side-by-side B/C fibers include PP with co-polyester, low melting polymers, and polyester with nylon 6. The dry-laid high capacity tier can also be constituted essentially completely by bicomponent fibers. Other variations of bicomponent fibers in addition to "sheath/core", can be used, such as "side-by-side", "islands in the sea" and "orange" embodiments disclosed in *Nonwoven Textiles*, Jirsak, O., and Wadsworth, L.C., Carolina Academic Press, Durham, North Carolina, 1999, pp. 26-29.

Generally, the average pore size of dry-laid capacity is intermediate between the pore size of the standard paper and wet-laid capacity paper. The filtration efficiency as determined by the DIN 44956-2 Test is approximately 80%. Dry-laid capacity paper should have about the same basis weight and the same permeability as the wet-laid capacity paper described above, i.e., in the range of about 500-8,000 L/(m² x s), preferably about 1,000-5,000 L/(m² x s) and most preferably about 2,000-4,000 L/(m² x s). It has excellent dust holding capacity and has the advantage of being much more uniform in weight and thickness than the wet-laid papers.

Several preferred embodiments of dry-laid capacity paper are contemplated. One is a latex bonded fluff pulp fiber composition. That is, the fibers comprising the paper consist essentially of fluff pulp. The term "fluff pulp" means a nonwoven component of the filter of this invention which is prepared by mechanically grinding rolls of pulp, i.e., fibrous cellulose material of wood or cotton, then aerodynamically transporting the pulp to web forming components of air laying or dry forming machines. A Wiley Mill can be used to grind the pulp. So-called Dan Web or M and J machines are used for dry forming. A fluff pulp component and the dry-laid tiers of fluff pulp are isotropic and are thus characterized by random fiber orientation in the direction of all three orthogonal dimensions. That is, they have a large portion of fibers oriented away from the plane of the nonwoven web, and particularly perpendicular to the plane, as compared to three-dimensionally anisotropic nonwoven webs. Fibers of fluff pulp utilized in this invention preferably are from about 0.5-5

mm long. The fibers are held together by a latex binder. The binder can be applied either as powder or emulsion.

Binder is usually present in the dry-laid capacity paper in the range of about 10-30 wt% and preferably about 20-30 wt% binder solids based on weight of fibers.

Another preferred embodiment the dry-laid capacity paper comprises a thermally bonded blend of fluff pulp fibers and at least one of "split film fibers" and bicomponent polymer fibers. More preferably, the blend of fluff pulp fibers comprises fluff pulp fibers and bicomponent polymer fibers.

Split Film Fibers:

Split film fibers are essentially flat, rectangular fibers which may be electrostatically charged before or after being incorporated into the composite structure of the invention. The thickness of the split film fibers may range from 2-100 micrometers, the width may range from 5 micrometers to 500 micrometers, and the length may range from 0.5 to 15 mm. However, the preferred dimensions of the split film fibers are a thickness of about 5 to 20 micrometers, a width of about 15 to 60 micrometers, and a length of about 0.5 to 8 mm.

The split film fibers of the invention are preferably made of a polyolefin, such as polypropylene. However, any polymer which is suitable for making fibers may be used for the split film fibers of the composite structures of the invention. Examples of suitable polymers include, but are not limited to, polyolefins like homopolymers and copolymers of polyethylene, polyterephthalates, such as poly(ethylene terephthalate) (PET), poly(butylene terephthalate) (PBT), poly(cyclohexyl-dimethylene terephthalate) (PCT), polycarbonate, and polychlorotrifluoroethylene (PCTFE). Other suitable polymers include nylons, polyamides, polystyrenes, poly-4-methylpentene-1, polymethylmethacrylates, polyurethanes, silicones, polyphenylene sulfides. The split film fibers may also comprise a mixture of homopolymers or copolymers. In the present application, the invention is exemplified with split film fibers made of polypropylene.

The use of PP polymers with various molecular weights and morphologies in laminate film structures has been shown to produce films with a proper balance of mechanical properties and brittleness required to produce split film fibers. These PP split film fibers may also be subsequently given the desired level of crimp. All dimensions of the split film fibers may, of course, be varied during manufacture of the fibers.

One method for production of the split fibers, is disclosed in U.S. Pat. No. 4,178,157. Polypropylene is melted and extruded into a film which is then blown into a large tube (balloon) into which ambient air is introduced or allowed to enter, in accordance with conventional blow stretching technology. Inflating the balloon with air serves to quench the film and to bi-axially orient the molecular structure of the PP molecular chains, resulting in greater strength. The balloon is then collapsed and the film is stretched between two or more pairs of rollers in which the film is held in the nip of two contacting rollers, with the application of varying amounts of pressure between the two contacting rollers. This results in an additional stretch in the machine direction which is accomplished by driving the second set of rollers at a faster surface speed than the first set. The result is an even greater molecular orientation to the film in the machine direction which will subsequently become the long dimension of the split film fibers.

The film may be electrostatically charged before or after it has been cooled down. Although various electrostatic charging techniques may be employed to charge the film, two methods have been found to be most preferable. The first method involves passing the film about midway in a gap of about 1.5 to 3 inches between two DC corona electrodes. Corona bars with emitter pins of metallic wire may be used in which one corona electrode has a positive DC voltage potential of about 20 to 30 kV and the opposing electrode has a negative DC voltage of about 20 to 30 kV.

The second, preferred, method utilizes the electrostatic charging technologies described in U.S. Pat. No. 5,401,446 (Wadsworth and Tsai, 1995), which is referred to as Tantret(tm) Technique I and Technique II, which are further described herein. It has been found that Technique II, in which the film is suspended on insulated rollers as the film passes around the inside circumference of two negatively charged metal shells with a positive corona wire

of each shell, imparts the highest voltage potentials to the films. Generally, with Technique II, positive 1,000 to 3,000 volts or more may be imparted to on one side of the films with similar magnitudes of negative volts on the other side of the charged film. Technique I, wherein films contact a metal roller with a DC voltage of -1-to -10 kV and a wire having a DC voltage of +20 to +40 kV is placed from about 1 to 2 inches above the negatively biased roller with each side of the film being exposed in succession to this roller/wire charging configuration, results in lower voltage potentials as measured on the surfaces of the films. With Technique I, voltages of 300 to 1,500 volts on the film surface with generally equal but opposite polarities on each side are typically obtained. The higher surface potentials obtained by Technique II, however, have not been found to result in better measurable filtration efficiencies of the webs made from the split film fibers. Therefore, and because it is easier to lace up and pass the film through the Technique I device, this method is now predominately used to charge the films prior to the splitting process.

The cooled and stretched film may be hot or cold electrostatically charged. The film is then simultaneously stretched and split to narrow widths, typically up to about 50 micrometers. The split, flat filaments are then gathered into a tow which is crimped in a controlled numbers of crimps per centimeter and then cut into the desired staple length.

In a particularly preferred embodiment, the dry-laid high dust capacity paper comprises a blend of all of fluff pulp fibers, bicomponent polymer fibers, and electrostatically charged split film fibers. Preferably, the fluff pulp fibers will be present at about 5-85 wt%, more preferably about 10-70 wt%, and most preferably about 40 wt%, the bicomponent fibers at about 10-60 wt%, more preferably about 10-30 wt% and most preferably about 20 wt%, and the electrostatically charged split film fibers at about 20-80 wt%, and more preferably about 40 wt%. This dry-laid high dust capacity may be thermally bonded, preferably at a high temperature of 90-160 degrees C, more preferably, at a temperature lower than 110 degrees C and most preferably at about 90 degrees C.

Mixed Electrostatic Fibers:

Other preferred embodiments of the dry-laid capacity paper comprises a thermally bonded paper with 100% "mixed electrostatic fibers", a blend of 20-80% mixed electrostatic fibers and 20-80% B/C fibers, and a blend of 20-80% mixed electrostatic fibers, 110-70% fluff pulp and 10-70% B/C fibers. "Mixed electrostatic fiber" filters are made by blending fibers with widely different triboelectric properties and rubbing them against each other or against the metal parts of machines, such as wires on carding cylinders during carding. This makes one of the types of fibers more positively or negatively charged with respect to the other type of fiber, and enhances the coulombic attraction for dust particles. The production of filters with these types of mixed electrostatic fibers is taught in U. S. Patent No. 5,470,485 and in European Patent Application EP 0 246 811.

In U. S. Patent 5,470,485, the filter material consists of a blend of (I) polyolefin fibers and (II) polyacrylonitrile fibers. The fibers (I) are bicomponent PP/PE fibers of the core/sheath or side-by-side type. The fibers II are "halogen free". The (I) fibers also have some "halogen-substituted polyolefins": whereas, the acrylonitrile fibers have no halogen. The patent notes that the fibers must be thoroughly washed with nonionic detergent, with alkali, or solvent and then well rinsed before being mixed together so that they do not have any lubricants or antistatic agents. Although the patent teaches that the fiber mat produced should be needle-punched, these fibers could also be cut to lengths of 5-20 mm and mixed with similar length bicomponent thermal binder fibers and also with the possible addition of fluff pulp so that dry-laid thermally bonded paper can be utilized in this invention.

EP 0 246 811 describes the triboelectric effect of rubbing two different types of fibers together. It teaches using similar types of fibers as U.S. Patent 5,470,485, except that the -CN groups of the polyacrylonitrile fibers may be substituted by halogen (preferably fluorine or chlorine). After a sufficient amount of substitution of -CN by -Cl groups, the fiber may be referred to as a "modacrylic" if the copolymer comprises from 35 to 85% weight percent acrylonitrile units. EP 0 246 811 teaches that the ratio of polyolefin to substituted acrylonitrile (preferably modacrylic) may range from 30:70 to 80:20 by surface area, and more preferably from 40:60 to 70:30. Similarly, U. S. Patent 5,470,485 teaches that the ratio

of polyolefin to polyacrylonitrile fibers is in the range of 30:70 to 80:20, relative to a surface of the filter material. Thus, these ranges of ratios of polyolefin to acrylic or modacrylic fibers may be used in the above stated proportions in the dry-laid thermally bonded capacity paper.

Meltblown Fleece:

A synthetic polymer fiber meltblown fleece can optionally be deployed as an tier between a multipurpose tier and a high efficiency filtration tier. The meltblown fleece tier increases overall filtration efficiency by capturing some particles passed by the multipurpose filtration tier. The meltblown fleece tier also optionally can be electrostatically charged to assist in filtering fine dust particles. Inclusion of a meltblown fleece tier involves an increase in pressure drop at given dust loading as compared to composites not having a meltblown fleece tier.

The meltblown fleece preferably has a basis weight of about 10-50 g/m² and air permeability of about 100-1,500 L/(m² x s).

High Bulk Meltblown Nonwoven:

Another discovery from recent research to develop improved vacuum cleaner bags was the development of a high bulk MB web or tier which could be used upstream of a filtration grade MB fleece as a pre-filter in place of the wet-laid capacity paper or dry-laid capacity paper. The high bulk MB pre-filter can be made in a meltblowing process using chilled quench air with a temperature of about 10 degrees C. In contrast, conventional MB normally uses room air at an ambient temperature of 35-45 degrees C. Also the collecting distance from the MB die exit to the web take-up conveyer is increased to 400-600 mm in the high bulk MB process. The distance normally is about 200 mm for regular MB production. Additionally, high bulk MB nonwoven is made by using a lower temperature attenuation air temperature of about 215-235 degrees C instead of the normal attenuation air temperature of 280-290 degrees C, and a lower MB melt temperature of about 200-225 degrees C compared to 260-280 degrees C for filtration grade MB production. The colder quench air,

lower attenuation air temperature, lower melt temperature and the longer collecting distance cool down the MB filaments more. Removing heat results in less draw down of the filaments, and hence, in larger fiber diameters than would be found in typical filtration grade MB webs. The cooler filaments are much less likely to thermally fuse together when deposited onto the collector. Thus, the High Bulk Meltblown nonwoven would have more open area. Even with a basis weight of 120 g/m², the air permeability of the High Bulk Meltblown nonwoven is 806 L/(m² x s). By contrast, a much-lighter (e.g., 22 g/m²) filtration grade MB PP web had a maximum air permeability of only 450 L/(m² x s). The filtration efficiency of the High Bulk MB nonwoven as determined by the DIN 44956-2 Test was 98%. When the two were put together with the High Bulk MB nonwoven on the inside of the bag, the air permeability was still 295 L/(m² x s), and the filtration efficiency of the pair was 99.8%. The high bulk meltblown nonwoven can be uncharged, or optionally electrostatically charged provided that the nonwoven is of material having suitable dielectric properties.

High Bulk MB nonwoven of this invention should be distinguished from "filtration grade MB" which also is employed in the multilayer vacuum filter structure of this disclosure. Filtration grade MB web is a conventional meltblown nonwoven generally characterized by a low basis weight typically of about 22 g/m², and a small pore size. Additional typical characteristics of filtration grade MB nonwoven of polypropylene are shown in Table 1. A preferred high bulk MB nonwoven of polypropylene optimally includes about 5-20 wt% ethylene vinyl acetate. Filtration grade MB nonwoven has generally high dust removal efficiency, i.e., greater than about 99%.

TABLE I

	Preferred	More Preferred	Most Preferred
Filtration Grade MB PP			
Weight g/m ²	5-100	10-50	25
Thickness, mm	0.10-2	0.10-1	0.26
Air Permeability, L/(m ² x s)	100-5,000	100-2,000	450
Tensile Strength, MD, N	0.5-15	1.0-10	3.7

WO 02/070107

21

PCT/EP02/02251

Tensile Strength, CD, N	0.5-15	1.0-10	3.2
Fiber Diameter, mm	1-15	1-5	2-3
High Bulk MB PP			
Weight, g/m ²	30-180	60-120	80
Thickness, min	0.3-3	0.5-2	1.4
Air permeability, L/(m ² x s)	300-8,000	600-3,000	2,000
Tensile Strength, MD, N	1.0-30	2-20	10
Tensile Strength, CD, N	1.0-30	2-20	9.2
Fiber Diameter, mm	5-20	10-15	10-12

High Bulk MB nonwoven is similar in filter efficiency to dry-laid and wet-laid capacity papers mentioned above. Thus, High Bulk MB nonwoven is well-adapted to remove large quantities of large dust particles and to hold large amounts of dust. Accordingly, High Bulk MB nonwoven tier is suited for placement upstream of, and as a pre-filter for a filtration grade MB tier in a vacuum filter structure of this invention.

Spunblown (Modular) Nonwoven:

A new type of meltblowing technology described in Ward, G., Nonwovens World, Summer 1998, pp. 37-40 is available to produce a Spunblown (Modular) Nonwoven suitable for use as a coarse filter tier in the present invention. Optionally, the Spunblown Nonwoven can be utilized as a filtration grade meltblown fleece tier as called for in the novel structure. Specifications of the Spunblown (Modular) Nonwoven are presented in Table II.

The process for making the Spunblown (Modular) Nonwoven is generally a meltblown procedure with a more rugged modular die and using colder attenuation air. These conditions produce a coarse meltblown web with higher strength and air permeability at comparable basis weight of conventional meltblown webs.

Microdenier Spunbond Nonwoven:

A spunbond ("SB") nonwoven, occasionally referred to herein as microdenier spunbond can also be utilized in this invention in the same way as the coarse filter tier or the filtration grade meltblown fleece tier previously mentioned. Specifications of microdenier spunbond are listed in Table II. Microdenier spunbond is particularly characterized by filaments of less than 12 μ m diameter which corresponds to 0.10 denier for polypropylene. In comparison, conventional SB webs for disposables typically have filament diameters which average 20 μ m. Microdenier spunbond can be obtained from Reifenhäuser GmbH (Reicofil III), Kogyo Steel, Ltd., (Kobe-Kodoshi Spunbond Technology) and Ason Engineering, Inc. (Ason Spunbond Technology).

WO 02/070107

23

PCT/EP02/02251

TABLE II

	Preferred	More Preferred	Most Preferred
Spunblown (Modular)			
Weight g/m ²	10-150	10-50	28
Thickness, mm	0.20-2	0.20-1.5	0.79
Air permeability, L/(m ² x s)	200-4,000	300-3,000	1,200
Tensile Strength, MD, N	10-60	15-40	43
Tensile Strength, CD, N	10-50	12-30	32
Fiber Diameter, micrometer	0.6-20	2-10	2-4
microdenier spunbond PP (Ason, Kobe-Kodoshi, Reicofil III)			
Weight, g/m ²	10-50	20-30	17
Thickness, mm	0.10-0.6	0.15-0.5	0.25
Air permeability, L/(m ² x s)	1,000-10,000	2,000-6,000	2,500
Tensile Strength, MD, N	10-100	20-80	50
Tensile Strength, CD, N	10-80	10-60	40
Fiber Diameter, micrometer	4-18	6-12	10

Preferred Embodiments:

Representative products according to the present invention are illustrated schematically in Figs. 1, 3-13, and described in greater detail as follows. In the figures, air flow direction is indicated by arrow A.

In FIG. 1, a unitary composite filter 36 made from two tiers is depicted. The upstream (dirty air side) tier 37 is a Dry-Laid FP Capacity tier with the broadest weight of 10- 150 g/m², typical weight range of 20-80 g/m² and with a preferred weight of 75 g/m². The FP layer 37 has different blends of pulp fibers and bicomponent (B/C) fibers. The bicomponent fibers comprise 60%PE and 40%PP. The downstream tier 38 is a high efficiency MB component

with a weight of 5-100 g/m², preferably 24 g/m². Notably, the independently composed tiers 37 and 38 meet at interface 36A. This interface is different from that in a laminate of two pre-bonded layers in a multilayer composite. Due to the fact that formation of a pre-bonded layer is not needed to produce the structure 36, at least one of tiers 37 and 38 can be sufficiently filmly that it could not be formed into a free standing web to be incorporated as a layer in a conventional multilayer composite.

The upstream tier has an absolute pore volume of 21.4 cm³/g, the downstream tier of 7.7 cm³/g, resulting in an ratio of absolute pore volume RAPV = 2.78. The absolute projected fiber coverage, i.e. the unit area which is covered by fibers when perpendicularly looking at the tier, of the upstream tier APFC is 97.7%. APFC of the downstream tier is 99.3%.

To optimize the dust holding capacity, a ratio of average pore diameter of upstream tier to downstream tier of 6.21 is realized, the average pore diameter of the upstream tier being 87 micrometer, the average pore size of the downstream tier being 14 micrometer.

In order to obtain the above RAPV and APFC values, the upstream tier comprises a thickness of 1.7 mm, an apparent density of 0.044 g/cm³, and a relative pore volume of 94.4%. The downstream tier comprises a thickness of 0.21 mm, an apparent density of 0.11 g/cm³, and a relative pore volume of 87.4%. It is understood that these values are exemplary only; in particular the above RAPV and APFC values can also be obtained with different thickness, apparent density, and relative pore volume.

FIG. 2 illustrates the highly improved pressure drop across the filter depending on the amount of dust filtered by the composite filter. The upper curve shows the composite filter with the characteristics discussed above. The lower curve shows a prior art filter, consisting of a spunbond as upstream tier and a meltblown as downstream tier. The prior art upstream tier has an absolute pore volume of 6.9 cm³/g, the downstream tier of 8.1 cm³/g, resulting in an ratio of absolute pore volume RAPV = 0.85. The absolute projected fiber coverage of the upstream tier is APFC 69.3%. APFC of the downstream tier is 92.3%.

A further embodiment (not shown) has the same structure as the embodiment shown in FIG. 1. This embodiment, however, comprises an upstream tier in form of a Dry-Laid FP Capacity tier with a weight of 50 g/m². The FP layer has different blends of pulp fibers and bicomponent (B/C) fibers. The bicomponent fibers comprise 60%PE and 40%PP. The downstream tier is a high efficiency MB component with a weight of 24 g/m². The upstream tier has an absolute pore volume of 22.7 cm³/g, the downstream tier of 7.7 cm³/g, resulting in an ratio of absolute pore volume RAPV = 2.95. The absolute projected fiber coverage of the upstream tier is APFC 99.9%. APFC of the downstream tier is 99.3%.

To optimize the dust holding capacity, a ratio of average pore diameter of upstream tier to downstream tier of 5.93 is realized, the average pore diameter of the upstream tier being 83 micrometer, the average pore size of the downstream tier being 14 micrometer.

In order to obtain the RAPV and APFC values, the upstream tier comprises a thickness of 1.2 mm, an apparent density of 0.042 g/cm³, and a relative pore volume of 94.7%. The downstream tier comprises a thickness of 0.21 mm, an apparent density of 0.11 g/cm³, and a relative pore volume of 87.4%.

In a further embodiment (not shown) the upstream tier comprises split film fibers and "mixed electrostatic fibers." Split film fibers and "mixed electrostatic fibers" are not used in all variations of the upstream tier, but at least 10% and preferably at least 20% B/C fibers or other types of thermally bondable fusing fibers should be used to achieve adequate thermal bonding. Generally, at least 10% and preferably at least 20% pulp fibers are used for enhanced cover and filtration efficiency. The tier can be free of B/C fibers or other types of thermally bondable fusing fibers if latex binder is used.

FIG. 3 depicts a unitary composite filter 39 composed of three tiers. The first tier 40 is a coarse drylaid component made of 100% B/C fibers. It mainly serves as a pre-filter and protects downstream filter material. The broadest weight range is 10-100 g/m² with a typical weight range of 20-80 g/m², and a preferred weight of 50 g/m². The upstream tier 41 is a Dry-Laid FP Capacity component as discussed in the above embodiments. The

downstream tier 42 consists of high filtration efficiency MB media or other ultrafine fiber diameter materials such as SpunBlown Modular or Microdenier Spunbond.

Fig. 4 is a diagram of a unitary composite filter 43 made from four tiers of material. The first tier 44 is composed of Dry-Laid FP of 100% B/C fibers. The broadest weight range is from 10-100 g/m², typical weight is from 20-80 g/m² and the target weight is 50 g/m². The upstream tier 45 is a Dry-Laid FP Capacity tier as discussed in the above embodiments. Alternatively, tier 45 may contain at least 10% and preferably at least 20% B/C fibers, 10% and preferably at least 20% pulp fibers, and may contain varying amounts of charged or uncharged split film fibers. It may contain varying amounts of "mixed electrostatic fibers". At least 10% and preferably at least 20% B/C fibers or other types of thermally bondable fusing fibers should be used to achieve adequate thermal bonding. Generally, at least 10% and preferably at least 20% pulp fibers are used for enhanced cover and filtration efficiency. The tier can be free of B/C fibers or other types of thermally bondable fusing fibers if latex binder is used. The downstream tier 46 contains MB filter media as discussed with respect to the above embodiments. The outer tier 47 is a Dry-Laid FP composed of air-laid pulp and B/C fibers.

Fig. 5 is a diagram of a unitary composite filter 48 made from five tiers of material. The first tier 49 is composed of Dry-Laid FP of 100% B/C fibers. The broadest weight range is from 10-100 g/m², typical weight is from 20-80 g/m² and the target weight is 50 g/m². The upstream tier 50 is a Dry-Laid FP Capacity component as discussed above. Component 51 contains carbon granules or carbon fibers to absorb odors and to remove pollutant and toxic gases from the air. Component 52 is a high filtration efficiency MB as discussed with respect to the above embodiments. Component 53 is a Dry-Laid FP composed of air-laid pulp and B/C fibers.

FIG. 6 depicts a unitary composite filter 54 of the same construction as shown in FIG. 1, composed of two tiers 55, 56, bonded to a supporting outer layer 57 consisting of a paper, scrim or nonwoven with a weight ranging from 10-100g/m².

WO 02/070107

27

PCT/EP02/02251

FIG. 7 depicts a unitary composite filter 58 of the same construction as shown in FIG. 3, composed of three tiers 59, 60 and 61, bonded to an outer layer 62 consisting of a paper, scrim or nonwoven with a weight ranging from 10-100 g/m².

FIG. 8 depicts a unitary composite filter 63 of the same construction as FIG. 4, composed of four tiers 64-67, bonded to an outer layer 68 consisting of a paper, scrim or nonwoven with a weight of 10-100 g/m².

FIG. 9 depicts a unitary composite filter 69 of the same construction as FIG. 5, composed of five tiers 71-75, bonded to an outer layer 76 consisting of a paper, scrim or nonwoven with a weight of 10-100 g/m².

FIG. 10 depicts a laminate of unitary composite filter 77 of the same construction as shown in FIG. 1, composed of two tiers 78, 79, bonded to a supporting outer layer 81 consisting of a paper, scrim or nonwoven with a weight ranging from 10-100 g/m², wherein the outer layer is bonded by glue or an adhesive 80, in which the latter could be a latex binder or a hot melt adhesive.

FIG. 11 depicts a laminate of unitary composite filter 82 of the same construction as shown in FIG. 3, composed of three tiers 83-85, to an outer layer 87 consisting of a paper, scrim or nonwoven with a weight ranging from 10-100 g/m², wherein the outer layer is bonded by glue or an adhesive 86.

FIG. 12 depicts a laminate of unitary composite filter 87A of the same construction as FIG. 4, composed of four tiers 88-91, to an outer layer 93 consisting of a paper, scrim or nonwoven with a weight of 10-100 g/m², wherein the outer layer is bonded by glue or an adhesive 92.

FIG. 13 depicts a laminate of unitary composite filter 94 of the same construction as FIG. 5, composed of five tiers 95-99, to an outer layer 101 consisting of a paper, scrim, or nonwoven with a weight of 10-100 g/m², wherein the outer layer is bonded by glue or an adhesive 100.

Where bonding between layers is indicated in embodiments of Figs. 10-13, conventional interlayer bonding methods, such as ultrasonic bonding can be used in place of or in conjunction with glue/adhesive bonding mentioned above.

A preferred process for producing an embodiment of the novel composite filter comprising a unitary stratified structure of MB and FP compositions is shown in FIG. 14. The illustrated process provides a product laminated to a scrim, paper or nonwoven to facilitate handling, pleating or packaging. It is also possible to provide an unlaminated composite filter by replacing the scrim, paper or nonwoven with a supporting conveyor to carry the non-prebonded tiers through the process. The final unitary composite filter consists of at least two-tiers, although each tier may contain more than one type of fiber or other materials as discussed above, and generally consists of three to five tiers, which are thermally or latex bonded. The electrostatic charging of the composite filter is preferably done in-line by the Tantret "cold" electrostatic charging process, although MB fibers may be "hot" charged in-line upon exiting the MB die. Also, split film fibers, which were electrostatically charged during their production, may be introduced by the FP applicators. Furthermore, "mixed electrostatic fibers" which have opposite polarities after rubbing against each other due to different triboelectric properties may be incorporated into the composite by the FP applicators.

Now referring to FIG. 14, an optional unwind 1 is located at the starting end of the line to allow for the feeding in of an optional support layer 2, which may be a scrim, paper or nonwoven. Components 1, 2, 4 and 5 are optional in that the inventive unitary composite filter is laminated to a scrim, paper or nonwoven only to facilitate handling, pleating or packaging. A conveyor belt 3 runs the entire length of the line; however, it may also be separated into shorter sections with one conveyor section feeding the assembly of tiers onto the next sections as required in the process. Also at the starting end of the line there is an optional adhesive applicator 4 for dispensing an adhesive 5 in the form of glue or hot melt adhesive. This adhesive application station can be utilized when it is desired to in-line laminate a supporting layer to the unitary stratified structure of the novel composite.

However, it should be noted that applicator 4 is not intended for pre-bonding tiers within the stratified structure.

Next, as shown in FIG. 14, there are at least one, and preferably two, FP applicator units 6 and 8. The primary function of the FP applicator units at the beginning of the line is to produce and deposit dry-laid tiers 7 and 9 onto the optional adhesive tier 5, or onto the conveyor belt 3 if the optional support layer 2 and adhesive 5 are not used. The dry-laid tiers 7 and 9 may be the same or have different compositions and properties to meet the requirements of the end product. In any respect, the role of tiers 7 and 9 is primarily to support and protect the MB or related filter media tiers 12 and 14. In the illustrated embodiment, the FP tiers 7 and 9 are primarily composed of "pulp" and bicomponent (B/C) fibers. Different types of B/C fibers may be used as described above. For example, a preferred type has a core of higher melting point fiber such as PP and a sheath of lower melting point fiber such as PE. Other preferred compositions of "pulp" and B/C core sheath PP/PE are 50% "pulp"/50% B/C fibers in tier 7 and 25% "pulp"/75% B/C fibers in tier 9. If latex binder is not applied in section 23, then at least 20% B/C fibers or other types of thermal binder fibers should be used. On the other hand, if latex binder is subsequently applied in sections 23 and 27, then 100% "pulp" fiber can be applied by FP applicator heads 6 and 8. Also, it is possible to apply 100% B/C fibers from FP applicator 6 or applicator 8, or from both applicator heads 6 and 8.

In additional embodiments, instead of 100% B/C fibers, monocomponent regular staple fibers of PP, PET, polyamide and other fibers can be substituted for up to 80% of the B/C or thermal bonding fibers that may be applied by any of the FP application heads 6, 8, 15, 18, and 20. Many types of thermally bondable fusing fibers which completely melt and are also known as "melt fibers" also can be used in place of the B/C fibers, except in dry-laid tier components where 100% B/C fiber would be used.

FIG. 14 further illustrates optional compactor 10 which decreases the thickness of the web and increases fiber-to-fiber adhesion of FP tiers 7 and 9. It should be noted that the extensive pre-bonding typically employed to separately produce the layers is not the objective of this optional compacting step utilized in this inventive in-line process. The

compactor 10 may be a calender, which may or may not be heated. The MB or related filter media 12 and 14 may be deposited by one or more MB dies 11 and 13 onto the FP tiers 7 and 9. The primary function of the MB component is to serve as a high efficiency filter, that is, to remove small percentages of small size (less than about 5 micrometers) particles. The specifications of filtration grade MB media and related ultrafine fiber diameter types of filter media are given in Table I.

The process can include at least one or more MB dies 11 and/or one or more related fine denier, (ultrafine fiber diameter) fiber applicators 13, designated as X. For example, if two identical MB units are utilized, then units 11 and 13 will be the same. Other variations contemplated to come within the breadth of this invention include having the first unit as a SpunBlown (Modular) or Microdenier Spunbond (SB) system first to form a filter gradient of coarser to finer high efficiency filters. Another contemplated variation is for one or more SpunBlown (Modular) or Microdenier SB systems to be used in tandem. Still another variation is to use a Microdenier SB first followed by a SpunBlown system.

The next equipment component shown in FIG. 14 is another FP applicator 15, which deposits an FP web on top of tier 14 (or on tier 12 if a second MB tier 13 is not included). Then the non-prebonded assembly of tiers with tier 16 uppermost travels through another optional compactor 17. Next the intermediate product is conveyed beneath one or more additional FP units 18 and 20. FP applicator heads 15 and 18 incorporate the Dry-Laid Capacity tier into the structure. FP applicator 20 is primarily designed to produce very open (i.e. bulky) FP primarily for dust holding capacity rather than as a filter. The very open FP tier 21 preferably is produced from 100% bicomponent B/C fiber or blends of B/C with ratios of B/C to "pulp" characterized as being higher than is normally used to produce coarse pre-filter FP webs. Either or both FP tiers 16 and 19 can also contain split film fibers and "mixed electrostatic fibers". If no B/C fibers or other types of thermal bonding fibers are used in FP tiers 16 and 19, then latex binder should be applied at units 23 and 27 to bond the tiers. If B/C fibers or other types of thermal bonding fibers are incorporated in either of FP applicator heads 15 and 18, then latex binder still can also be applied at units 23 and 27.

The intermediate product with uppermost tier 21 then travels through another compactor 22 and thence through a section of the production line where the previously loose, unbound tiers are subjected to one or more binding process steps that are cumulatively effective to form the unitary stratified structure of the composite filter. Preferably, all of the filter components that will be incorporated into the unitary stratified structure are incorporated in the intermediate product at this stage prior to binding the tiers together.

With further reference to FIG. 14, it is seen that the binding steps take place beginning in the illustrated embodiment with a latex binder 24 being applied by applicator 23. The latex can be sprayed from a liquid dispersion or emulsion, applied by kiss roll or gravure application, or sprayed as a dry powder onto the substrate and then thermally fused or bonded thereto. The latex also serves as a sealant in that it minimizes dust that can emanate from outside surfaces of the FP tier. After adding latex binder at 23, the intermediate product travels through a heating unit 25 which dries and cures the latex binder to bond the composite. The heating unit can be a heated calender, or an infrared, microwave, or convection oven. A combination of these can also be used. A through-air oven is preferred. If B/C fibers or other types of thermally bondable fusing fibers are present in the intermediate product, then ovens 25 and 29 can serve to thermally fuse such fibers to continue the bonding and formation of the unitary structure.

From the oven 25, the intermediate product is cooled by system 26, and then a second latex binder is applied at 27. As illustrated, the path of travel and spraying unit 27 are positioned to apply latex binder to the side opposite the first application. The intermediate product containing the second latex binder 28 then passes through a second through-air oven 29 and through another cooling section 30. Next, the fully bonded composite film having a unitary stratified structure is charge in cold electrostatic charging station 31, preferably, a Tantret J system. Finally, the composite film 32 is slit to desired width or multiple of widths on shiter 33 and rolled up by the winder 34. Although electrostatic charging is illustrated to take place toward the end of the process, it is contemplated that charging at a stage prior to application of latex binder can be performed, provided that the binder and the subsequent procedural steps do not significantly drain the charge from the intermediate product.

PATENT CLAIMS

1. A composite filter for filtering a stream of ambient air comprising at least one non-prebonded upstream tier and one non-prebonded downstream tier, wherein

the ratio of absolute pore volume of upstream tier to downstream tier $RAPV > 2$, and

the absolute projected fiber coverage of upstream tier and of downstream tier $APFC > 95\%$.
2. The composite filter of claim 1, wherein the ratio of average pore diameter of upstream to downstream tier RPD is $4 < RPD < 10$.
3. The composite filter of claim 2, wherein the average pore diameter of the upstream tier $PDU > 60 \mu\text{m}$, preferably $80 \mu\text{m} < PDU < 200 \mu\text{m}$.
4. The composite filter of any one of claims 1 to 3, wherein the upstream tier comprises a relative pore volume $RPVU > 94\%$, preferably $RPVU > 96\%$, an apparent density $ADU < 0.05 \text{ g/cm}^3$, and a thickness D in the range of $0.5 \text{ mm} < D < 2.5 \text{ mm}$.
5. The composite filter of claim 4, wherein the downstream tier comprises a relative pore volume $RPVD$ being smaller than $RPVU$, an apparent density ADD in the range of $0.07 \text{ g/cm}^3 < ADD < 0.14 \text{ g/cm}^3$, and a thickness D in the range of $0.1 \text{ mm} < D < 0.4 \text{ mm}$.
6. The composite filter of any one of claims 1 to 5, wherein the upstream tier comprises fibers having a length in the range of 0.1 mm to 3.0 mm .
7. The composite filter of claim 6, wherein the orientation of the fibers in flow direction in

the upstream tier is higher than in the downstream tier.

8. The composite filter of any one of claims 1 to 7, wherein the upstream tier comprises a dust retention DR with respect to dust particles with a diameter corresponding to the average pore diameter of the downstream tier of DR > 99%.
9. The composite filter of any one of claims 1 to 8, wherein the upstream tier comprises dry-laid, thermally bondable fusing, bicomponent or monocomponent polymer fibers and the downstream tier comprises meltblown fibers.
10. The composite filter of claim 9, wherein the upstream tier has a composition selected from the group consisting of 100 wt% bicomponent polymer fibers, a blend of at least about 10 wt% bicomponent polymer fibers with a complementary amount of natural fibers, staple fibers or a mixture thereof, and a blend of at least about 10 wt% monocomponent polymer thermally bondable fusing fibers with a complementary amount of fluff pulp fibers, staple fibers or a mixture thereof.
11. The composite filter of claim 10, wherein the bicomponent polymer fibers have a sheath of one polymer and a core of a different polymer having a melting point higher than the one polymer.
12. The composite filter of claim 11, wherein the core is polypropylene and the sheath is polyethylene.
13. The composite filter of claim 12, wherein the core is disposed eccentric relative to the sheath.

14. The composite filter of claim 9, wherein the upstream tier further comprises fibers selected from at least one of uncharged split film fibers, charged split film fibers and mixed electrostatic fibers.
15. A vacuum cleaner bag comprising a composite filter in accordance with any one of the preceding claims.
16. A method of making a composite filter in accordance with any one of claims 1 to 14, comprising the steps of
- (a) laying down a filtration material onto a support to form the upstream non-pretreated tier,
 - (b) depositing onto the upstream tier the downstream non-pretreated tier, and
 - (c) bonding the tiers to form a composite filter having a unitary stratified structure.
17. A composite filter produced by the method of claim 16.
18. A vacuum cleaner bag comprising a composite filter produced by the method of claim 16.

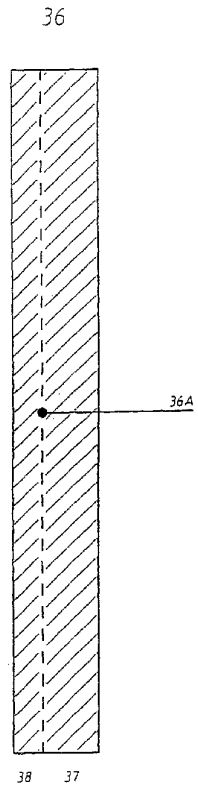


Fig. 1

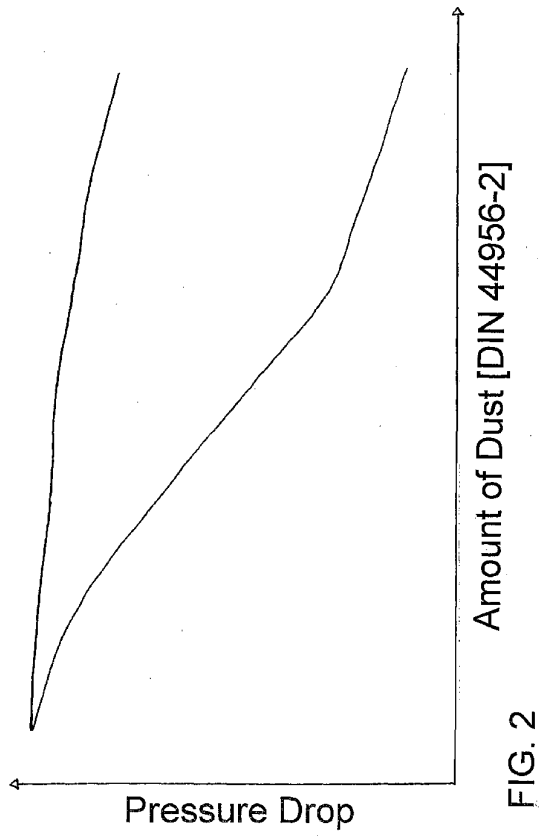
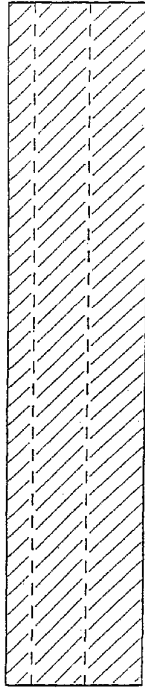


FIG. 2

39



42 41 40

Fig. 3

43

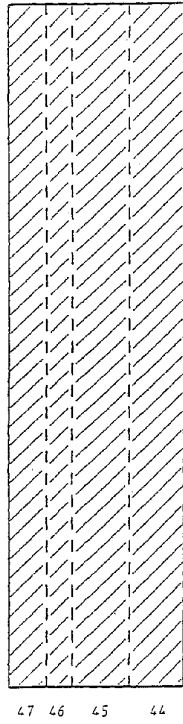


Fig. 4

48

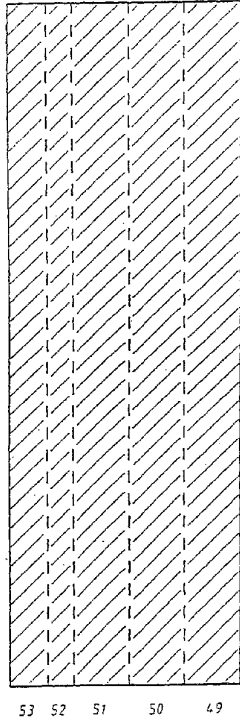


Fig. 5

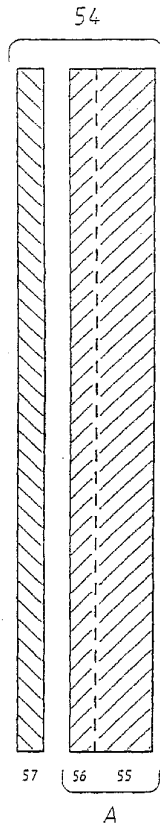


Fig. 6

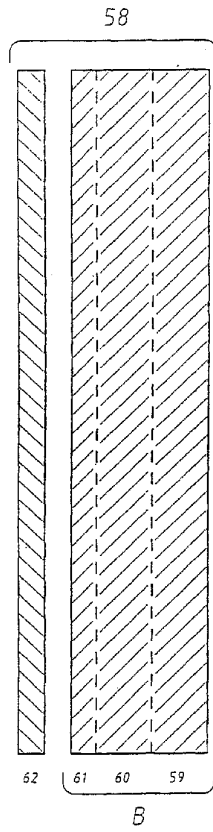


Fig. 7

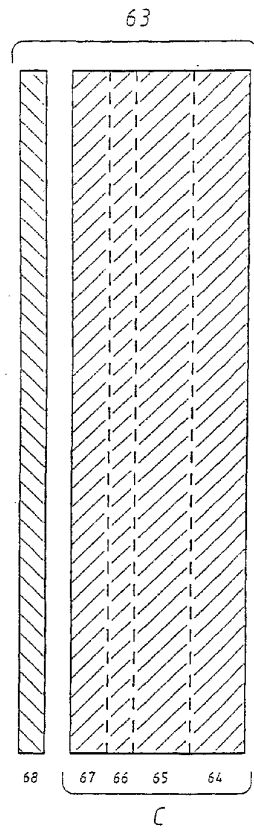


Fig. 8

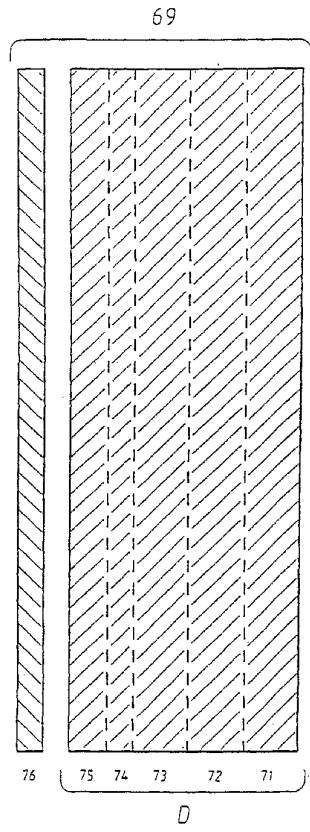


Fig. 9

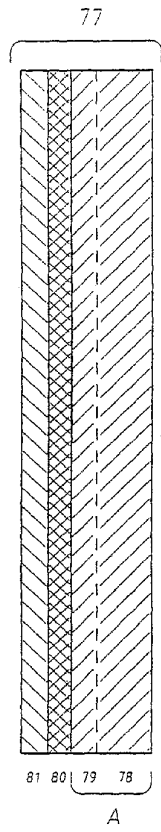


Fig. 10

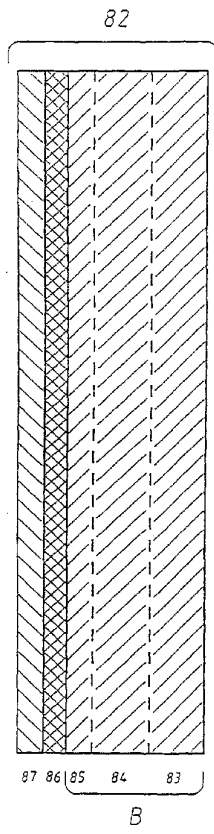


Fig. 11

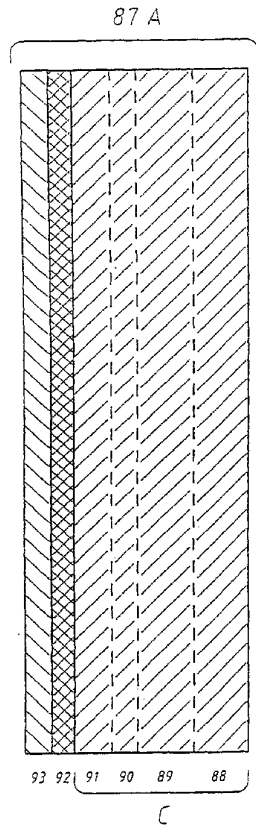


Fig. 12

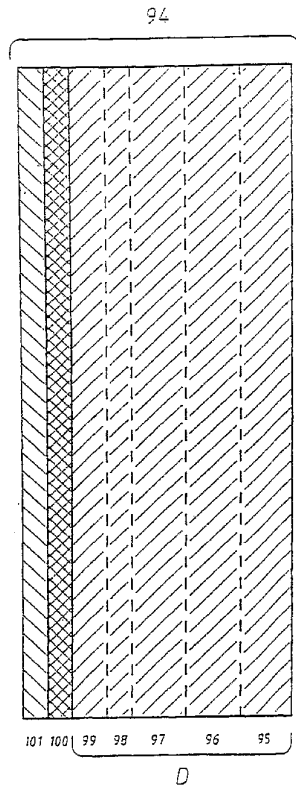


Fig. 13

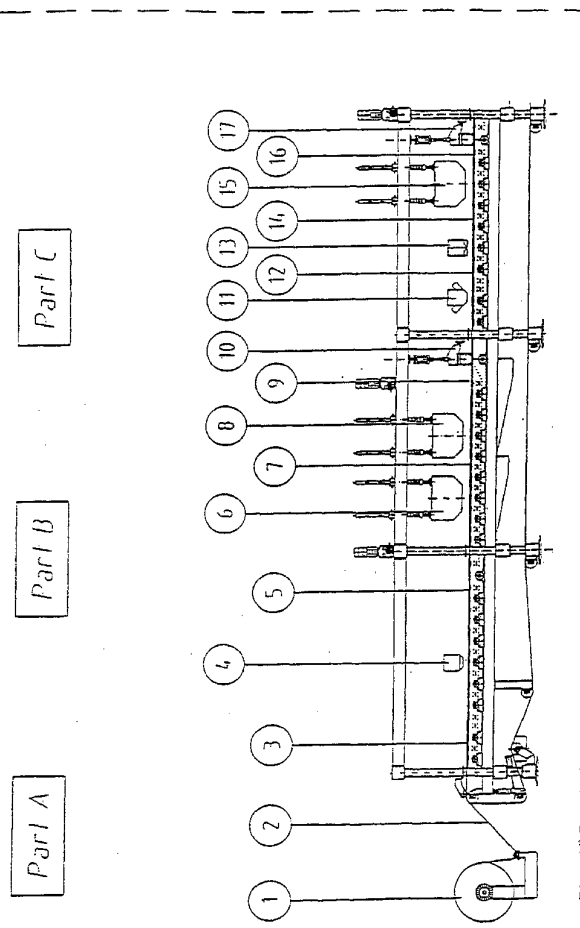
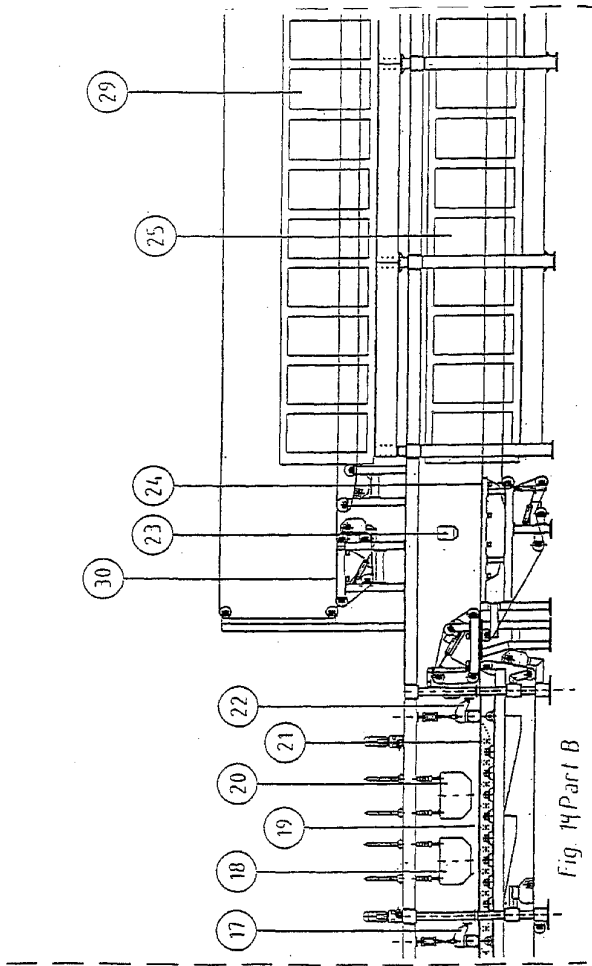


Fig. 14 Part A



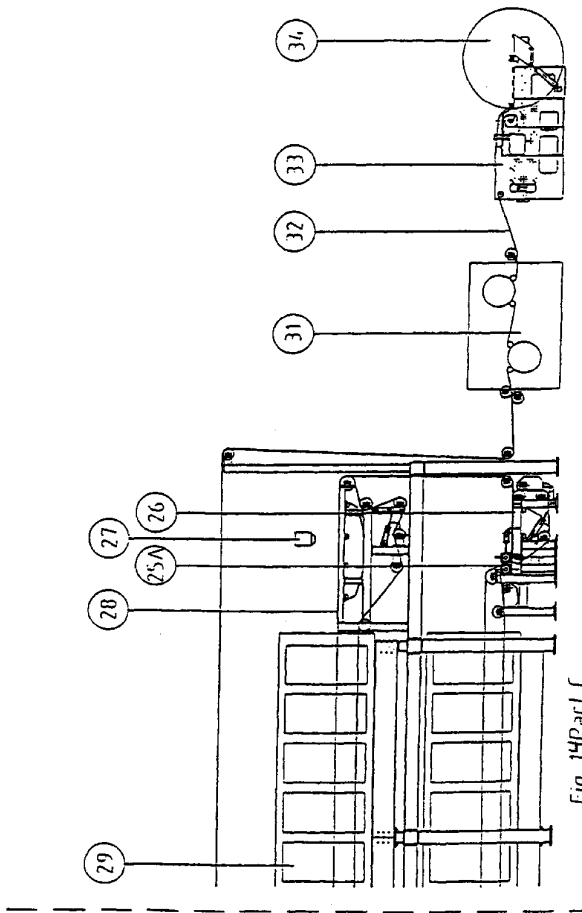


Fig. 14P arl C

【国際公開パンフレット(コレクション)】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
12 September 2002 (12.09.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/070107 A3

- (51) International Patent Classification: **B01D 39/16**,
46/12, A47L 9/14
- (21) International Application Number: PCT/EP0202251
- (22) International Filing Date: 1 March 2002 (01.03.2002)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data:
011 05 152.1 2 March 2001 (02.03.2001) EP
- (71) Applicant (for all designated States except US): **AIR-
FLO EUROPE N. V.** [BE/BE]; Gaston Eyskenslaan 2,
Nolimpark 1503, B-3900 Overpelt (BE).
- (72) Inventors; and
(75) Inventors/Applicants (for US only): **SCHULTINK, Jan**
[BE/BE]; Airflo Europe N.V., Gaston Eyskenslaan 2, No-
limpark 1503, B-3900 Overpelt (BE). **SCHULTINK, Bas**
[BE/BE]; Airflo Europe N.V., Gaston Eyskenslaan 2, No-
limpark 1503, B-3900 Overpelt (BE).
- (74) Agent: **WEIGELT, Udo**, Grünecker, Kinkeldey, Stock-
mair & Schwabhäuser, Maximilianstrasse 58, 80538
München (DE).
- (81) Designated States (national): AF, AG, AI, AM, AT, AU,
AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CI, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GI,
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,
LK, LR, LS, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MY, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG,
SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM,
KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR,
GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).
- Published:
— with international search report
- (88) Date of publication of the international search report:
31 October 2002
- For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guide-
ance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the begin-
ning of each regular issue of the PCT Gazette.*



WO 02/070107 A3

(54) Title: COMPOSITE FILTER AND METHOD OF MAKING THE SAME

(57) Abstract: The invention refers to a composite filter for filtering a stream of ambient air comprising at least one non-pretreated upstream tier and one non-pretreated downstream tier, wherein the ratio of absolute pore volume of upstream tier to downstream tier $R_{APV} > 2$, and the absolute projected fiber coverage of upstream tier and of downstream tier $APFC > 95\%$. Further, the invention refers to a method of making such a composite filter comprising the steps of (a) laying down a filtration material onto a support to form the upstream non-pretreated tier, (b) depositing onto the upstream tier the downstream non-pretreated tier, and (c) bonding the tiers to form a composite filter having a unitary stratified structure.

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/EP 02/02251
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 B01D39/16 B01D46/12 A47L9/14		
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 A47L		
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		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01 03802 A (AIRFLO EUROPE N.V.) 18 January 2001 (2001-01-18) cited in the application the whole document	1-18
X	US 5 855 784 A (PIKE ET AL) 5 January 1999 (1999-01-05) column 6, line 30 -column 6, line 45 column 8, line 6 -column 9, line 25; example 1	1-18
<input 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 ** 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 ** 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. *S* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
18 June 2002		25/06/2002
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5518 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Doolan, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 02/02251

Patent document citec in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0103802	A	18-01-2001	US 6372004 B1	16-04-2002
			AU 7271500 A	30-01-2001
			WO 0103802 A1	18-01-2001
			EP 1198280 A1	24-04-2002
US 5855784	A	05-01-1999	US 6090731 A	18-07-2000
			AU 697204 B2	01-10-1998
			AU 3999795 A	23-05-1996
			BR 9509132 A	02-09-1997
			CA 2203567 A1	09-05-1996
			CN 1171060 A , B	21-01-1998
			EP 0789612 A1	20-08-1997
			PL 319975 A1	01-09-1997
			WO 9613319 A1	09-05-1996

フロントページの続き

(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,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,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,PH,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100082898

弁理士 西山 雅也

(72)発明者 シュルティンク, ヤン

ベルギー国, ベー - 3 9 0 0 オーフェルペルト, ノーリムパルク 1 5 0 3, ガストン エイス
ケンスラーン 2, エアフロ ヨーロッパ ナームロゼ フェンノートシャップ

(72)発明者 シュルティンク, バス

ベルギー国, ベー - 3 9 0 0 オーフェルペルト, ノーリムパルク 1 5 0 3, ガストン エイス
ケンスラーン 2, エアフロ ヨーロッパ ナームロゼ フェンノートシャップ

Fターム(参考) 3B062 AA06 AA09 AA10

4D019 AA01 BA13 BB03 BB10 BC01 BD01 BD02 BD04 CB04 DA01
DA06

4L047 AA07 AA14 AA27 AB02 AB06 BA08 BA09 BA23 BB09 CC12