

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI 0714088-6 A2**

(22) Data de Depósito: 17/07/2007
(43) Data da Publicação: 02/01/2013
(RPI 2191)



(51) *Int.Cl.:*
D04H 1/54

(54) Título: MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE ARTIGOS DE FILTRAÇÃO COM FORMATO

(30) Prioridade Unionista: 31/07/2006 US 11/461,145, 31/07/2006 US 11/461,307, 29/03/2007 US 11/693,017, 29/03/2007 US 11/693,017, 29/03/2007 US 11/693,017, 31/07/2006 US 11/461,145, 31/07/2006 US 11/461,307

(73) Titular(es): 3M INNOVATIVE PROPERETIES COMPANY

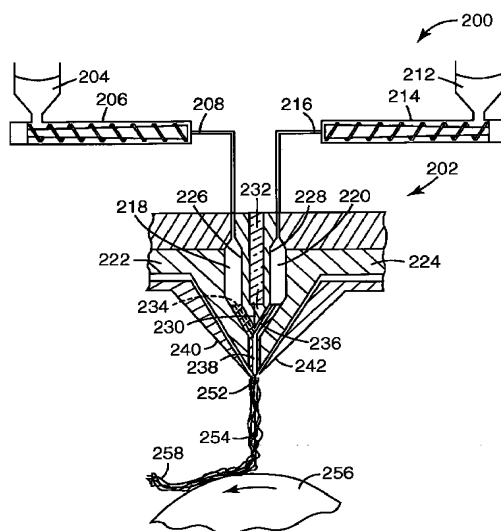
(72) Inventor(es): JOHN M. BRANDNER, James E. Springett, James E. Springett, Marvin E. Jones, Seyed A. Angadjivand, Timothy J. Lindquist

(74) Procurador(es): Carolina Nakata

(86) Pedido Internacional: PCT US2007073648 de 17/07/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/085545 de 17/07/2008

(57) Resumo: MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE ARTIGOS DE FILTRAÇÃO COM FORMATO A presente invenção refere-se a artigos de filtração com formato produzidos a partir de uma manta de não-tecido monocomponente formada através do escoamento do primeiro e do segundo materiais formadores de fibra da mesma composição polimérica através da primeira e da segunda cavidades da matriz em comunicação fluida respectiva com o primeiro e o segundo conjuntos de orifícios em uma ponta da matriz produzida por fiação por fusão. O primeiro material formador de fibra escoa em um índice de fluxo ou viscosidade menor através da primeira cavidade da matriz e do primeiro conjunto de orifícios para formar um conjunto de filamentos de tamanho menor, e o segundo material formador de fibra escoa a um índice de fluxo ou viscosidade maior através da segunda cavidade da matriz e do segundo conjunto de orifícios para formar um conjunto de filamentos de tamanho maior. A manta de não-tecido coletada contém uma mistura de tamanho de fibra/fração de massa bimodal de fiação por fusão de microfibras contínuas e fibras de tamanho maior entrelaçadas da mesma composição polimérica.



"MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE ARTIGOS DE FILTRAÇÃO COM FORMATO"

ANTECEDENTES

As patentes ou pedidos relacionados a mantas de não-tecido, sua
5 fabricação e os artigos produzidos a partir desses incluem patentes U.S. N°
3.981.650 (Page), 4.100.324 (Anderson), 4.118.531 (Hauser), 4.536.440 (Berg),
4.547.420 (Krueger et al.), 4.818.464 (Lau), 4.931.355 (Radwanski et al.),
4.988.560 (Meyer et al.), 5.227.107 (Dickenson et al.), 5.374.458 (Burgio)
5.382.400 (Pike et al. 400), 5.476.616 (Schwarz), 5.679.042 (Varona), 5.679.379
10 (Fabbicante et al.), 5.695.376 (Datta et al.), 5.707.468 (Arnold et al.), 5.721.180
(Pike et al. '180), 5.817.584 (Singer et al.), 5.877.098 (Tanaka et al.), 5.902.540
(Kwok), 5.902.298 (Kwok et al.), 5.993.543 (Bodaghi et al.), 6.176.955 B1
(Haynes et al.), 6.183.670 B1 (Torobin et al.), 6.319.865 B1 (Mikami), 6.607.624
B2 (Berrigan et al. '624), 6.667.254 B1 (Thompson et al.), 6.723.669 (Clark et
15 al.), 6.827.764 B2 (Springett et al.), 6.858.297 B1 (Shah et al.), 6.916.752 B2
(Berrigan et al. '752) e 6.998.164 B2 (Neely et al.); patente europeia N° EP 0 322
136 B1 (Minnesota Mining e Manufacturing Co.); pedido japonês publicado N° JP
2001-049560 (Nissan Motor Co. Ltd.), JP 2002-180331 (Chisso Corp. '331) e JP
2002-348737 (Chisso Corp. '737); e publicação de pedido de patente N°
20 US2004/0097155 A1 (Olson et al.) e US2005/0217226 A1 (Sundet et al. '226).

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Os artigos de filtração com formato, como respiradores moldados
ou filtros de fornalha pregueados, são, algumas vezes, feitos com o uso de
mantas de não-tecido produzidas a partir de fibras multicomponentes (por
25 exemplo, bicomponente). Da **figura 1a** à **figura 1e**, são descritas cinco
configurações de fibra bicomponente que possuem grande aceitação, as quais
pode ser denominadas, respectivamente, como "camada dupla" ou "lado a
lado" (**figura 1a**), "ilhas no mar" (**figura 1b**), "torta sólida segmentada" (**figura**

1c), "torta oca segmentada" (**figura 1d**) e "bainha e núcleo" (**figura 1e**). O uso de dois ou mais polímeros em uma fibra multicomponente limita a extensão das porções não utilizadas da manta ou artigo de fibra multicomponente que podem ser reciclados e, se somente um polímero for carregável por eletreto, pode

5 limitar a extensão de aplicação da carga.

Os artigos de filtração com formato podem também ser formados através da adição de um material de ligação externo (por exemplo, um adesivo) a uma manta de filtração, com limitações subsequentes devido à natureza química ou física do material de ligação adicionado, incluindo a gramatura e a

10 perda de reciclabilidade da manta adicionada.

Os métodos existentes para a fabricação dos artigos de filtração com formato, como respiradores moldados ou filtros de fornalha pregueados, envolvem, de modo geral, um comprometimento das propriedades da manta ou do artigo e uma ou mais das desvantagens mencionadas acima.

15 A presente invenção fornece, em um aspecto, um método para a produção de artigos de filtração com formato, sendo que tal método compreende:

a) formar uma manta de não-tecido monocomponente através de:

20 i) escoar o primeiro e o segundo materiais formadores de fibra da mesma composição polimérica através de uma matriz de fiação por fusão que compreende uma primeira e segunda cavidades da matriz na comunicação fluida respectiva com o primeiro e o segundo conjuntos de orifícios em uma ponta da matriz de fiação por fusão, sendo que o primeiro

25 material formador de fibra é escoado em um índice de fluxo ou viscosidade menor através da primeira cavidade da matriz e do primeiro conjunto de orifícios a fim de formar um conjunto de filamentos de tamanho menor e o segundo material formador de fibra escoar em um índice de fluxo ou

viscosidade maior através da segunda cavidade da matriz e do segundo conjunto de orifícios a fim de formar um conjunto de filamentos de tamanho maior;

ii) mesclar (commingling) os filamentos de tamanho menor e de tamanho maior enquanto os atenua nas fibras entre correntes convergentes de ar ou de outro fluido;

iii) coletar as fibras atenuadas como uma manta de não-tecido que contém uma mistura de tamanho de fibra/fração de massa bimodal de fiação por fusão de microfibras contínuas entrelaçadas e fibras de tamanho maior da mesma composição polimérica e

b) moldar, preguear ou, de outro modo, formar a manta em uma matriz de camada única, monocomponente, porosa, não-planar e auto-suportada de fibras ligadas entre si em, pelo menos, alguns pontos da intersecção de fibra.

Em uma modalidade exemplificadora, o primeiro e o segundo conjuntos de orifícios estão agora enfileirados. Em uma outra modalidade exemplificadora, a manta possui uma rigidez Gurley de, pelo menos, cerca de 100 mg anterior à formação. Em ainda outra modalidade exemplificadora, a manta possui uma rigidez King superior a 1 N após à formação.

O método apresentado possui inúmeras propriedades exclusivas e benéficas. Através da formação dos filamentos de tamanho menor e maior em uma ponta da matriz e da mescla (commingling) dos filamentos entre correntes de ar convergente ou de outro fluido, uma manta com fibras bem misturadas pode ser obtida. Tanto as fibras de tamanho maior quanto as microfibras podem ser altamente carregadas. As fibras de tamanho maior podem conferir uma modabilidade aprimorada e uma rigidez aprimorada a uma matriz moldada ou com formato produzida a partir da manta apresentada. As microfibras podem conferir uma área superficial de fibra aumentada para a

manta, com efeitos benéficos, como um desempenho de filtração aprimorado. Através do uso das microfibras e fibras de tamanho maior de diferentes tamanhos, as propriedades de filtração e moldagem podem ser personalizadas para um uso particular. Em comparação com a característica frequente de alta queda de pressão (e, portanto, alta resistência à respiração) das mantas de microfibra, as quedas de pressão das mantas de não-tecido apresentadas são mantidas inferiores, pois as fibras maiores fisicamente separam e distanciam as microfibras. As microfibras e as fibras de tamanho maior também parecem cooperar entre si a fim de fornecer uma maior capacidade de carga de profundidade da partícula.

Através do uso do equipamento de fabricação da formação direta da manta, no qual um material polimérico formador de fibra é convertido em uma manta em uma operação essencialmente direta, e através do uso de uma única resina polimérica, as mantas de não-tecido apresentadas podem ser preparadas de modo bastante econômico. Ademais, se todas as microfibras e as fibras de tamanho maior possuírem a mesmas composições poliméricas e os materiais de ligação externos não forem empregados, as porções não utilizadas das mantas de não-tecido apresentadas podem ser completamente recicladas.

Estes e outros aspectos da invenção serão aparentes a partir da descrição detalhada abaixo. Entretanto, sob nenhuma hipótese, os sumários acima deverão ser interpretados como limitações do assunto, pois tal assunto é definido única e exclusivamente nas reivindicações em anexo e nas alterações que porventura ocorram durante um eventual litígio.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

As **figura 1a a 1e** mostram, respectivamente, as vistas esquemáticas em seção transversal de diversas configurações de fibra bicomponente;

A **figura 2** é uma vista esquemática em seção transversal e a

figura 3 é uma vista da extremidade de saída de uma matriz de fiação por fusão exemplificadora tendo uma fileira de orifícios abastecidos com polímeros da mesma composição polimérica que escoam em diferentes índices ou com diferentes viscosidades;

5 A **figura 4** é uma vista em perspectiva, parcialmente em seção, de um respirador pessoal descartável dotado de matriz de camada única, porosa, em formato de bojo e resistente à deformação disposta entre as camadas de revestimento externo e interno;

 A **figura 5** é uma vista em perspectiva do meios filtrantes
10 pregueados;

 A **figura 6** é um gráfico mostrando a de penetração do NaCl e a queda de pressão para o respirador moldado de N° de série 3-1M e a **figura 7** é um gráfico similar para um respirador N95 comercial produzido a partir dos meios filtrantes de multicamada; e

15 A **figura 8** e a **figura 9**, respectivamente, são uma fotomicrografia e um histograma da contagem de fibras (frequência) versus o tamanho da fibra em μm para a matriz moldada de N° de série 3-1M.

 Os símbolos de referência similares nas diversas figuras dos desenhos indicam elementos similares. Os elementos no desenho não devem
20 ser representados em escala.

DESCRIÇÃO DETALHADA

 O termo "poroso" refere-se à permeabilidade ao ar.

 O termo "monocomponente", quando usado em relação a um fibra ou uma coleta de fibras, refere-se às fibras formadas a partir de somente um
25 polímero. Não é pretendido que sejam excluídas as fibras formadas a partir de um polímero, no qual pequenas quantidades de aditivos foram adicionados com propósitos como aprimoramento do carregamento de eletreto, propriedades antiestáticas, lubrificação, capacidade hidrofílica, tingimento, etc.

Tais aditivos, por exemplo, melamina de tristearila para aprimoramento do carga, estão presentes, de modo geral, em uma quantidade inferior a cerca de 5% em peso e, mais tipicamente, inferior a cerca de 2% em peso.

A expressão "da mesma composição polimérica" refere-se aos polímeros que possuem, essencialmente, a mesma unidade molecular de repetição, porém podem ser diferentes no peso molecular, no índice de fluidez, no método de fabricação, na forma comercial, etc., e podem conter, opcionalmente, quantidades menores (por exemplo, inferior a cerca de 3% em peso) de um aditivo de carregamento de eletreto.

O termo "tamanho", quando utilizado em relação a um filamento ou uma fibra, refere-se ao diâmetro do filamento ou da fibra para um filamento ou uma fibra tendo uma seção transversal circular, ou o comprimento da corda em seção transversal mais longa que pode ser construída ao longo de um filamento ou de uma fibra dotados de uma seção transversal não-circular.

O termo "contínuo", quando utilizado em relação a uma fibra ou a uma coleta de fibras, refere-se às fibras tendo uma razão de aspecto essencialmente infinita (a saber, uma razão entre comprimento e tamanho de, por exemplo, pelo menos, cerca de 10.000 ou mais).

O termo "Diâmetro Eficaz da Fibra", quando usado em relação a uma coleta de fibras, refere-se ao valor determinado de acordo com o método estabelecido em Davies, C. N., "The Separation of Airborne Dust and Particles", Instituto de Engenharia Mecânica, Londres, Procedimentos 1B, 1952 para uma manta de fibras de qualquer formato de seção transversal, circular ou não-circular.

O termo "modo", quando utilizado em relação a um histograma da fração da massa versus o tamanho da fibra em μm ou um histograma da contagem de fibras (frequência) versus o tamanho da fibra em μm , refere-se a um pico local cuja altura é maior do que os tamanhos de fibras 1 e 2 μm

menores e 1 e 2 μm maiores do que o pico local.

O termo "mistura de tamanho de fibra/fração de massa bimodal" refere-se a uma coleta de fibras tendo um histograma da fração de massa versus o tamanho da fibra em μm , exibindo, pelo menos, dois modos. Uma mistura de tamanho de fibra/fração de massa bimodal pode incluir mais de dois modos, por exemplo, pode ser uma mistura de tamanho de fibra/fração de massa trimodal ou de modal mais elevado.

A expressão "mistura de tamanho de fibra/contagem de fibra bimodal" refere-se a uma coleta de fibras tendo um histograma da contagem de fibra (frequência) versus o tamanho da fibra em μm que exhibe, pelo menos, dois modos cujos tamanhos de fibra correspondentes diferem em, pelo menos, 50% do menor tamanho de fibra. Uma mistura de tamanho de fibra/contagem de fibra bimodal pode incluir mais de dois modos, por exemplo, pode ser uma mistura de tamanho de fibra/contagem de fibra trimodal ou de modal mais elevado.

A expressão "manta de não-tecido" refere-se a uma manta fibrosa caracterizada pelo entrelaçamento ou ligação por pontos de fibras.

A expressão "matriz de camada única", quando utilizada em relação a uma manta de não-tecido que contém uma mistura de tamanho de fibra/fração de massa bimodal de fibras, refere-se a meios dotados de (exceto em relação a tamanho da fibra) de uma distribuição geralmente uniforme de fibras similares por toda uma seção transversal da manta, e dotados de uma seção transversal da manta, e dotados de (em relação ao tamanho da fibra) fibras que representam cada população modal presente ao longo de uma seção transversal da manta. Tal matriz de camada única pode possuir uma distribuição geralmente uniforme de tamanhos de fibra ao longo de uma seção transversal da manta ou pode possuir, por exemplo, um gradiente de profundidade dos tamanhos da fibra, como uma preponderância de fibras de

tamanho maior adjacentes a uma maior face da manta e uma preponderância de microfibras adjacentes a maior face da manta.

A expressão "atenuamento dos filamentos em fibras" refere-se à conversão de um segmento de um filamento em um segmento de comprimento maior e tamanho menor.

A expressão "fiação por fusão", quando utilizada em relação a uma manta de não-tecido formada através da extrusão de um material formador de fibras através de uma pluralidade de orifícios a fim formar filamentos, enquanto os filamentos são colocados em contato com o ar ou com outro fluido de atenuamento para atenuar os filamentos em fibras e, conseqüentemente, coletar uma camada de fibras atenuadas.

A expressão "fibras fiadas por fusão" refere-se a fibras preparadas através da extrusão de materiais formadores de fibra fundidos através dos orifícios em uma matriz em uma corrente gasosa de alta velocidade (por exemplo, uma única corrente ou uma diversidade de correntes convergentes), em que o material extrudado é primeiramente atenuado e, em seguida, solidificado como uma massa de fibras. Embora as fibras produzidas por fiação por fusão tenham sido descritas, algumas vezes, como descontínuas, as fibras, de modo geral, são longas e entrelaçadas suficientemente de modo que não seja possível, de maneira usual, remover uma fibra completa produzida por fiação por fusão a partir de uma massa de tais fibras ou traçar uma fibra produzida por fiação por fusão do início ao fim.

A expressão "matriz de fiação por fusão " refere-se a uma matriz para uso em um processo de fiação por fusão.

O termo "microfibras" refere-se a fibras tendo um tamanho médio (conforme determinado com o uso de microscopia) de 10 μm ou menos; "microfibras ultrafinas" refere-se a microfibras tendo um tamanho médio de dois μm ou menos; "microfibras submícron" refere-se a microfibras tendo um

tamanho médio de um μm ou menos; Quando é feita referência a um lote, grupo, conjunto, etc. de um tipo particular de microfibra, por exemplo, "um conjunto de microfibras submícron," refere-se à população completa de microfibras nesse conjunto ou à população completa de um único lote de microfibras, e não somente àquela porção do conjunto ou lote que possui dimensões submicrométricas.

O termo "carregado", quando usado em relação a uma coleta de fibras refere-se a fibras que exibem, pelo menos, uma perda de 50% em fator de qualidade **FQ** (discutido abaixo) após ser exposto a uma dose absorvida de 20 Gray de 1 mm de raios X 80 KVP filtrados por berílio quando avaliado pela penetração da porcentagem de ftalato de dioctil (% DOP) a uma velocidade de face de 7 cm/segundo.

O termo "auto-suportado" refere-se a um artigo dotado de coerência e resistência suficientes a fim de ser manuseável com o uso de equipamento de fabricação carretel-para-carretel sem dilaceramento ou ruptura substanciais.

A **figura 2** e a **figura 3** ilustram um aparelho 200 para a produção de uma manta de não-tecido monocomponente e porosa que contém uma mistura de tamanho de fibra/contagem de fibra bimodal de microfibras contínuas entrelaçadas e fibras de tamanho maior da mesma composição polimérica. A matriz de fiação por fusão **202** é tendo um primeiro material formador de fibra liquefeito alimentado a partir de um depósito alimentador **204**, uma extrusora **206** e um conduto **208** em um primeiro índice de fluxo ou uma primeira viscosidade. A matriz **202** é dotada, separadamente, de um segundo material formador de fibra liquefeito da mesma composição polimérica alimentado a partir de um depósito alimentador **212**, uma extrusora **214** e um conduto **216** em um segundo índice de fluxo ou viscosidade diferentes. Os condutos **208** e **216** estão em comunicação fluida respectivamente com a

primeira e a segunda cavidades da matriz **218** e **220** localizadas na primeira e na segunda partes, de modo geral, simétricas **222** e **224**, as quais formam paredes externas para as cavidades da matriz **218** e **220**. A primeira e a segunda partes, em geral, simétricas **226** e **228** formam paredes internas para as cavidades da matriz **218** e **220** e se reúnem na linha de junção **230**. A partes **226** e **228** podem ser separadas ao longo da maior parte de seu comprimento através de isolamento **232**. As placas de defletores **240** e **242** direcionam correntes do fluido de atenuamento (por exemplo, ar aquecido) a fim de que eles se encontrem em um conjunto de filamentos **252** provenientes da matriz de fiação por fusão **202** e atenuem os filamentos **252** nas fibras **254**. As fibras **254** repousam sobre um coletor poroso **256** e formam uma manta de não-tecido produzida por fiação por fusão e auto-suportada **258**.

A **figura 3** mostra uma matriz de fiação por fusão **202** em vista em perspectiva da extremidade de saída, com as placas defletores **240** e **242** do gás de atenuamento removidas. As partes **222** e **224** reúnem-se ao longo da linha de junção **244**, na qual está situado um primeiro conjunto de orifícios **246** e um segundo conjunto de orifício **248** e através da qual o conjunto de filamentos **252** surgirá. As cavidades da matriz **218** e **220** estão em comunicação fluida respectivamente, através das passagens **234**, **236** e **238**, com o primeiro conjunto de orifícios **246** e segundo conjunto de orifícios **248**.

O aparelho mostrado na **figura 2** e na **figura 3** pode ser operado em diversos modos ou modificado de diversas maneiras a fim de fornecer uma corrente de fibras de tamanho maior provenientes de uma cavidade da matriz e fibras de tamanho menor provenientes da outra cavidade da matriz e formando, dessa maneira, uma manta de não-tecido que contém uma mistura de tamanho de fibra/fração de massa bimodal de fibras de tamanho maior e fibras de tamanho menor entrelaçadas da mesma composição polimérica. Por exemplo, um polímero idêntico pode ser fornecido a partir da extrusora **206**

para a cavidade da matriz **218** e a partir da extrusora **214** para a cavidade da matriz **220**, sendo que a extrusora **214** fornece um maior índice de fluxo de polímero (por exemplo, através do usar de um cilindro da extrusora de maior diâmetro ou maior velocidade de rotação) ou opera em uma temperatura mais baixa do que a da extrusora **206** a fim de fornecer o polímero a um índice de fluxo ou viscosidade inferior na cavidade da matriz **218** e um maior índice de fluxo ou viscosidade na cavidade da matriz **220** e produzir fibras de tamanho menor provenientes dos orifícios **246** e fibras de tamanho maior provenientes dos orifícios **248**. A cavidade da matriz **218** pode ser operada a uma alta temperatura e a cavidade da matriz **220** pode ser operada a uma baixa temperatura a fim de produzir fibras de tamanho menor provenientes dos orifícios **246** e fibras de tamanho maior provenientes dos orifícios **248**. Os polímeros da mesma composição polimérica, porém com índices de fusão diferentes, podem ser fornecidos a partir da extrusora **206** para a cavidade da matriz **218** e a partir da extrusora **214** para a cavidade da matriz **220** (com o uso, por exemplo, de uma versão com ponto de fusão alto do polímero na extrusora **206** e um baixo índice de fluidez do mesmo polímero na extrusora **214** a fim de produzir fibras de tamanho menores provenientes dos orifícios **246** e fibras de tamanho maior provenientes dos orifícios **248**). Aqueles que são versados na técnica irão certificar-se de que outras técnicas (por exemplo, a inclusão de um solvente na corrente do material formador de fibra liquefeito que escoar para a cavidade da matriz **218**, ou o uso de uma trajetória de fluxo mais curta através da cavidade da matriz **218** e uma trajetória de fluxo mais longa através da cavidade da matriz **220**) e combinações de tais técnicas e diversos modos de operação discutidos acima também podem ser empregados.

Para a modalidade mostrada na **figura 3**, os orifícios **246** e **248** são dispostos em ordem alternante em uma fileira de um lado a outro da extremidade

de saída da matriz **202**, e se encontram em comunicação fluida em uma razão de 1:1 respectivamente com as cavidades da matriz **218** e **220**. Outras disposições dos orifícios e outras razões dos números dos orifícios **246** e **248** podem ser empregadas a fim de fornecer para as mantas de não-tecido as distribuições do tamanho da fibra alterado. Por exemplo, os orifícios podem ser disposto em uma diversidade de fileiras (por exemplo, 2, 3, 4 ou mais fileiras) entre as saídas de ar de atenuamento. Padrões além das fileiras podem ser empregados, se desejado, por exemplo, orifícios localizados de modo aleatório. Se disposto em uma diversidade de fileiras, cada fileira pode conter orifícios a partir de somente um conjunto ou de tanto o primeiro como o segundo conjuntos. O número de orifícios no primeiro e no segundo conjuntos podem ser mantidos em uma variedade de razões, por exemplo, 10:90, 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, 60:40, 70:30, 80:20, 90:10 e outras razões que dependem da estrutura da manta desejada. Quando os orifícios provenientes tanto do primeiro como do segundo conjuntos são dispostos em uma fileira ou fileiras, o primeiro e o segundo orifícios do conjunto não precisam ser alternados e, ao invés disso, podem ser dispostos de qualquer forma desejada, por exemplo, 1221, 1122211, 11112221111 e outras disposições que dependem da estrutura da manta desejada. A ponta da matriz pode conter mais de um conjunto de orifícios, por exemplo, primeiro, segundo, terceiro e, se necessário, conjuntos de orifícios adicionais em comunicação fluida respectivamente com a primeira, a segunda, a terceira e, se necessário, cavidades da matriz adicionais no interior da matriz de fiação por fusão com o objetivo de obter uma manta com uma distribuição trimodal ou de modal mais elevado dos tamanhos da fibra.

As porções restantes do aparelho de fiação por fusão associado será familiar para os versados na técnica. Por exemplo, detalhes adicionais em relação à fiação por fusão podem ser encontrados em Wentz, Van A. "Superfine Thermoplastic Fibers," em Industrial Engineering Chemistry, Volume

48, páginas 1342 et seq. (1956), ou no Relatório N° 4364 de Naval Research Laboratories, publicada no dia 25 de maio de 1954, intitulada "Manufacture of Superfine Organic Fibers" por Wentz, V. A.; Boone, C. D.; e Fluharty, E. L.; e na patente N° U.S. 5.993.943 (Bodaghi et al.).

5 A manta de camada única monocomponente apresentada contém uma mistura de tamanho de fibra/fração de massa bimodal de microfibras e fibras de tamanho maior. As microfibras podem ter, por exemplo, uma faixa de tamanho de cerca de 0,1 a cerca de 10 μm , cerca de 0,1 a cerca de 5 μm ou cerca de 0,1 a cerca de 1 μm . As fibras de tamanho maior podem ter, por exemplo, uma faixa de tamanho de cerca de 10 a cerca de 70 μm , cerca de 10 a cerca de 50 μm ou cerca de 15 a cerca de 50 μm . Um histograma da fração da massa versus o tamanho da fibra em μm pode ter, por exemplo, um modo de microfibra de cerca de 0,1 a cerca de 10 μm , cerca de 0,5 a cerca de 8 μm ou cerca de 1 a cerca de 5 μm , e um modo de fibra de tamanho maior de cerca de 10 a cerca de 50 μm , cerca de 10 a cerca de 40 μm ou cerca de 12 a cerca de 30 μm . A manta apresentado também pode ter uma mistura de tamanho de fibra/contagem de fibra bimodal cujo histograma de contagem de fibra (frequência) versus o tamanho da fibra em μm exibe, pelo menos, dois modos cujos tamanhos de fibra correspondentes diferem em, pelo menos, 50%, pelo menos 100%, ou, pelo menos, 200% do tamanho da fibra menor. As microfibras também podem fornecer, por exemplo, pelo menos, 20% da área superficial fibrosa da manta, pelo menos, 40% ou, pelo menos, 60%. A manta pode ter uma diversidade de valores do diâmetro eficaz da fibra (DEF), por exemplo, um DEF de cerca de 5 a cerca de 40 μm , ou de cerca de 6 a cerca de 35 μm . A manta pode ter, ainda, uma diversidade de gramaturas, por exemplo, uma gramatura de cerca de 60 a cerca de 300 gramas/ m^2 ou cerca de 80 a cerca de 250 gramas/ m^2 .

As mantas de não-tecido apresentadas podem ter uma disposição

de fibra aleatória e, em geral, propriedades físicas em plano isotrópicas** (por exemplo, resistência à tração). Em geral, tais mantas de não-tecido isotrópicas são preferenciais para a formação de respiradores moldados em formato de bojo. As mantas poder ter, ao invés disso, uma construção de fibra alinhada (por exemplo, uma em que as fibras são alinhadas na direção da máquina, conforme descrito na patente U.S. N° 6.858.297 para Shah et al., e propriedades físicas em plano anisotrópicas**. Se tais mantas de não-tecido anisotrópicas são empregadas a fim de formar filtros pregueados, as fileiras de pregas podem ser alinhadas, se for desejado, em relação a uma ou mais propriedades anisotrópicas de interesse a fim de reduzir a deformação das pregas a altas velocidades de face.

Uma variedade de materiais formadores de fibra polimérica podem ser usados no método apresentado. O polímero pode ser, essencialmente, qualquer material formador de fibra termoplástica capaz de fornecer uma manta de não-tecido. Para as mantas que serão carregadas, o polímero pode ser, essencialmente, qualquer material formador de fibra termoplástica que manterá propriedades de eletreto ou separação de cargas satisfatórias. Os materiais formadores de fibra polimérica preferenciais para as mantas carregáveis são as resinas não-condutivas tendo uma resistividade volumétrica de 10^{14} Ohm-centímetros ou mais à temperatura ambiente (22°C). De preferência, a resistividade volumétrica é de cerca de 10^{16} Ohm-centímetros ou mais. A resistividade do material formador de fibra polimérica pode ser medida de acordo com o teste padronizado ASTM D 257-93. Os materiais formadores de fibra polimérica para uso em mantas carregáveis também são, de preferência, substancialmente isentos de componentes, como agentes antiestática que poderiam aumentar significativamente a condutividade elétrica ou, de outro modo, interferir na capacidade da fibra de aceitar e reter cargas eletrostáticas. Alguns exemplos de polímeros que podem ser usados nas mantas carregáveis

incluem polímeros termoplásticos que contém poliolefinas, como polietileno, polipropileno, polibutileno, poli(4-metil-1-penteno) e copolímero de olefina cíclica e combinações de tais polímeros. Outros polímeros que podem usados, porém que podem ser difíceis de carregar ou que podem perder a carga rapidamente, incluem policarbonatos, copolímeros de bloco, como copolímeros de bloco de estireno-butadieno-estireno e estireno-isopreno-estireno, poliésteres, como tereftalato de polietileno, poliamidas, poliuretano, e outros polímeros que serão familiares para os versados na técnica. As fibras são preparadas, de preferência, a partir de poli-4-metila-1 penteno ou polipropileno. Com a máxima preferência, as fibras são preparadas a partir de homopolímero de polipropileno devido a sua capacidade de reter carga elétrica, particularmente em ambientes úmidos.

A carga elétrica pode ser conferida às mantas de não-tecido apresentadas de diversas maneiras. Isso pode ser executado, por exemplo, através do contato da manta com água, conforme apresentado na patente U.S. N° 5.496.507 para Angadjivand et al., tratamento de radiação, conforme apresentado na patente U.S. N° 4.588.537 para Klasse et al., hidrocarregamento, conforme apresentado, por exemplo, na patente U.S. N° 5.908.598 para Rousseau et al., tratamento de plasma, conforme apresentado na patente U.S. N° 6.562.112 B2 para Jones et al. e publicação do pedido de patente U.S. N° 2003/0134515 A1 para David et al., ou combinações dessas.

Os aditivos pode ser adicionado ao polímero para melhorar o desempenho de filtração da manta, capacidade de carregamento de eletreto, propriedades mecânicas, propriedades de envelhecimento, tingimento, propriedades superficiais ou outras características de interesse. Os aditivos representativos incluem cargas, agente de nucleação (por exemplo, MILLAD™ 3988 sorbitol de dibenzilideno, disponível comercialmente junto à Milliken Chemical), aperfeiçoamento dos aditivos para carregamento de eletreto (por exemplo, melamina de tristearila e vários estabilizantes de luz,

como CHIMASSORB™ 119 e CHIMASSORB 944 de Ciba Specialty Chemicals), iniciadores de cura, agentes enrijecedores (por exemplo, poli(4-metila-1-penteno)), agentes ativos superficiais e tratamentos superficiais (por exemplo, tratamentos com átomo de flúor para aperfeiçoar o desempenho de filtração em um ambiente de neblina oleosa, conforme descrito na patente U.S. N° 6.398.847 B1, U.S. N° 6.397.458 B1 e U.S. N° 6.409.806 B1 para Jones et al.). Os tipos e as quantidades de tais aditivos serão familiares para os versados na técnica.

A **figura 4** mostra, em seção transversal parcial, um respirador pessoal exemplificador em formato de bojo **400**. O respirador **400** inclui uma manta com sobretampa interna **402**, uma camada de filtração monocomponente **404**, uma camada de revestimento externo **406**. A borda soldada **408** mantém essas camadas unidas e fornece uma região de lacre facial para reduzir o vazamento na borda do respirador **400**. O vazamento pode ser reduzido ainda mais através de uma faixa nasal ultra-flexível **410** de, por exemplo, um metal, como alumínio ou um plástico, como polipropileno. O respirador **400** inclui, também, tiras ajustáveis para cabeça e pescoço **412** fixadas com o uso de abas **414** e de uma válvula de exalação **416**. Além da camada de filtração monocomponente **404**, detalhes adicionais em relação à construção do respirador **400** serão familiares para os versados na técnica.

Quando usada para produzir um respirador moldado (por exemplo, como a camada de filtração monocomponente **404** mostrada na **figura 4**), a matriz moldada apresentada possui, de preferência, uma rigidez King superior a 1 N e, de preferência, pelo menos cerca de 2 N ou mais. Como uma aproximação relativa, se é permitido que uma amostra da matriz moldada hemisférica seja resfriada, posicionada embicada para baixo em uma superfície rígida, verticalmente deprimida (isto é, dentada) com o uso do dedo indicador e, em seguida, após a pressão ter sido liberada, uma matriz com rigidez King

suficiente pode tender a se manter dentada e uma matriz com rigidez King adequada pode tender a voltar a sua configuração hemisférica original. Um respirador moldado pode ser, também ou em vez disso, avaliado pela medição de Resistência à Deformação (**RD**), com o uso de um Analisador de Textura Modelo TA-XT2i/5 (disponível junto à Texture Technologies Corp.) equipado com uma sonda de teste de policarbonato de 25,4 mm de diâmetro. A matriz moldada é colocada com a face voltada para baixo sobre a platina do Analisador de Textura. A Resistência à Deformação **RD** é medida através do avanço da sonda de policarbonato de modo descendente a 10 mm/segundo, contra o centro da matriz de teste moldada ao longo de uma distância de 25 mm. Através da utilização de cinco amostras da matriz de teste moldada, a força máxima (pico) é registrada e obtém-se uma média para estabelecer a Resistência à Deformação **RD**. A Resistência à Deformação **RD** é, de preferência, pelo menos cerca de 75 g e, com mais preferência, pelo menos cerca de 200 g. Não se tem conhecimento de uma fórmula para converter os valores da rigidez King para os valores da Resistência à Deformação, porém pode-se observar que o teste de Resistência à Deformação pode ser usado para avaliar as matrizes moldadas com baixa rigidez que possam estar abaixo dos valores de medição limítrofes no teste de rigidez King. Quando exposto a um aerossol de cloreto de sódio de 0,075 µm com fluxo de 85 litros/min, o respirador moldado apresentado possui, de preferência, uma queda de pressão inferior a 196 Pa (20 mm H₂O) e, com mais preferência, inferior a 98 Pa (10 mm H₂O). Quando avaliado, o respirador moldado também possui, de preferência, um percentual de penetração de NaCl inferior a cerca de 5% e, com mais preferência, inferior a cerca de 1%. Quando avaliado com uma velocidade de face de 13,8 cm/segundo e usando-se um teste de NaCl, a manta plana, a partir da qual tal matriz moldada pode ser formada, possui, de preferência, um fator de qualidade **FQ** de filtração inicial de, pelo menos, cerca de 0,4 mm⁻¹

H₂O e, com mais preferência, pelo menos cerca de 0,5 mm⁻¹ H₂O.

A **figura 5** mostra , através da vista em perspectiva, um filtro pregueado exemplificador **500** produzido a partir da camada de filtração monocomponente **502** apresentada, a qual foi formada em fileiras de pregas espaçadas **504**. As pessoas versadas na técnica irão observar que o filtro **500** pode ser usado tal como é ou pode ser reforçado com um suporte adequado (por exemplo, uma tela de metal expandido) e, opcionalmente, montado em uma estrutura adequada (por exemplo, uma estrutura de metal ou de papelão) a fim de fornecer um filtro substituível para utilização em, por exemplo, sistemas de condicionamento de ar. Acredita-se que a rigidez aumentada do filtro pregueado **500** (proveniente da presença das fibras com diâmetro maior na camada de filtração monocomponente apresentada) contribui para a resistência aumentada do filtro pregueado **500** contra a deformação da prega em altas velocidades de face no filtro. Além da camada de filtração monocomponente **502**, detalhes adicionais em relação à construção do filtro **500** serão familiares para os versados na técnica.

Quando usada com o propósito de produzir um filtro pregueado (por exemplo, como a camada de filtração monocomponente **502** mostrada na **figura 5**), a manta apresentada possui, de preferência, uma rigidez Gurley de, pelo menos, cerca de 100 mg antes do pregueamento e pode possuir uma rigidez Gurley de, pelo menos, cerca de 200 mg ou, pelo menos, cerca de 300 mg antes do pregueamento. Quando exposto a um aerossol de partícula DOP com 0,185 µm de diâmetro com fluxo de 85 litros/min em uma concentração transportada pelo ar de cerca de 100 mg/m³, o filtro pregueado apresentado possui, de preferência, uma eficiência média de submicron inicial de, pelo menos, cerca de 15% em uma velocidade de face de 1,52 metros/segundo (300 pés/min) e pode ter uma eficiência média de submicron inicial de, pelo menos, cerca de 25% ou, pelo menos, cerca de 50%.

Quando avaliado em uma velocidade de face de 13,8 cm/segundo usando-se tal teste de DOP, a manta plana, a partir da qual um filtro pregueado pode ser formado, possui, de preferência, um fator de qualidade de filtração inicial **FQ** de, pelo menos, cerca de 0,3 e, com mais preferência, pelo menos cerca de 0,4.

As mantas de não-tecido apresentadas podem formar respiradores moldados, filtros pregueados e outros artigos finalizados, usando-se os métodos e os elementos adicionais que serão familiares aos versados na técnica. Durante a formação de formatos tridimensionais, pode ser desejável monitorar as propriedades da manta plana, como gramatura, espessura da manta, solidez, DEF, rigidez Gurley, rigidez Taber, queda de pressão, percentual de penetração de NaCl inicial, percentual de penetração de DOP ou Fator de Qualidade **FQ** antes da conformação, e monitorar as propriedades da matriz conformada (por exemplo, moldada ou pregueada), como rigidez King, Resistência à Deformação **RD**, queda de pressão ou eficiência média de submicron inicial após a conformação. Por exemplo, as propriedades de moldagem podem ser avaliadas através da formação de uma matriz de teste em formato de bojo entre o encaixe das metades macho e fêmea de um molde hemisférico com um raio de 55 mm e um volume de 310 cm³.

O DEF pode ser determinado (salvo se de outro modo especificado) com o uso de um índice de fluxo de ar de 32 L/min (correspondente a uma velocidade de face de 5,3 cm/segundo), com o uso do método descrito por Davies, C. N., em "The Separation of Airborne Dust and Particles", Instituto de Engenharia Mecânica (Institution of Mechanical Engineers), Londres, Procedimentos 1B, 1952.

A rigidez Gurley pode ser determinada com o uso de um Equipamento para Teste de Resistência à Flexão Modelo 4171E GURLEY™ disponível junto à Gurley Precision Instruments. As formas retangulares de

3,8 cm x 5,1 são cortadas por matriz a partir das mantas com o lado comprido da amostra alinhado com a direção transversal da manta (transversal à manta). As amostras são carregadas no Equipamento para Teste de Resistência à Flexão com o lado comprido da amostra na garra de retenção da manta. As amostras são flexionadas em ambas as direções, isto é, com o braço de teste pressionado contra a primeira face da amostra principal e, então, contra a segunda face da amostra principal, e a média das duas medições é registrada como a rigidez em miligramas. O teste é tratado como um teste destrutivo e, se forem necessárias medições adicionais, são empregadas novas amostras.

A rigidez Taber pode ser determinada através da utilização de um Equipamento para Teste Modelo 150-B TABER™ (disponível comercialmente junto à Taber Industries). As seções quadradas de 3,8 cm x 3,8 cm são cuidadosamente cortadas das mantas com o uso de uma lâmina de navalha afiada a fim de evitar a fusão da fibra, e avaliadas para determinar a rigidez dessas na máquina e as direções transversas com o uso de 3 a 4 amostras e uma deflexão de amostra de 15°.

O percentual de penetração, a queda de pressão e o fator de qualidade de filtração **FQ** podem ser determinados usando-se um aerossol de teste que contém partículas de NaCl ou de DOP distribuídas em um índice de fluxo de 85 litros/min (exceto quando indicado ao contrário), e avaliados com o uso de um equipamento para teste de filtros automatizados com alta velocidade TSI™ Modelo 8130 (disponível comercialmente junto à TSI Inc.). Para o teste de NaCl, as partículas podem ser geradas a partir de uma solução de NaCl de 2% a fim de fornecer um aerossol que contenha partículas com um diâmetro de cerca de 0,075 µm em uma concentração transportada pelo ar de cerca de 16 a 23 mg/m³, e o Equipamento para Teste de Filtros Automatizado pode ser operado tanto com o aquecedor como com o neutralizador de partícula ligados. Para o teste de DOP, o aerossol pode

conter partículas com um diâmetro de cerca de 0,185 µm a uma concentração de cerca de 100 mg/m³, e o Equipamento para Teste de Filtros Automatizado pode ser operado tanto com o aquecedor como com o neutralizador de partícula desligados. As amostras podem estar expostas à penetração de partícula máxima de NaCl ou de DOP em uma velocidade de face de 13,8 cm/segundo para as amostras de manta plana ou em um índice de fluxo de 85 litros/min para uma matriz moldada ou com formato antes da conclusão do teste. Os fotômetros calibrados podem ser empregados na entrada e na saída do filtro de modo a medir a concentração de partícula e o percentual da penetração de partícula através do filtro. Um transdutor de pressão MKS (disponível comercialmente junto à MKS Instruments) pode ser empregado para medir a queda de pressão (ΔP, mm H₂O) através do filtro. A equação:

$$FQ = \frac{-\ln\left(\frac{\%Penetração\ de\ partículas}{100}\right)}{\Delta P}$$

pode ser usada para calcular **FQ**. Os parâmetros que podem ser medidos ou calculados para o aerossol de teste escolhido incluem a penetração de partículas inicial, a queda de pressão inicial, o fator de qualidade **FQ** inicial, a penetração de partículas máxima, a queda de pressão em uma penetração máxima e as miligramas do carregamento de partícula em penetração máxima (o teste do peso total para o filtro até o momento da penetração máxima). O valor do fator de qualidade **FQ** inicial fornece, usualmente, um indicador confiável de desempenho geral com valores de **FQ** iniciais mais altos indicando melhor desempenho de filtração e valores de **FQ** iniciais mais baixos indicando desempenho de filtração reduzido.

A rigidez King pode ser determinada usando-se um Equipamento para Teste de rigidez King disponível junto à J. A. King & Co., Greensboro, North Carolina, EUA a fim de empurrar uma sonda de face plana com 2,54 cm de diâmetro por 8,1 m de comprimento contra um respirador moldado em

formato de bojo preparado através da formação de uma matriz de teste em formato de bojo entre o encaixe das metades macho e fêmea de um molde hemisférico com um raio de 55 mm e um volume de 310 cm³. As matrizes moldadas são colocadas sob a sonda do equipamento de teste para a
5 avaliação, após a secagem da primeira ter sido permitida.

A eficiência média de submicron inicial pode ser determinada através da instalação de um filtro estruturado formando um duto de teste e submetendo o filtro às partículas de cloreto de potássio que foram secas e neutralizadas quanto à carga. Uma velocidade de face de teste de
10 1,52 metros/segundo (300 pés/min) pode ser empregada. Um contador de partícula óptico pode ser usado a fim de medir a concentração de partículas a montantes e a jusantes do filtro de teste ao longo de uma série de doze canaletas ou faixas de tamanho de partícula. As faixas do tamanho de partícula em cada canaleta são tomadas a partir do padrão ASHRAE 52,2 ("Method of
15 Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size"). A equação:

$$\text{Eficiência de captura (\%)} = \frac{\text{Contagem de partícula a montante} - \text{contagem de partícula a jusante}}{\text{Contagem de partícula a montante}} \times 100$$

pode ser usada para determinar a eficiência de captura para cada canaleta. Os valores da eficiência de captura para cada uma das quatro canaletas de submicron (*isto é*, diâmetros da partícula de 0,3 a 0,4 µm, 0,4 a 0,55 µm, 0,55 a
20 0,7 µm e 0,7 a 1,0 µm) podem ter um cálculo da média com o objetivo de obter um único valor para a "eficiência média de submicron inicial". Os resultados da velocidade, eficiência e queda de pressão de teste são todos relatados com frequência.

As mantas de não-tecido apresentadas podem ser usadas para
25 uma variedade de formatos de respirador moldado. As mantas de não-tecido apresentadas podem, também, ser usadas para uma variedade de

configurações de filtro que incluem filtros para condicionamento de ar (por exemplo, fornalha), filtros de cabina de veículo, filtros para limpeza de ambiente, filtros umectantes, filtros desumectantes, filtros purificadores de ar de ambiente, filtros para disco rígido e outros artigos para filtração planos, auto-sustentáveis ou com sustentação por pregas. As mantas de não-tecido apresentadas podem, caso desejado, incluir uma ou mais camadas adicionais além da manta monocomponente apresentada. Por exemplo, os respiradores moldados podem empregar camadas de revestimento externo ou interno para propósitos estéticos ou de conforto e não para filtração ou enrijecimento. Ademais, uma ou mais camadas porosas que contenham partículas absorventes podem ser empregadas para capturar vapores de interesse, como as camadas porosas descritas no Pedido de Patente de N° de Série US 11/431.152 depositado em 8 de maio de 2006 e intitulado PARTICLE-CONTAINING FIBROUS WEB. Outras camadas (incluindo camadas de enrijecimento ou elementos de enrijecimento) podem estar incluídas, caso desejado, mesmo que não seja exigido que as mesmas forneçam uma matriz de camada única conformada com rigidez adequada para uma aplicação pretendida. As mantas de não-tecido apresentadas podem, ainda, ser usadas para aplicações além da filtração de ar, por exemplo, para filtros de líquidos (por exemplo, médicos), isolamento térmico, isolamento acústico, materiais para embalagem, componentes para calçados que incluem gáspeas, componentes da sola e elementos de inserção, e para trajes que incluem vestimentas para uso externo, vestimentas para uso em atividades e vestuários para material perigoso.

A invenção é adicionalmente ilustrada nos seguintes exemplos ilustrativos, nos quais todas as partes e porcentagens são demonstradas em peso exceto quando indicado ao contrário.

EXEMPLO 1

Ao usar um aparelho como o mostrado na **figura 2** e na **figura 3** e

os procedimentos como aqueles descritos em Wentz, Van A. "superfine Thermoplastic Fiber", Industrial and Engineering Chemistry, vol. 48. N° 8, 1956, páginas de 1342 a 1346 e Naval Research Laboratory Report 111437, 15 de abril de 1954, foi formada uma manta de camada única monocomponente produzida por fiação por fusão a partir de fibras maiores e fibras com tamanhos menores da mesma composição polimérica. As fibras de tamanho maior foram formadas com o uso de um polipropileno TOTAL 3960 (um polímero com 350 de índice de fluidez) às quais foi adicionado 0,8% de estabilizante de luz com amina impedida CHIMASSORB 944 como um aditivo de carregamento de eletreto e 1% de pigmento azul POLYONE™ n° CC10054018WE disponível junto à PolyOne Corp. com o propósito de auxiliar na avaliação da distribuição de fibras de tamanho maior na manta. A blenda polimérica azul resultante foi alimentada por uma extrusora de rosca única Modelo 20 DAVIS STANDARD™ de 50,8 mm (2 polegadas) disponível junto à Davis Standard Division of Crompton & Knowles Corp. A extrusora possui um comprimento de 152 cm (60 polegadas) e uma razão de 30/1 de comprimento/diâmetro. As fibras com tamanho menor foram formadas usando-se polipropileno EXXON PP3746 (um polímero com 1475 de índice de fluidez) disponível junto à Exxon Mobil Corporation, às quais adicionou-se 0,8% de estabilizante de luz com amina impedida CHIMASSORB 944. Esse último polímero era de cor branca e foi alimentado por uma extrusora de rosca única KILLION™ de 19 mm (0,75 polegada) disponível junto à Davis Standard Division of Crompton & Knowles Corp. Ao usar bombas de material fundido de 10 cc/rev ZENITH™ disponíveis junto à Zenith Pumps, o fluxo de cada polímero foi medido para separar as cavidades da matriz em uma matriz produzida por fiação por fusão com orifício sondado de 50,8 cm (20 polegadas) de largura empregando-se orifícios de 0,38 mm (0,015 polegada) de diâmetro em um espaçamento de 10 orifícios/cm (25 orifícios/polegada) com orifícios alternantes alimentados por cada cavidade da matriz. O ar aquecido atenuou as fibras na ponta da matriz. A

faca pneumática empregou um retrocesso positivo de 0,25 mm (0,010 polegada) e um vão aéreo de 0,76 mm (0,030 polegada). Um vácuo moderado foi tracionado através de uma tela coletora de rede média em um ponto de formação da manta.

O índice de saída do polímero proveniente das extrusoras foi de 0,18 kg/cm/h (1,0 lbs/polegada/h), a DCD (distância matriz-para-coletor) foi de 57,2 cm(22,5 polegadas) e a velocidade coletora foi ajustada conforme a necessidade para fornecer mantas com uma gramatura de 208 gsm. Um DEF alvo de 20 μ m foi alcançado através da alteração dos índices do fluxo de extrusão, das temperaturas de extrusão e da pressão do ar aquecido, conforme a necessidade.

Através do ajuste do índice de polímero de cada extrusora, uma manta com 75% de fibras de tamanho maior e 25% de fibras de tamanho menor foi produzida. A manta foi hidrocarregada com água destilada, de acordo com a técnica ensinada na patente U.S. N° 5.496.507 (Angadjivand et al. '507), e permite-se que a mesma seque. Expostos na tabela 1A abaixo estão: o Número de série, a gramatura, o DEF, a espessura da manta, a queda de pressão inicial, a penetração de NaCl inicial e o fator de qualidade **FQ** para a manta plana a uma velocidade de face de 13,8 cm/segundo:

TABELA 1A

N° de série	Gramatura, gsm	DEF, em μ m	Espessura, mm	Queda de pressão, Pa (mm H ₂ O)	Penetração inicial, %	Fator de qualidade, 1/mmH ₂ O
1-1F	208	20,3	4,49	28,4 (2,9)	4,1	1,10

A manta da tabela 1A foi, a seguir, moldada para formar uma matriz moldada em formato de bojo para uso como um respirador pessoal. O molde superior foi aquecido a cerca de 113°C (235°F), o molde inferior foi aquecido a cerca de 116°C (240°F), um vão de molde de 0,51 mm(0,020 polegada) foi empregado e a manta foi deixada no molde por cerca de 6 segundos. Mediante à remoção do molde, a matriz reteve seu

formato moldado. Expostos abaixo na tabela 1B estão: o Número de série, a rigidez King, a queda de pressão inicial, a penetração de NaCl inicial e a penetração de carga máxima para a matriz moldada.

TABELA 1B

Nº de série	Rigidez King, N	Queda de pressão, Pa (mm H ₂ O)	Penetração inicial, %	Penetração de carga máxima, %
1-1M	1,33	51,0 (5,2)	6,5	17,1

Os dados na Tabela 1B mostra que a matriz moldada obteve rigidez apreciável.

EXEMPLO 2

O Exemplo 1 foi repetido sem o uso do aditivo do carregamento de eletreto tanto nas fibras de tamanho maior como nas de tamanho menor. A manta foi carregada por plasma, de acordo com a técnica ensinada na patente U.S. Nº 6.660.210 (Jones et al.), e, então, hidrocarregada com água destilada, de acordo com a técnica ensinada na patente U.S. Nº 5.496.507 (Angadjivand et al. '507), e permite-se que a mesma seque. Expostos na tabela 2A abaixo estão: o Número de série, a gramatura, o DEF, a espessura da manta, a queda de pressão inicial, a penetração de NaCl inicial e o fator de qualidade **FQ** para a manta plana a uma velocidade de face de 13,8 cm/segundo:

TABELA 2A

Nº de série	Gramatura, gsm	DEF, em µm	Espessura, mm	Queda de pressão, Pa (mm H ₂ O)	Penetração inicial, %	Fator de qualidade, 1/ mm H ₂ O
2-1F	204	13,4	4,92	51,0 (5,2)	1,9	0,76

A manta da tabela 2A foi moldada, a seguir, de acordo com o método do exemplo 1. Mediante à remoção do molde, a matriz reteve seu formato moldado. Expostos abaixo na tabela 2B estão: o número de série, a rigidez King, a queda de pressão inicial, a penetração de NaCl inicial e a

penetração de carga máxima para a matriz moldada.

TABELA 2B

Nº de série	Rigidez King, N	Queda de pressão, Pa	Penetração inicial,	Penetração de carga
		(mm H ₂ O)	%	máxima, %
2-1M	1,47	84,3 (8,6)	1,95	3,67

Os dados da tabela 2B mostram que essa matriz moldada fornece uma camada de filtração de camada única monocomponente, a qual passa pelo teste de carga de NaCl N95 de 42 C.F.R. Parte 84.

EXEMPLO 3

Ao usar o método do exemplo 1, uma manta de camada única monocomponente foi formada. As fibras de tamanho maior foram formadas usando um polipropileno TOTAL 3868 (um polímero com 37 de índice de fluidez) às quais foi adicionado 0,8% de estabilizante de luz com amina impedida CHIMASSORB 944 disponível junto à Ciba Specialty Chemicals como um aditivo de carregamento de eletreto e 2% de pigmento azul POLYONE™ N° CC10054018WE disponível junto à POLYONE™. As fibras de tamanho menor foram formadas com o uso de polipropileno EXXON PP3746G, ao qual adicionou-se 0,8% de estabilizante de luz com amina impedida CHIMASSORB 944. O índice de saída do polímero proveniente das extrusoras foi de 0,27 kg/cm/h (1,5 lbs/polegada/h), a DCD (distância matriz-para-coletor) foi de 34,3 cm (13,5 polegadas) e o índice de polímero de cada extrusora foi ajustado de modo a fornecer uma manta com 65% de fibras de tamanho maior e 35% de fibras de tamanho menor. A manta foi hidrocarregada com água destilada, de acordo com a técnica ensinada na patente U.S. N° 5.496.507 (Angadjivand et al. '507), e permite-se que a mesma seque. Expostos na tabela 3A abaixo estão: o número de série, a gramatura, o DEF, a espessura da manta, a queda de pressão inicial, a penetração de NaCl inicial e o fator de qualidade **FQ** para a manta plana a

uma velocidade de face de 13,8 cm/segundo:

TABELA 3A

N° de série	Gramatura, gsm	DEF, em µm	Espessura, mm	Queda de pressão, Pa (mm H ₂ O)	Penetração inicial, %	Fator de qualidade, 1/mmH ₂ O
3-1F	226	15,1	3,76	37,3 (3,8)	1,3	1,06

A manta da tabela 3A foi, a seguir, moldada para formar uma matriz moldada em formato de bojo para uso como um respirador pessoal. O topo e o fundo do molde foram aquecidos a cerca de 110°C (230°F), um vão do molde de 1,02 mm (0,040 polegada) foi empregado e a manta foi deixada no molde por cerca de 9 segundos. Mediante à remoção do molde, a matriz reteve seu formato moldado. Expostos abaixo na tabela 3B estão: o número de série, a rigidez King, a queda de pressão inicial, a penetração de NaCl inicial e a penetração de carga máxima para a matriz moldada.

TABELA 3B

N° de série	Rigidez King, N	Queda de pressão, Pa (mm H ₂ O)	Penetração inicial, %	Penetração de carga máxima, %
3-1M	2,88	33,3 (3,4)	0,053	2,26

A **figura 6** é um gráfico mostrando a porcentagem de penetração do NaCl e a queda de pressão para o respirador moldado de N° de série 3-1M e a **figura 7** é um gráfico similar para um respirador N95 comercial produzido a partir dos meios filtrantes de multicamada. As curvas **A** e **B** são, respectivamente, resultados da porcentagem de penetração de NaCl e da queda de pressão para o respirador do Estudo N° 13-1M, e as curvas **C** e **D** são, respectivamente, os resultados da porcentagem de penetração de NaCl e da queda de pressão para o respirador comercial. A **figura 6** e os dados da Tabela 3B mostram que a matriz moldada do Estudo N° 3-1M fornece uma camada de filtração de camada única monocomponente, a qual passa pelo teste de carregamento de NaCl N95

de 42 C.F.R. Parte 84, e a qual pode oferecer um tempo de vida útil do filtro mais longo do que o respirador comercial.

A **figura 8** e a **figura 9** são, respectivamente, uma fotomicrografia e um histograma da contagem de fibras (frequência) versus o tamanho da fibra em μm para a matriz moldada de N° de série 3-1M. É mostradon na Tabela 3C abaixo o sumário das contagens da distribuição do tamanho da fibra, e na Tabela 3D abaixo é mostrado um sumário das estatísticas do tamanho da fibra para a matriz moldada do Estudo N° 3-1M.

TABELA 3C

Tamanho, μm	Frequência	Cumulativo %
0	0	,00%
2,5	30	22,56%
5	46	57,14%
7,5	20	72,18%
10	11	80,45%
12,5	0	80,45%
15	4	83,46%
17,5	2	84,96%
20	3	87,22%
22,5	2	88,72%
25	3	90,98%
27,5	1	91,73%
30	3	93,98%
32,5	2	95,49%
35	2	96,99%
37,5	1	97,74%
40	2	99,25%
Maior	1	100,00%

TABELA 3D

Estatística	Valor, μm
Diâmetro médio da fibra, μm	8,27
Diâmetro da fibra do desvio padrão, μm	9,56
Diâmetro mínimo da fibra, μm	0,51
Diâmetro máximo da fibra, μm	46,40
Diâmetro mediano da fibra, μm	4,57
Modo, μm	2,17
Contagem de fibras	133

A **figura 8** mostra que as fibras da matriz são ligadas entre si em pelo menos alguns pontos de intersecção da fibra. A **figura 9** e os dados da tabela 3C mostram que a mistura das fibras de tamanho maior e as fibras de tamanho menor foi polimodal, com, pelo menos, três modos locais.

EXEMPLO 4

A manta do exemplo 1 foi transformado em um elemento de filtro pregueado com uma altura de prega de 20 mm e um espaçamento de pregas de 11 mm. As pregas são estabilizadas através da colagem de uma tela de arame expandida às pontas da prega em ambos os lados do filtro. O filtro foi estruturado com uma estrutura de madeira particulada inteiriça tendo abas de 12,7 mm (0,5 polegada) dobradas sobre o perímetro do filtro em ambos os lados do elemento do filtro. A área aberta do filtro era de aproximadamente 188 x 305 mm (7,4 x 12,0 polegadas). O elemento de filtro foi testado em relação a sua queda de pressão inicial e eficiência fracionária inicial a uma velocidade de face de 1,52 m/s (300 pés/min). A queda de pressão inicial foi de 0,21 kPa (0,831 polegada) de H_2O . Os resultados para as faixas de tamanho de partícula particulares são mostradas abaixo na tabela 4A.

TABELA 4A

Faixa de tamanho, μm	Eficiência fracionária inicial, %
0,3 a 0,4	92,0
0,4 a 0,55	95,6
0,55 a 0,7	98,1
0,7 a 1,0	99,1
1,0 a 1,3	99,6
1,3 a 1,6	99,7
1,6 a 2,2	99,8
2,2 a 3,0	99,9
3,0 a 4,0	99,9
4,0 a 5,5	100,0
5,5 a 7,0	100,0
7,0 a 10,0	100,0

Os resultados na tabela 4A mostram que a eficiência de submicron inicial média para esse filtro foi de 96,2%. O filtro ofereceu uma combinação desejável de baixa queda de pressão inicial e boa eficiência de

5 captura.

Inúmeras modalidades da invenção foram descritas. No entanto, será compreendido que várias modificações podem ser realizadas sem que se desvie da invenção. Consequentemente, outras modalidades estão dentro do escopo das reivindicações a seguir.

REIVINDICAÇÕES

1. MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE ARTIGOS DE FILTRAÇÃO COM FORMATO, caracterizado pelo fato de que compreende:

a) formar uma manta de não-tecido monocomponente através de:

5 i) escoar o primeiro e o segundo materiais formadores de fibra da mesma composição polimérica através de uma matriz de fiação por fusão que compreende uma primeira e segunda cavidades da matriz na comunicação fluida respectiva com o primeiro e o segundo conjuntos de orifícios em uma ponta da matriz de fiação por fusão, sendo que o primeiro material formador de
10 fibra é escoado em um índice de fluxo ou viscosidade menores através da primeira cavidade da matriz e do primeiro conjunto de orifícios a fim de formar um conjunto de filamentos de tamanho menor e o segundo material formador de fibra escoa em um índice de fluxo ou viscosidade maiores através da segunda cavidade da matriz e do segundo conjunto de orifícios a fim de formar
15 um conjunto de filamentos de tamanho maior;

ii) mesclar os filamentos de tamanho menor e de tamanho maior enquanto os atenua nas fibras entre correntes convergentes de ar ou de outro fluido;

20 iii) coletar as fibras atenuadas como uma manta de não-tecido que contém uma mistura bimodal fiada por fusão de tamanho de fibra/fração de massa de microfibras contínuas entrelaçadas e fibras de tamanho maior da mesma composição polimérica, e

b) moldar, preguear ou, de outro modo, formatar a manta em uma matriz de camada única monocomponente porosa não-planar e auto-suportada
25 de fibras ligadas entre si em, pelo menos, alguns pontos da intersecção de fibra.

2. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a manta coletada possui um histograma da fração da massa

versus o tamanho da fibra em μm com um modo de fibra de tamanho maior de cerca de 10 a cerca de 50 μm .

3. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a manta coletada possui um histograma da fração da massa versus o tamanho da fibra em μm com um modo de fibra de tamanho maior de cerca de 10 a cerca de 40 μm .

4. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a manta coletada possui um histograma da fração da massa versus o tamanho da fibra em μm com um modo de microfibras de cerca de 1 a cerca de 5 μm e um modo de fibra de tamanho maior de cerca de 12 a cerca de 30 μm .

5. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a manta coletada possui um histograma de contagem de fibra (frequência) versus o tamanho da fibra em μm com, pelo menos, dois modos cujos tamanhos da fibra correspondentes diferem em, pelo menos, 50% do tamanho da fibra menor.

6. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a manta coletada contém microfibras tendo um tamanho de cerca de 0,1 a cerca de 10 μm e fibras de tamanho maior tendo um tamanho de cerca de 10 a cerca de 70 μm .

7. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a manta coletada contém microfibras tendo um tamanho de cerca de 0,1 a cerca de 5 μm e fibras de tamanho maior tendo um tamanho de cerca de 15 a cerca de 50 μm .

8. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as microfibras fornecem, pelo menos, 40% da área superficial fibrosa da manta.

9. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado

pelo fato de que compreende adicionalmente o carregamento da manta.

10. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a manta coletada possui uma rigidez Gurley de, pelo menos, cerca de 100 mg antes de receber formato.

5 11. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a manta coletada possui uma rigidez Gurley de, pelo menos, cerca de 200 mg antes de receber formato.

12. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende a moldagem da manta para formar uma matriz
10 em formato de bojo tendo uma rigidez King superior a 1 N.

13. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende a moldagem da manta para formar uma matriz em formato de bojo tendo uma rigidez King superior a 2 N.

14. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado
15 pelo fato de que compreende o pregueamento da manta.

15. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o primeiro e o segundo conjuntos de orifícios estão enfileirados.

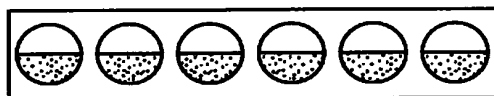


Fig. 1a

Técnica anterior

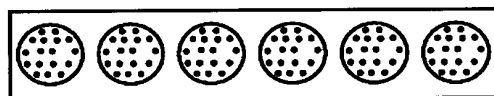


Fig. 1b

Técnica anterior

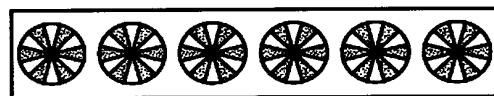


Fig. 1c

Técnica anterior

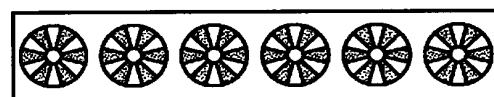


Fig. 1d

Técnica anterior

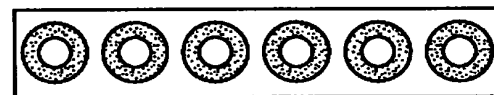


Fig. 1e

Técnica anterior

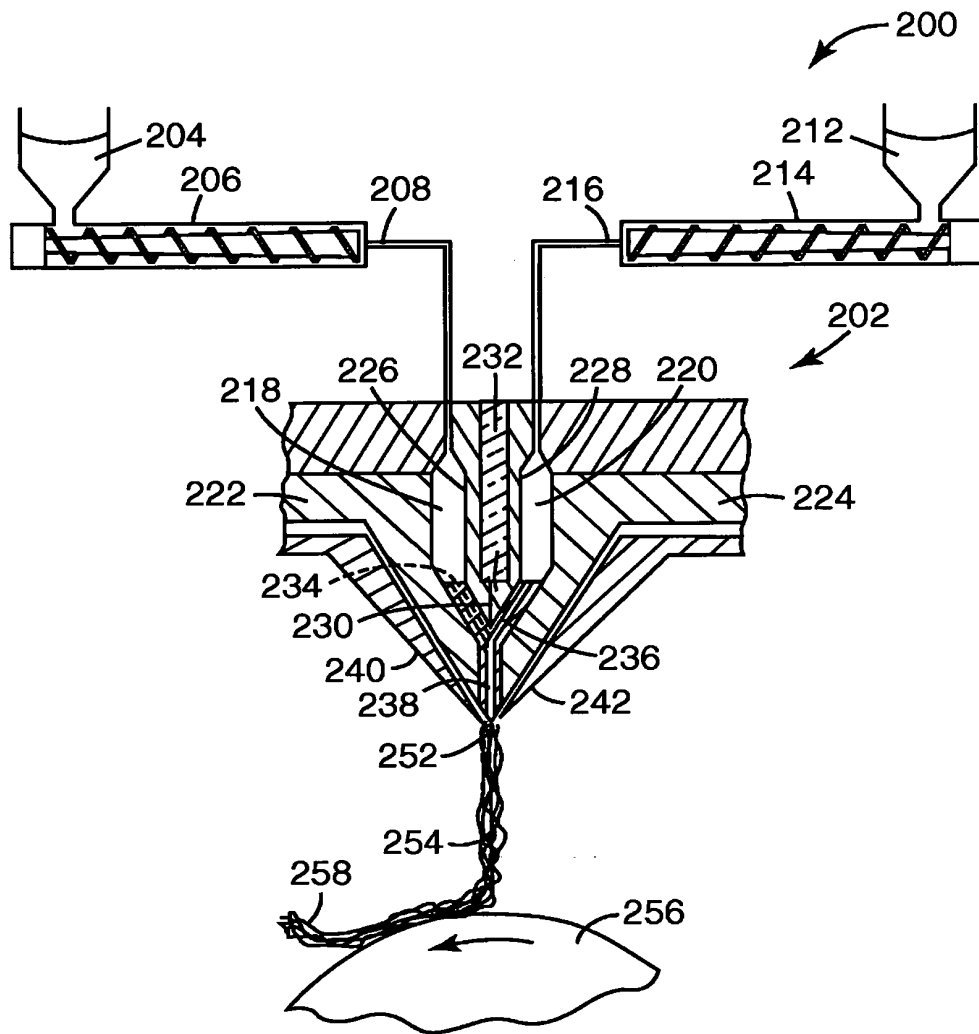


Fig. 2

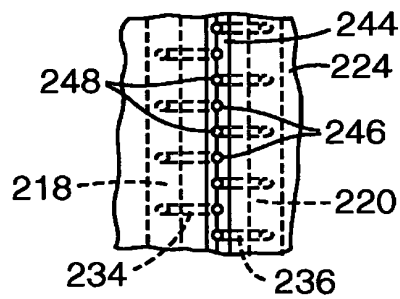
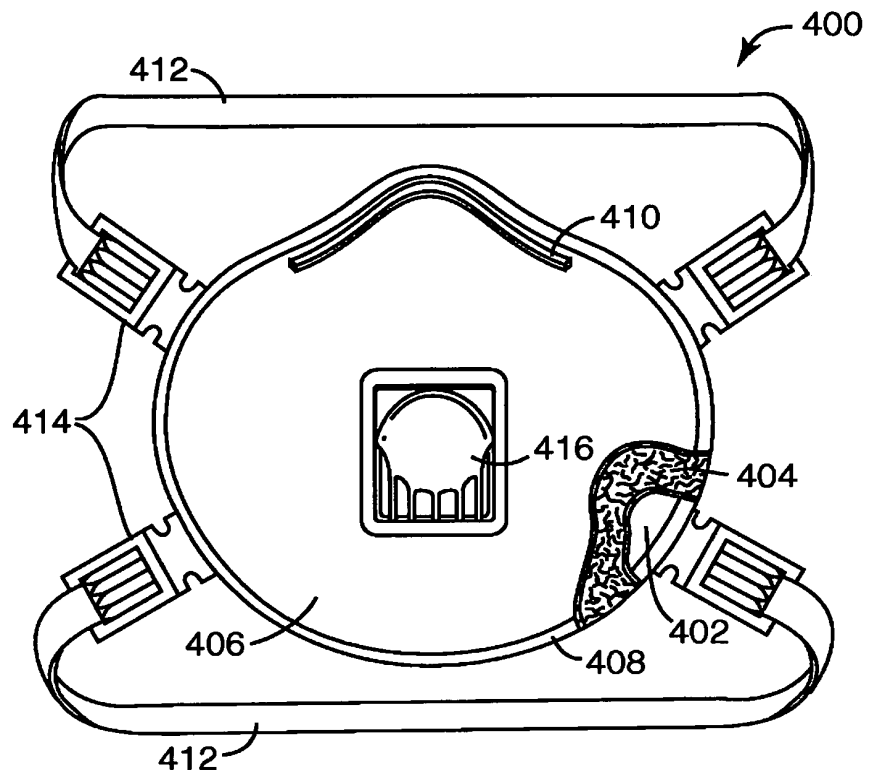
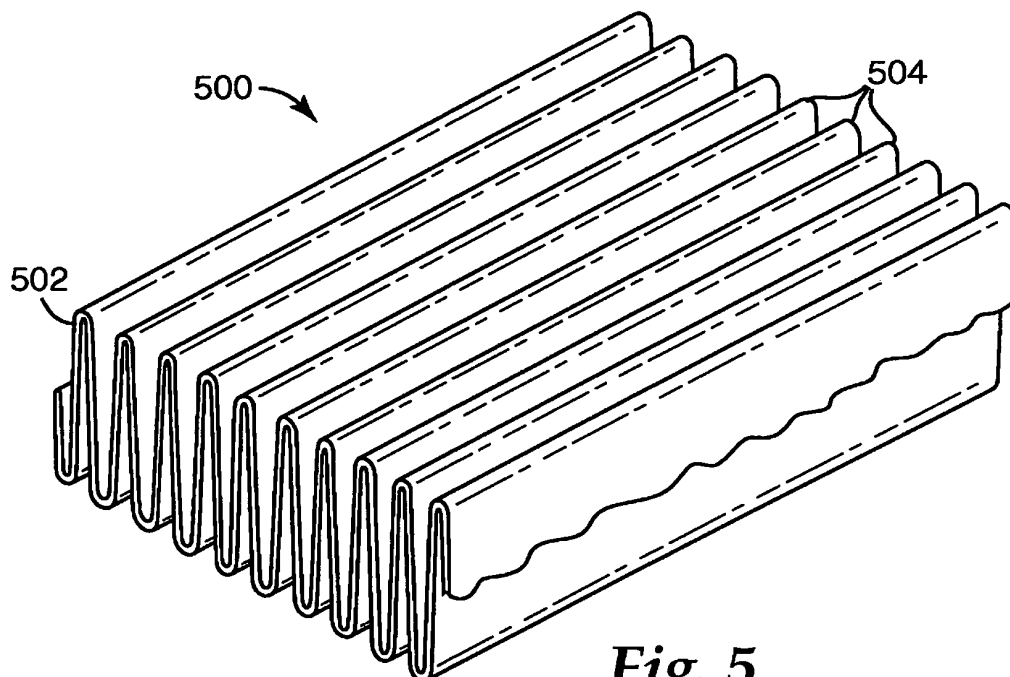
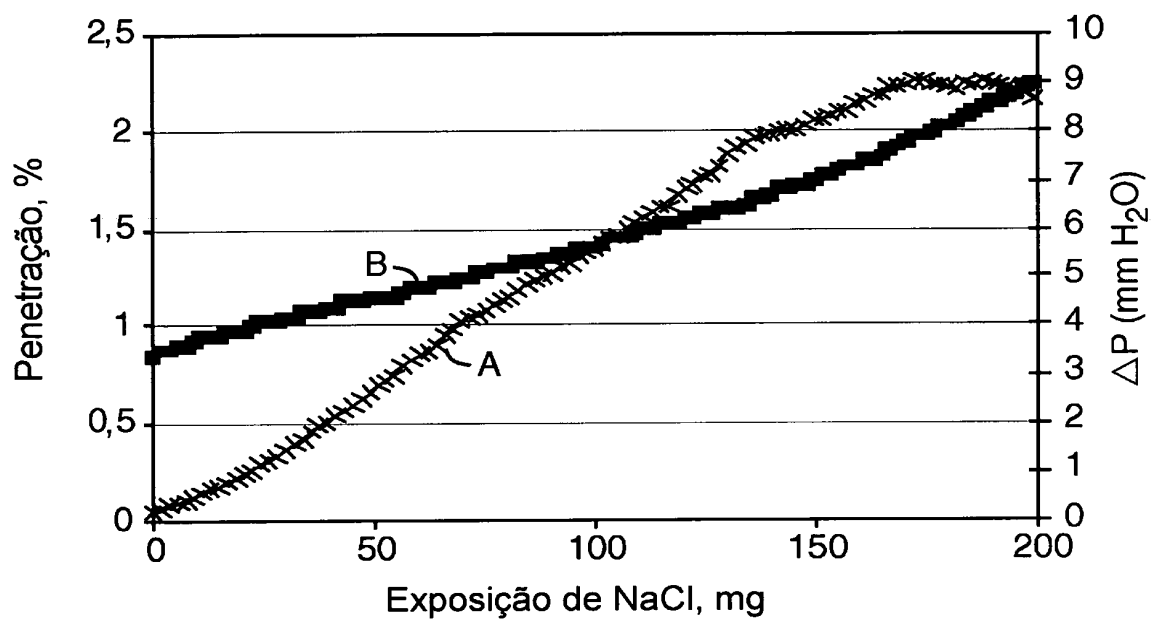
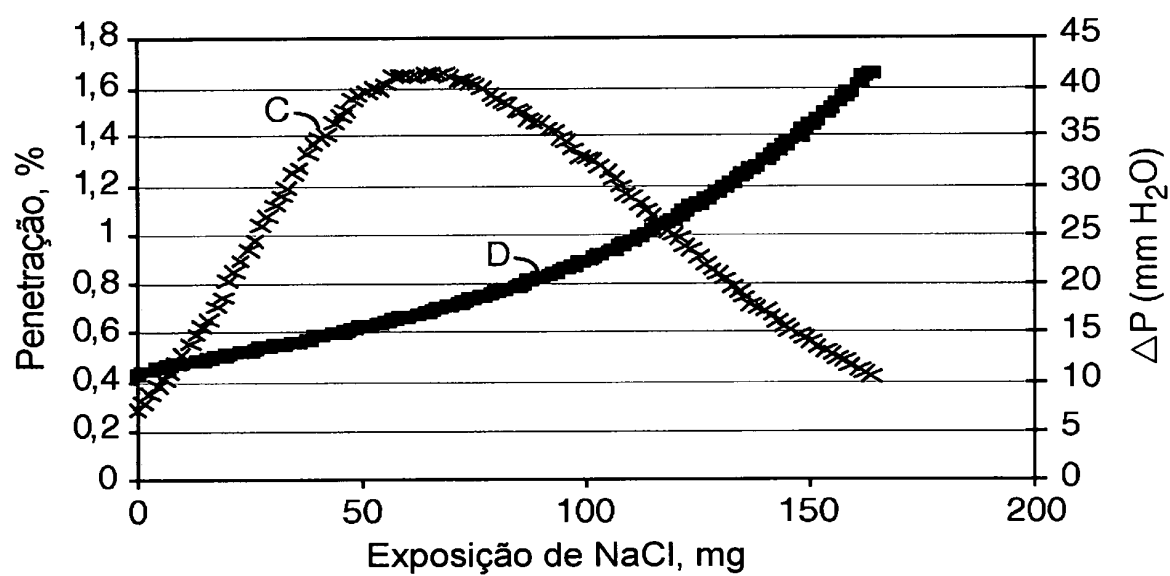
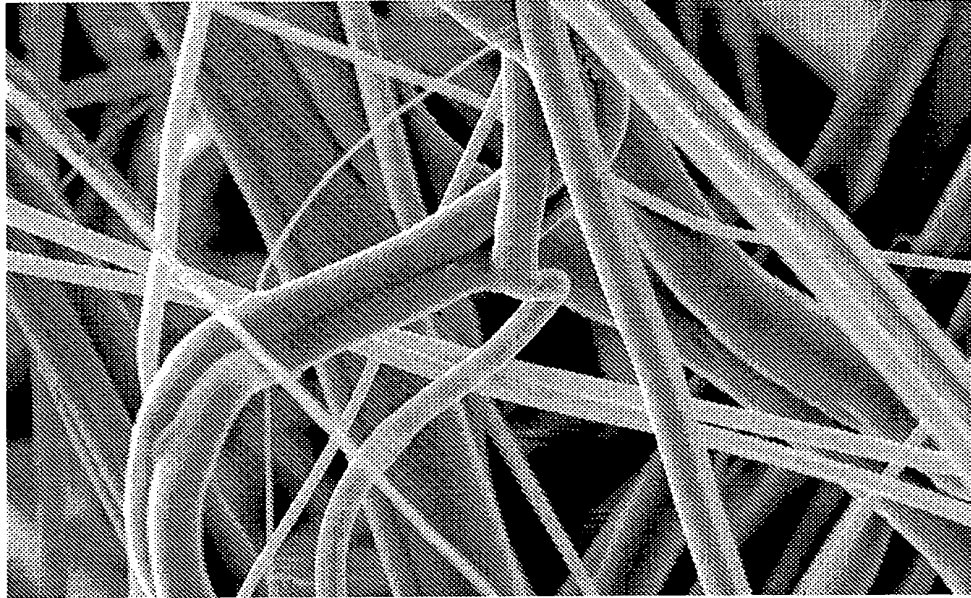
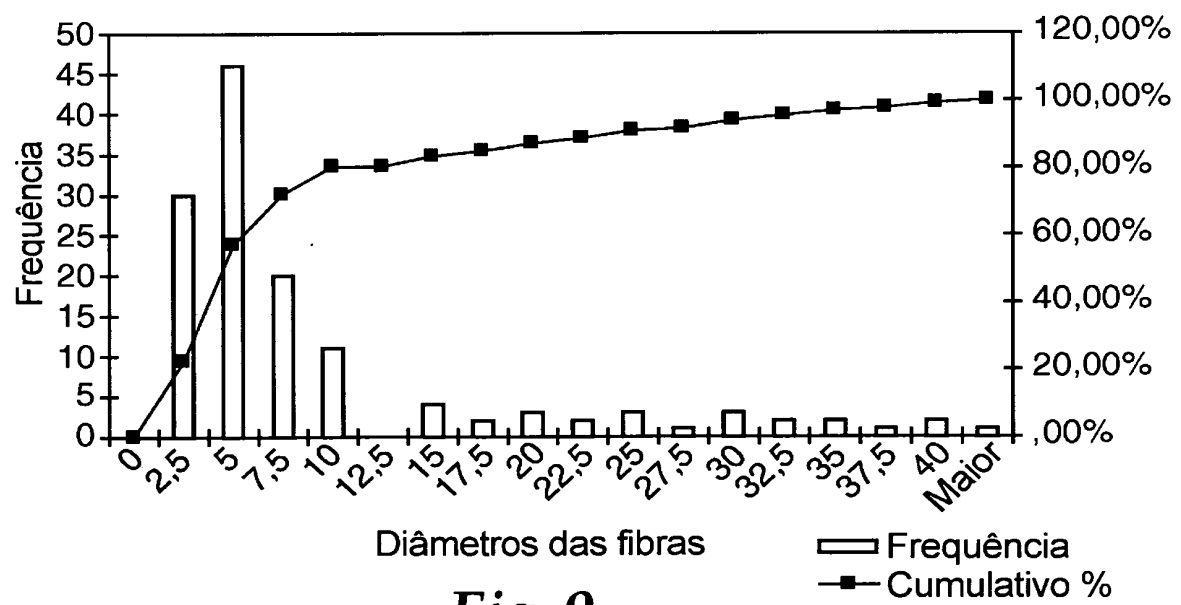


Fig. 3

*Fig. 4**Fig. 5*

*Fig. 6**Fig. 7*

*Fig. 8*50 μm *Fig. 9*

RESUMO**“MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE ARTIGOS DE FILTRAÇÃO COM
FORMATO”**

A presente invenção refere-se a artigos de filtração com formato

5 produzidos a partir de uma manta de não-tecido monocomponente formada através do escoamento do primeiro e do segundo materiais formadores de fibra da mesma composição polimérica através da primeira e da segunda cavidades da matriz em comunicação fluida respectiva com o primeiro e o segundo

10 conjuntos de orifícios em uma ponta da matriz produzida por fiação por fusão. O primeiro material formador de fibra escoa em um índice de fluxo ou viscosidade menor através da primeira cavidade da matriz e do primeiro conjunto de orifícios para formar um conjunto de filamentos de tamanho menor, e o segundo material formador de fibra escoa a um índice de fluxo ou viscosidade maior através da segunda cavidade da matriz e do segundo

15 conjunto de orifícios para formar um conjunto de filamentos de tamanho maior. A manta de não-tecido coletada contém uma mistura de tamanho de fibra/fração de massa bimodal de fiação por fusão de microfibras contínuas e fibras de tamanho maior entrelaçadas da mesma composição polimérica.