



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112018009812-4 B1



(22) Data do Depósito: 16/11/2016

(45) Data de Concessão: 05/04/2022

(54) Título: FIBRA SINTÉTICA, BATEDURA, MATERIAL ISOLANTE, FIO, ARTIGO, E, MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE UMA FIBRA SINTÉTICA.

(51) Int.Cl.: D01F 1/10; D01F 6/62; D06M 15/643.

(30) Prioridade Unionista: 17/11/2015 US 62/256374.

(73) Titular(es): PRIMALOFT, INC..

(72) Inventor(es): ROBERT R. DEMPSEY.

(86) Pedido PCT: PCT US2016062261 de 16/11/2016

(87) Publicação PCT: WO 2017/087511 de 26/05/2017

(85) Data do Início da Fase Nacional: 15/05/2018

(57) Resumo: FIBRA SINTÉTICA, BATEDURA, MATERIAL ISOLANTE, FIO, ARTIGO, E, MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE UMA FIBRA SINTÉTICA. A invenção provê uma fibra sintética que inclui: 0,1 a 15% em peso de partículas de aerogel tendo um diâmetro médio de 0,3 a 20 micrômetros; e 85 a 99,9% em peso de material de polímero, a fibra sintética tendo um denier de 0,1 a 0,9. São também providos artigos que incluem a fibra sintética, e métodos de produção da fibra sintética.

“FIBRA SINTÉTICA, BATEDURA, MATERIAL ISOLANTE, FIO, ARTIGO, E, MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE UMA FIBRA SINTÉTICA”

REFERÊNCIA CRUZADA PARA PEDIDOS RELACIONADOS

[001] Este pedido reivindica prioridade para o Pedido Provisório US Número 62/256.374, depositado em 17 de novembro de 2015, o conteúdo total do qual é incorporado aqui por referência.

CAMPO DA INVENÇÃO

[002] A presente invenção se refere geralmente à fibra sintética compreendendo material de polímero e partículas de aerogel, a isolamento compreendendo a fibra sintética, a artigos compreendendo a fibra sintética, e a métodos de formação da fibra sintética.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[003] A desejabilidade e efetividade de materiais de isolamento e artigos compreendendo materiais de isolamento são altamente dependentes, por exemplo, das propriedades de fibras usadas para produzir o isolamento. As fibras têm propriedades físicas diferentes, dependendo, *inter alia*, de sua natureza e composição. Por exemplo, fibras naturais tais como fibras de lã têm propriedades diferentes de fibras poliméricas, e as fibras poliméricas têm propriedades diferentes dependendo do(s) polímero(s) a partir do(s) qual(s) são feitas. Ao manter uma constante de denier da fibra, os melhoramentos nas propriedades térmicas de um artigo frequentemente ocorrem à custa do peso e/ou volume total adicionado de um artigo.

[004] Apesar de vários avanços no campo têxtil, permanece uma necessidade de materiais de isolamento com propriedades térmicas melhoradas, e, particularmente, para fibras que, quando incorporadas em artigos e materiais de isolamento, oferecem desempenho térmico melhorado sem peso adicionado.

[005] Embora certos aspectos de tecnologias convencionais tenham

sido discutidos para facilitar a descrição da invenção, o requerente, de modo algum nega estes aspectos técnicos, e é contemplado que a invenção reivindicada pode encerrar um ou mais aspectos técnicos convencionais.

[006] Neste relatório, onde um documento, procedimento ou item de conhecimento é referido como ou discutido, esta referência ou discussão não é uma admissão de que o documento, procedimento ou item de conhecimento ou qualquer combinação dos mesmos estava, na data de prioridade, publicamente disponível, conhecido do público, parte de conhecimento geral comum, ou de outra forma constitui a técnica antecedente sob as provisões estatutárias aplicáveis; ou é conhecido por ser relevante em uma tentativa de resolver qualquer problema com o qual este relatório está relacionado.

RESUMO DA INVENÇÃO

[007] Resumidamente, a presente invenção satisfaz a necessidade de fibra melhorada com propriedades térmicas benéficas. Em várias modalidades, a fibra inventiva pode ser usada em isolamento que demonstra propriedades térmicas melhoradas sem aumentar indesejavelmente o peso do isolamento.

[008] A presente invenção pode dirigir um ou mais dos problemas e deficiências da técnica discutida acima. No entanto, é contemplado que a invenção pode ser utilizável para dirigir outros problemas e deficiências em diversas áreas técnicas. Portanto, a invenção reivindicada não deve ser necessariamente interpretada como limitada para dirigir quaisquer dos problemas ou deficiências particulares discutidos aqui.

[009] Em um primeiro aspecto, a invenção provê uma fibra sintética que compreende:

- 0,1 a 15% em peso de partículas de aerogel, referidas partículas de aerogel tendo um diâmetro médio de 0,3 a 20 μm ; e
- 85 a 99,9% em peso de material de polímero,
- em que a fibra sintética tem um denier de 0,1 a 9,0.

[0010] Em um segundo aspecto, a invenção provê um material de isolamento compreendendo a fibra sintética.

[0011] Em um terceiro aspecto, a invenção provê um artigo compreendendo a fibra sintética do primeiro aspecto da invenção, ou o material de isolamento do segundo aspecto da invenção.

[0012] Em um quarto aspecto, a invenção provê um método de produção da fibra sintética ou de um artigo compreendendo a fibra sintética (por exemplo, roupa, material de isolamento, etc.), referido método compreendendo:

- misturar as partículas de aerogel e o material de polímero, formando assim uma mistura de aerogel/polímero;
- extrudar a mistura de aerogel/polímero; e
- realizar opcionalmente uma ou mais etapas adicionais de processamento, formando assim a fibra sintética ou artigo.

[0013] Certas modalidades da fibra sintética, isolamento e artigos presentemente descritos compreendendo a fibra sintética, e métodos de produção da fibra sintética têm várias características, nenhuma das quais é responsável isoladamente por seus atributos desejáveis. Sem limitar a escopo da fibra sintética, isolamento, artigos, e métodos como definidos pelas reivindicações que seguem, suas características mais proeminentes serão agora discutidas resumidamente. Após considerar essa discussão, e particularmente após ler a seção deste pedido intitulada “Descrição detalhada da invenção,” os versados entenderão como as características das várias modalidades descritas aqui provêem diversas vantagens em relação ao estado corrente da técnica. Por exemplo, em algumas modalidades, a fibra sintética provê propriedades térmicas melhoradas mesmo em aplicações de peso leve, tornando assim a mesma vantajosa para uso em, por exemplo, fios, materiais de isolamento tecidos e não tecidos, e artigos (por exemplo, trajes, calçados, roupa de cama e colchões e tecidos industriais). Modalidades da fibra sintética

podem oferecer construção de baixa densidade, desempenho térmico melhorado, e/ou resistência acústica melhorada apropriada para uso em, *inter alia*, produção de fios e isolamento para trajes e tecidos industriais, e na produção de outros artigos que tem demanda de isolamento.

[0014] Estas e outras características e vantagens desta invenção se tornarão aparentes a partir da descrição detalhada seguinte dos vários aspectos da invenção tomados em conjunto com as reivindicações anexas e os desenhos que acompanham.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0015] A presente invenção será descrita nas partes que se seguem em conjunto com as figuras dos desenhos seguintes, que não estão necessariamente desenhados em escala para facilitar a compreensão, em que os mesmos numerais de referência retêm sua designação e significado para os mesmos ou elementos iguais através dos vários desenhos, e em que:

[0016] A FIG. 1 é uma vista em perspectiva lateral de um recipiente com um material de polímero de acordo com certas modalidades da presente descrição;

[0017] A FIG. 2 é uma vista em perspectiva lateral de um recipiente com partículas de aerogel de acordo com certas modalidades da presente descrição;

[0018] A FIG. 3 é uma vista em perspectiva lateral do recipiente da FIG. 1 com as partículas de aerogel misturadas no material de polímero de acordo com certas modalidades da presente descrição;

[0019] A FIG. 4 é uma vista ampliada de uma fibra sintética contendo partículas de aerogel de acordo com certas modalidades da presente descrição;

[0020] A FIG. 5 é uma vista de um grânulo de polímero contendo partículas de aerogel de acordo com certas modalidades da presente descrição;
e

[0021] A FIG. 6 é uma vista ampliada da seção transversal do grânulo

da FIG. 5, tomada ao longo da linha 6--6 de acordo com certas modalidades da presente descrição.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0022] Aspectos da presente invenção e determinadas características, vantagens, e detalhes da mesma, são explicados mais completamente abaixo com referência a modalidades não limitativas ilustradas nos desenhos que acompanham. Descrições de materiais bem conhecidos, ferramentas de fabricação, técnicas de processamento, etc., são omitidas a fim de não obscurecer desnecessariamente a invenção em detalhes. Deve ser entendido, no entanto, que a descrição detalhada e o(s) exemplo(s) específico(s), enquanto indicando modalidades da invenção, são dados apenas como forma de ilustração, e não são de modo algum limitantes. Várias substituições, modificações, adições e/ou arranjos dentro do espírito e/ou escopo dos conceitos inventivos subjacentes serão aparentes para os versados na técnica a partir desta descrição.

[0023] Aerogéis, que têm sido chamados de “fumaça sólida,” são sólidos extremamente leves – na verdade, eles representam os sólidos mais leves conhecidos pelo homem. Aerogéis têm boas propriedades de isolamento térmico e acústico. No entanto, o potencial para o uso de aerogéis em produtos/artigos acabados (particularmente aqueles tendo usos dinâmicos e não rígidos) é altamente limitado pela fragilidade e friabilidade dos aerogéis - eles se rompem e tendem a esmigalhar e facilmente se tornar pó, e assim, os sólidos do aerogel não se mantêm bem para muitos usos.

[0024] Como os aerogéis tendem a ser frágeis, várias tentativas foram feitas para manter as propriedades de substratos de aerogel. Por exemplo, US 2006/0093808 explica que aerogéis não tratados têm falta de resistência mecânica. A publicação descreve um método de depositar um substrato de aerogel, e então cobrir a superfície do substrato de aerogel com uma camada de polímero uniforme, que forma um substrato de aerogel revestido com

polímero, aumentando assim o módulo de compressão (e, portanto a integridade) do aerogel, o que ajuda a evitar que fragmentos se rompam do corpo do aerogel.

[0025] US 2010/0279044 descreve a mistura de partículas de aerogel no polímero termoplástico para melhorar as propriedades físicas, para uso em vedações, gaxetas, tubulações, tubos, ou recipientes.

[0026] Embora esforços prévios tenham afetado a usabilidade de substratos de aerogel sólido, ou tenham provido meios de incorporar aerogel em vedações, gaxetas, termoplásticas sólidas, fortes etc., até o momento, o sucesso ainda tem que ser alcançado pela incorporação de aerogel em outras aplicações utilizáveis que têm complexidades completamente diferentes.

[0027] Já que os aerogéis têm boas características de isolamento, pode ser benéfico encapsular os mesmos em tecidos contendo aerogel para evitar a descarga de poeira. No entanto, uma vez que os tecidos contendo aerogel são encapsulados, a respirabilidade do tecido é severamente reduzida (algumas vezes para zero) e uma quantidade significativa de peso é adicionada, limitando assim o benefício real de tal isolamento.

[0028] A presente invenção dirige os problemas acima e outros integrando pequenas partículas de aerogel em material de polímero antes de produzir, por exemplo, tecidos, isolamento, artigos, etc. Isto é feito na forma de uma fibra sintética compreendendo aerogel. Isolamento e artigos formados a partir da fibra sintética podem ter, por exemplo, propriedades térmicas melhoradas no geral sem inibirem indevidamente a respirabilidade. Em algumas modalidades, o isolamento e artigos compreendendo a fibra sintética têm propriedades térmicas melhoradas sem peso indesejavelmente aumentado.

[0029] Em um primeiro aspecto, a invenção provê uma fibra sintética que compreende:

- 0,1 a 15% em peso de partículas de aerogel, referidas

partículas de aerogel tendo um diâmetro médio de 0,3 a 20 μm ; e

- 85 a 99,9% em peso de material de polímero,

em que a fibra sintética tem um denier de 0,1 a 9,0.

[0030] Denier é uma unidade de medida definida como o peso em gramas de 9000 metros de uma fibra ou fio. É um meio comum de especificar o peso (ou tamanho) da fibra ou fio. Por exemplo, fibras de poliéster que são de 1,0 denier têm tipicamente um diâmetro de aproximadamente 10 micrômetros. Fibras micro-denier são aquelas tendo um denier de 1,0 ou menor, enquanto fibras macro-denier têm um denier maior do que 1,0.

[0031] O denier da fibra sintética é 0,1 a 9,0, incluindo qualquer uma e todas as faixas e subfaixas ali (por exemplo, 0,7 a 2,0). Por exemplo, em algumas modalidades, a fibra sintética tem um denier de 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1,0, 1,1, 1,2, 1,3, 1,4, 1,5, 1,6, 1,7, 1,8, 1,9, 2,0, 2,1, 2,2, 2,3, 2,4, 2,5, 2,6, 2,7, 2,8, 2,9, 3,0, 3,1, 3,2, 3,3, 3,4, 3,5, 3,6, 3,7, 3,8, 3,9, 4,0, 4,1, 4,2, 4,3, 4,4, 4,5, 4,6, 4,7, 4,8, 4,9, 5,0, 5,1, 5,2, 5,3, 5,4, 5,5, 5,6, 5,7, 5,8, 5,9, 6,0, 6,1, 6,2, 6,3, 6,4, 6,5, 6,6, 6,7, 6,8, 6,9, 7,0, 7,1, 7,2, 7,3, 7,4, 7,5, 7,6, 7,7, 7,8, 7,9, 8,0, 8,1, 8,2, 8,3, 8,4, 8,5, 8,6, 8,7, 8,8, 8,9, ou 9,0.

[0032] A fibra sintética compreende 0,1 a 15% em peso de partículas de aerogel, incluindo todas e quaisquer faixas e subfaixas ali (por exemplo, 1 a 10% em peso, 5 a 4,5% em peso, 1 a 4,5% em peso, 2 a 4,5% em peso, etc.), referidas partículas de aerogel tendo um diâmetro médio de 0,3 a 20 μm , incluindo todas e quaisquer faixas e subfaixas ali (por exemplo, 0,8 a 2 μm).

[0033] Em algumas modalidades, a fibra sintética compreende 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1,0, 1,1, 1,2, 1,3, 1,4, 1,5, 1,6, 1,7, 1,8, 1,9, 2,0, 2,1, 2,2, 2,3, 2,4, 2,5, 2,6, 2,7, 2,8, 2,9, 3,0, 3,1, 3,2, 3,3, 3,4, 3,5, 3,6, 3,7, 3,8, 3,9, 4,0, 4,1, 4,2, 4,3, 4,4, 4,5, 4,6, 4,7, 4,8, 4,9, 5,0, 5,1, 5,2, 5,3, 5,4, 5,5, 5,6, 5,7, 5,8, 5,9, 6,0, 6,1, 6,2, 6,3, 6,4, 6,5, 6,6, 6,7, 6,8, 6,9, 7,0, 7,1, 7,2, 7,3, 7,4, 7,5, 7,6, 7,7, 7,8, 7,9, 8,0, 8,1, 8,2, 8,3, 8,4, 8,5, 8,6, 8,7, 8,8, 8,9, 9,0, 9,1, 9,2, 9,3, 9,4, 9,5, 9,6, 9,7, 9,8, 9,9, 10,0, 10,1, 10,2, 10,3, 10,4, 10,5, 10,6,

10,7, 10,8, 10,9, 11,0, 11,1, 11,2, 11,3, 11,4, 11,5, 11,6, 11,7, 11,8, 11,9, 12,0, 12,1, 12,2, 12,3, 12,4, 12,5, 12,6, 12,7, 12,8, 12,9, 13,0, 13,1, 13,2, 13,3, 13,4, 13,5, 13,6, 13,7, 13,8, 13,9, 14,0, 14,1, 14,2, 14,3, 14,4, 14,5, 14,6, 14,7, 14,8, 14,9, ou 15,0 por cento em peso de partículas de aerogel, incluindo todas e quaisquer faixas e subfaixas ali.

[0034] Em algumas modalidades, a fibra sintética compreende 2 a 70% em volume de partículas de aerogel (por exemplo, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, ou 70% em volume), incluindo todas e quaisquer faixas e subfaixas ali (por exemplo, 8-60% em volume, 10-50% em volume, etc.).

[0035] Em algumas modalidades, as partículas de aerogel têm um diâmetro médio de 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1,0, 1,1, 1,2, 1,3, 1,4, 1,5, 1,6, 1,7, 1,8, 1,9, 2,0, 2,1, 2,2, 2,3, 2,4, 2,5, 2,6, 2,7, 2,8, 2,9, 3,0, 3,1, 3,2, 3,3, 3,4, 3,5, 3,6, 3,7, 3,8, 3,9, 4,0, 4,1, 4,2, 4,3, 4,4, 4,5, 4,6, 4,7, 4,8, 4,9, 5,0, 5,1, 5,2, 5,3, 5,4, 5,5, 5,6, 5,7, 5,8, 5,9, 6,0, 6,1, 6,2, 6,3, 6,4, 6,5, 6,6, 6,7, 6,8, 6,9, 7,0, 7,1, 7,2, 7,3, 7,4, 7,5, 7,6, 7,7, 7,8, 7,9, 8,0, 8,1, 8,2, 8,3, 8,4, 8,5, 8,6, 8,7, 8,8, 8,9, 9,0, 9,1, 9,2, 9,3, 9,4, 9,5, 9,6, 9,7, 9,8, 9,9, 10,0, 10,1, 10,2, 10,3, 10,4, 10,5, 10,6, 10,7, 10,8, 10,9, 11,0, 11,1, 11,2, 11,3, 11,4, 11,5, 11,6, 11,7, 11,8, 11,9, 12,0, 12,1, 12,2, 12,3, 12,4, 12,5, 12,6, 12,7, 12,8, 12,9, 13,0, 13,1, 13,2, 13,3, 13,4, 13,5, 13,6, 13,7, 13,8, 13,9, 14,0, 14,1, 14,2, 14,3, 14,4, 14,5, 14,6, 14,7, 14,8, 14,9, 15,0, 16,1, 16,2, 16,3, 16,4, 16,5, 16,6, 16,7, 16,8, 16,9, 17,0, 17,1, 17,2, 17,3, 17,4, 17,5, 17,6, 17,7, 17,8, 17,9, 18,0, 18,1, 18,2, 18,3, 18,4, 18,5, 18,6, 18,7, 18,8, 18,9, 19,0, 19,1, 19,2, 19,3, 19,4, 19,5, 19,6, 19,7, 19,8, 19,9, ou 20,0 μm , incluindo todas e quaisquer faixas e subfaixas ali (por exemplo, 0,8 a 2 μm).

[0036] Como usado aqui, o termo “aerogel” se refere a um membro de um grupo de materiais únicos que são materiais ultraleves porosos

sintéticos derivados de um gel no qual a parte líquida do gel é substituída com um gás. “Partículas de aerogel” são partículas de aerogel tendo o tamanho indicado (por exemplo, tendo um diâmetro médio de 0,3 a 20 μm).

[0037] Aerogéis são conhecidos na técnica, e aerogéis estão comercialmente disponíveis. É contemplado que qualquer aerogel aceito na técnica pode ser usado em conexão com a presente invenção.

[0038] Métodos de preparação de aerogel são bem conhecidos na técnica. Um aerogel é produzido geralmente secando um gel apropriado. Geralmente, um gel é preparado, formando uma microestrutura tridimensional. Por exemplo, um gel pode ser preparado, por exemplo, pela agregação de partículas coloidais, por exemplo, sob condições acídicas, para formar uma microestrutura de gel tridimensional. O aerogel se forma quando o gel é seco, ou líquido é removido dos poros do gel. Fluido pode ser removido através de qualquer método apropriado que preserve substancialmente a microestrutura de gel. Por exemplo, o método de remoção de fluido pode ser extração com fluido supercrítico, evaporação de líquido, ou secagem por congelamento. O gel pode ser moldado em partículas para combinar um tamanho final desejado de partículas de aerogel. Mais tipicamente, no entanto, um grande gel será formado, o fluido removido do mesmo para formar um aerogel grande, e então o aerogel grande pode ser rompido ou de outro modo processado em partículas de um tamanho desejado.

[0039] O processo de formação de aerogel pode envolver altas pressões acopladas com controles delicados de temperatura para permitir que um líquido supercrítico mude de lugar com o sol (isto é, líquido) no gel. Em tais processos, à medida que a pressão é cuidadosamente diminuída, o líquido retorna um gás e se dissipa em seu ambiente deixando uma estrutura sólida muito leve contendo muitos espaços cheios de ar onde o sol estava localizado.

[0040] Em várias modalidades da presente invenção, os poros nas

partículas de aerogel estão cheios com ar. Em algumas modalidades, gás pode ser removido do aerogel sob vácuo.

[0041] Materiais sólidos de aerogel (a microestrutura de gel que resulta seguinte, por exemplo, a secagem discutida acima) são sólidos extremamente leves com baixa condutividade térmica. Aerogéis têm propriedades de isolamento térmico e acústico.

[0042] Como mencionado acima, aerogéis estão comercialmente disponíveis em várias fontes. Aerogéis preparados por extração com fluido supercrítico ou por secagem subcrítica estão disponíveis, por exemplo, na Cabot Corporation, Aspen Aerogels, e American Aerogel.

[0043] Aerogéis são geralmente inorgânicos, orgânicos, ou combinações dos mesmos. Aerogéis orgânicos são derivados de materiais de partida amplamente diversos, por exemplo, melamina-formaldeído. Aerogéis inorgânicos compreendem geralmente um componente coloidal. Componentes coloidais apropriados compreendem um elemento incluindo, mas não necessariamente limitado a elementos selecionados dentre o grupo que consiste em silício, alumínio, titânio, zircônio, estanho, cério, vanádio, rânio, e misturas dos mesmos. Métodos para a produção de aerogéis inorgânicos são descritos em, por exemplo, H. D. Gesser, P. C. Goswarni, Chem Rev. 1989, 89, 765 et seq. O componente coloidal (por exemplo, dióxido de silício (SiO_2), também conhecido como sílica) irá diferir dependendo da aplicação.

[0044] Em algumas modalidades, as partículas de aerogel usadas na fibra sintética inventiva compreendem aerogel inorgânico. Por exemplo, em algumas modalidades, as partículas de aerogel compreendem sílica (SiO_2), alumina (Al_2O_3), ou outros óxidos de metal.

[0045] Em algumas modalidades, as partículas de aerogel usadas na fibra sintética inventiva compreendem aerogel orgânico.

[0046] Em algumas modalidades, as partículas de aerogel usadas aqui

têm um tamanho médio de poro de 1 a 200 nm. Por exemplo, em algumas modalidades, o tamanho médio de poro é 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, ou 200 nm, incluindo todas e quaisquer faixas e subfaixas ali (por exemplo, 10-50 nm, 15-30 nm, etc.).

[0047] Em algumas modalidades, os poros dentro das partículas de aerogel compreendidas dentro da fibra sintética inventiva são pelo menos parcialmente cheios com material polimérico. O requerente verificou que algumas tais modalidades resultam seguinte a extrusão da fibra inventiva.

[0048] Em algumas modalidades, as partículas de aerogel usadas aqui têm uma densidade média de, por exemplo, de 1 mg/cc (isto é, mg/cm³) a 200 mg/cc. Por exemplo, em algumas modalidades, a densidade das partículas de aerogel é 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133,

134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, ou 200 mg/cc, incluindo todas e quaisquer faixas e subfaixas ali (por exemplo, 20-150 mg/cc, 30-100 mg/cc, 30-50 mg/cc, etc.).

[0049] A fibra sintética compreende 85 a 99,9% em peso de material de polímero. Por exemplo, em algumas modalidades, a fibra sintética compreende 85,0, 85,1, 85,2, 85,3, 85,4, 85,5, 85,6, 85,7, 85,8, 85,9, 86,0, 86,1, 86,2, 86,3, 86,4, 86,5, 86,6, 86,7, 86,8, 86,9, 87,0, 87,1, 87,2, 87,3, 87,4, 87,5, 87,6, 87,7, 87,8, 87,9, 88,0, 88,1, 88,2, 88,3, 88,4, 88,5, 88,6, 88,7, 88,8, 88,9, 89,0, 89,1, 89,2, 89,3, 89,4, 89,5, 89,6, 89,7, 89,8, 89,9, 90,0, 90,1, 90,2, 90,3, 90,4, 90,5, 90,6, 90,7, 90,8, 90,9, 91,0, 91,1, 91,2, 91,3, 91,4, 91,5, 91,6, 91,7, 91,8, 91,9, 92,0, 92,1, 92,2, 92,3, 92,4, 92,5, 92,6, 92,7, 92,8, 92,9, 93,0, 93,1, 93,2, 93,3, 93,4, 93,5, 93,6, 93,7, 93,8, 93,9, 94,0, 94,1, 94,2, 94,3, 94,4, 94,5, 94,6, 94,7, 94,8, 94,9, 95,0, 95,1, 95,2, 95,3, 95,4, 95,5, 95,6, 95,7, 95,8, 95,9, 96,0, 96,1, 96,2, 96,3, 96,4, 96,5, 96,6, 96,7, 96,8, 96,9, 97,0, 97,1, 97,2, 97,3, 97,4, 97,5, 97,6, 97,7, 97,8, 97,9, 98,0, 98,1, 98,2, 98,3, 98,4, 98,5, 98,6, 98,7, 98,8, 98,9, 99,0, 99,1, 99,2, 99,3, 99,4, 99,5, 99,6, 99,7, 99,8, ou 99,9% em peso de material de polímero, incluindo todas e quaisquer faixas e subfaixas ali.

[0050] O material de polímero usado na fibra sintética compreende qualquer matriz de polímero desejada dentro da qual as partículas de aerogel são mantidas. Por exemplo, em algumas modalidades o material de polímero é selecionado dentre poliéster, náilon, acrílico, polilactídeo, olefina, acetato, aramida, liocel, spandex, viscose, modal, e combinações dos mesmos. Em uma modalidade particular, o material de polímero compreende poliéster.

[0051] Em algumas modalidades, a fibra sintética compreende

poliéster, em que referido poliéster é selecionado dentre poli(tereftalato de etileno), poli(tereftalato de hexa-hidro-p-xilileno), poli(tereftalato de butileno), poli-1,4-ciclo-hexelina dimetileno (PCDT) e copoliésteres tereftalatos em que pelo menos 85 mols por cento das unidades éster são tereftalato de etileno ou unidades de tereftalado de hexa-hidro-p-xilileno. Em uma modalidade particular, o poliéster é tereftalato de polietileno.

[0052] Em algumas modalidades, o poliéster como descrito aqui compreende fibras de poliéster recicladas.

[0053] Como usado aqui, resistência térmica se refere à diferença de temperatura, em um estado constante, entre duas superfícies definidas de um material ou combinação de materiais que induz uma taxa de fluxo de calor unitária através da área da unidade. A resistência térmica pode ser designada por *R*.

[0054] Como usado aqui, o termo resistência acústica se refere à obstrução ou oposição do fluxo ou passagem de energia e envolve a dissipação da energia através de fricção interna de um meio que transmite som. A resistência acústica é designada por *Z*.

[0055] Modalidades da fibra sintética inventiva proveem fibras poliméricas dentro das quais partículas de aerogel são embebidas em material de polímero. Em algumas modalidades, as partículas de aerogel são misturadas homogeneamente com o material de polímero, o que significa que, a mistura de material de polímero e partículas de aerogel compreendida dentro da fibra sintética tem uma composição substancialmente uniforme (isto é, 90 - 100% uniforme, por exemplo, pelo menos 90,0, 90,1, 90,2, 90,3, 90,4, 90,5, 90,6, 90,7, 90,8, 90,9, 91,0, 91,1, 91,2, 91,3, 91,4, 91,5, 91,6, 91,7, 91,8, 91,9, 92,0, 92,1, 92,2, 92,3, 92,4, 92,5, 92,6, 92,7, 92,8, 92,9, 93,0, 93,1, 93,2, 93,3, 93,4, 93,5, 93,6, 93,7, 93,8, 93,9, 94,0, 94,1, 94,2, 94,3, 94,4, 94,5, 94,6, 94,7, 94,8, 94,9, 95,0, 95,1, 95,2, 95,3, 95,4, 95,5, 95,6, 95,7, 95,8, 95,9, 96,0, 96,1, 96,2, 96,3, 96,4, 96,5, 96,6, 96,7, 96,8, 96,9, 97,0, 97,1, 97,2, 97,3, 97,4,

97,5, 97,6, 97,7, 97,8, 97,9, 98,0, 98,1, 98,2, 98,3, 98,4, 98,5, 98,6, 98,7, 98,8, 98,9, 99,0, 99,1, 99,2, 99,3, 99,4, 99,5, 99,6, 99,7, 99,8, ou 99,9% uniforme).

[0056] Dentro da fibra sintética, as partículas de aerogel podem ser, por exemplo, completamente ou pelo menos parcialmente cobertas pelo material de polímero. Em algumas modalidades, a maior parte das partículas de aerogel presentes (isto é, mais do que 50%, por exemplo, mais do que 55, 60, 65, 70, ou 75%) são completamente cobertas pelo material de polímero. Em algumas modalidades, mais do que 95% (por exemplo, pelo menos 98%) das partículas de aerogel dentro da fibra são completamente cobertas pelo material de polímero.

[0057] Em certas modalidades, a fibra sintética inventiva tem uma razão de peso para volume menor e/ou propriedades melhores de isolamento térmico quando comparada a fibras tendo composição similar, mas sem as partículas de aerogel. Por exemplo, em algumas modalidades, o isolamento compreendendo a fibra sintética inventiva pode ter uma resistência térmica de R_3 , enquanto um isolamento comparativo que difere apenas porque ele não tem partículas de aerogel pode ter uma resistência térmica de R_4 , em que $R_3 > R_4$.

[0058] Em algumas modalidades, a fibra sintética é siliconizada. O termo “siliconizada” significa que a fibra é revestida com uma composição contendo silício (por exemplo, um silicone). Técnicas de siliconização são bem conhecidas na técnica, e são descritas, por exemplo, na Patente U.S. Nº. 3.454.422. A composição compreendendo silício pode ser aplicada usando qualquer método conhecido na técnica, por exemplo, pulverização, misturação, imersão, enchimento, etc. A composição compreendendo silício (por exemplo, silicone), que pode incluir um organosiloxano ou polisiloxano, se liga a uma porção exterior da fibra. Em algumas modalidades, o revestimento de silicone é um polisiloxano tal como um metil-hidrogenpolisiloxano, metil-hidrogenpolisiloxano modificado, polidimetilsiloxano, ou dimetilpolisiloxano modificado por amino. Como é

conhecido na técnica, a composição compreendendo silício pode ser aplicada diretamente na fibra, ou pode ser diluída com um solvente como uma solução ou emulsão, por exemplo, uma emulsão aquosa de um polisiloxano, antes da aplicação. Seguente ao tratamento, o revestimento pode ser seco e/ou curado. Como é conhecido na técnica, um catalisador pode ser usado para acelerar a cura da composição compreendendo silício (por exemplo, polisiloxano contendo ligações Si—H) e, para conveniência, pode ser adicionado a uma emulsão da composição compreendendo silício, com a combinação resultante sendo usada para tratar a fibra sintética. Catalisadores apropriados incluem sais de ferro, cobalto, manganês, chumbo, zinco, e estanho de ácidos carboxílicos tais como acetatos, octanoatos, naftenatos e oleatos. Em algumas modalidades, seguinte a siliconização, a fibra pode ser seca para remover solvente residual e então opcionalmente aquecida para entre 65° e 200°C para cura.

[0059] A fibra sintética pode ser ondulada ou não ondulada. Várias ondulações, incluindo espiral (isto é, helicoidal) e ondulações padrão, são conhecidas na técnica. A fibra sintética pode ter qualquer ondulação desejada.

[0060] Em algumas modalidades, a fibra sintética é uma fibra curta (isto é, uma fibra tendo um comprimento padronizado). Por exemplo, em algumas modalidades, a fibra sintética é uma fibra curta tendo um comprimento de 5 a 120 mm (por exemplo, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, ou 120 mm), incluindo todas e quaisquer faixas e subfaixas ali (por exemplo, 8 a 85 mm). Em algumas modalidades, a invenção provê uma pluralidade de fibras curtas.

[0061] Em algumas modalidades, a fibra sintética é um filamento. Um filamento é um fio/fibra têxtil contínua, de tipo fio longo e único. Ao contrário das fibras curtas, que são de comprimento finito, os filamentos são de comprimento indefinido, e podem percorrer jardas ou milhas (ou, por exemplo, onde empregados no fio, podem percorrer o comprimento total do fio). Em algumas modalidades, o filamento está na faixa de comprimento de 5 polegadas a várias milhas, incluindo todas e quaisquer faixas e subfaixas ali. Por exemplo, em algumas modalidades, o filamento pode ter pelo menos 5 polegadas de comprimento (por exemplo, pelo menos 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, ou 100 polegadas de comprimento, ou qualquer faixa ou subfaixa ali). Em algumas modalidades, os filamentos podem ser de pelo menos 1 pé de comprimento (por exemplo, pelo menos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300, 310, 320, 330, 340, 350, 360, 370, 380, 390, 400, 410, 420, 430, 440, 450, 460, 470, 480, 490, 500, 510, 520, 530, 540, 550, 560, 570, 580, 590, 600, 610, 620, 630, 640, 650, 660, 670, 680, 690, 700, 710, 720, 730, 740, 750, 760, 770, 780, 790, 800, 810, 820, 830, 840, 850, 860, 870, 880, 890, 900, 910, 920, 930, 940, 950, 960, 970, 980, 990, ou 1000 pés de comprimento, ou qualquer faixa ou subfaixa ali).

[0062] Filamentos podem ser criados por um processo conhecido como extrusão (que também pode ser chamada fiação em fusão). Por

exemplo, em algumas modalidades, após misturar as partículas de aerogel e material de polímero, a mistura de aerogel/polímero resultante pode ser extrudada como um grânulo de aerogel/polímero. Subsequentemente, dependendo da carga desejada de aerogel, uma pluralidade de grânulos, incluindo pelo menos o grânulo de aerogel/polímero, pode ser extrudada em fibra. Por exemplo, grânulos podem ser extrudados através de técnicas bem conhecidas, tal como trazendo os mesmos para ou além de seu ponto de fusão, formando assim uma mistura líquida de aerogel/polímero, em seguida forçando a mistura líquida de aerogel/polímero através de um molde chamado de fieira. A fieira tem frequentemente muitos orifícios pequenos através dos quais o líquido passa. As correntes de polímero líquido são resfriadas quando saem da fieira, resultando em fios longos de fibras sintéticas contínuas. Os filamentos extrudados podem ser combinados opcionalmente com aqueles da outra (por exemplo, uma adjacente) fieira para aumentar o número de filamentos em um feixe. Um feixe de filamentos pode ser estirado (esticado) para tornar cada filamento mais fino, e pode ser opcionalmente texturizado, como descrito abaixo.

[0063] Técnicas de texturização podem ser realizadas nos feixes de filamento (usados, por exemplo, no fio) para romper a paralelização dos filamentos. Tais técnicas podem servir, por exemplo, para adicionar volume sem adicionar peso, o que pode fazer com que o fio resultante pareça mais leve, tenha uma sensação ao toque melhorada (suavidade), pareça mais opaco, e/ou tenha propriedades de isolamento de temperatura melhoradas. Embora quaisquer processos de texturização acetáveis na técnica possam ser empregados, exemplos de processos de texturização conducentes para uso na invenção incluem ondular, laçar, enrolar, enrugar, torcer, então, destorcer e tricotar então destricotar.

[0064] Em algumas modalidades, a fibra sintética não compreende um aditivo lubrificante, tal como aquele descrito em U.S. 3.324.060.

[0065] Os versados na técnica reconhecerão prontamente que existem muitas aplicações nas quais a fibra sintética inventiva pode ser vantajosamente empregada. Na verdade, modalidades da fibra sintética e isolamento de acordo com a invenção encontram uso em muitas indústrias diferentes. Exemplos não limitativos incluem o uso em: tecidos têxteis, por exemplo, panos para máquina de fabricação de papel (onde a fibra pode ser usada como, por exemplo, um monofilamento); caminhões refrigerados; tubulações (por exemplo, tubulações para petroquímicos); aplicações aeroespaciais (por exemplo, painéis de isolamento aeroespacial); tanques de armazenamento criogênicos; células combustíveis; proteção de bateria de carro (por exemplo, bateria de carro elétrico); qualquer outro tecido ou aplicações de isolamento, etc.

[0066] Em um segundo aspecto, a invenção provê material de isolamento compreendendo a fibra sintética.

[0067] Os versados na técnica reconhecerão que a fibra inventiva pode ser usada geralmente no lugar de ou em suplemento a fibra sintética usada em qualquer material de isolamento.

[0068] Em algumas modalidades, o material de isolamento é tecido, velo, um acolchoado, um material de isolamento soprável ou enchimento. Em algumas modalidades, o material de isolamento é um material de isolamento têxtil (isto é, material de isolamento usado no campo de têxtil).

[0069] Em algumas modalidades, a invenção provê uma batedura compreendendo a fibra sintética. Em algumas modalidades, a batedura tem uma espessura de 1 mm a 160 mm (por exemplo, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111,

112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, ou 160 mm), incluindo todas e quaisquer faixas e subfaixas ali. Em algumas modalidades, a espessura é menor do que ou igual a 40 mm, por exemplo, 2 a 40 mm. Em algumas modalidades, a batedura tem uma densidade de 1 a 10 kg/m³ (por exemplo, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, ou 10 kg/m³), incluindo todas e quaisquer faixas e subfaixas ali.

[0070] Em algumas modalidades, a invenção provê fio compreendendo a fibra sintética.

[0071] Clo (clo/oz/yd²) é a unidade usada para medir a resistência térmica de roupa. Um valor de 1,0 clo é definido como a quantidade de isolamento que permite que a pessoa em repouso mantenha o equilíbrio térmico em um ambiente a 21°C (70°F) em um quarto ventilado normalmente (movimento de ar 0,1 m/s). Tipicamente, acima desta temperatura a pessoa vestida assim irá suar, enquanto abaixo desta temperatura a pessoa sentirá frio. Pode ser atribuído um valor clo a roupa e/ou seus componentes. Um clo superior indica que um artigo é mais quente do que outro artigo com um clo comparativamente inferior.

[0072] Surpreendentemente, o requerente verificou que modalidades de isolamento que compreendem a fibra sintética inventiva têm inesperadamente desempenho térmico melhorado (clo superior) em comparação com modalidades de isolamento que são idênticas, exceto que elas não têm partículas de aerogel.

[0073] Em algumas modalidades, o isolamento compreendendo a fibra sintética tem uma classificação de desempenho térmico de 0,80 clo/oz/yd² a 1,40clo/oz/yd² (por exemplo, 0,80, 0,81, 0,82, 0,83, 0,84, 0,85, 0,86, 0,87, 0,88, 0,89, 0,90, 0,91, 0,92, 0,93, 0,94, 0,95, 0,96, 0,97, 0,98, 0,99, 1,0, 1,01, 1,02, 1,03, 1,04, 1,05, 1,06, 1,07, 1,08, 1,09, 1,10, 1,11, 1,12, 1,13,

1,14, 1,15, 1,16, 1,17, 1,18, 1,19, 1,20, 1,21, 1,22, 1,23, 1,24, 1,25, 1,26, 1,27, 1,28, 1,29, 1,30, 1,31, 1,32, 1,33, 1,34, 1,35, 1,36, 1,37, 1,38, 1,39, ou 1,40clo/oz/yd²), quando testado de acordo com ISO 11092, incluindo todas e quaisquer faixas e subfaixas ali (por exemplo, 0,90 a 1,3clo/oz/yd², 1,0 a 1,25clo/oz/yd², etc.). Em algumas modalidades, a batedura tem uma classificação de desempenho térmico de pelo menos 1,0 clo/oz/yd² quando testada de acordo com ISO 11092.

[0074] Em um terceiro aspecto, a invenção provê um artigo compreendendo a fibra sintética do primeiro aspecto da invenção, ou o material de isolamento do segundo aspecto da invenção. Exemplos não limitativos de tais artigos incluem, por exemplo, calçados, produtos de uso exterior (por exemplo, vestuário de uso exterior tal como jaquetas, etc.), roupas, sacos de dormir, roupas de cama (por exemplo, edredons), etc.

[0075] Em um quarto aspecto, a invenção provê um método não limitativo de produzir a fibra sintética ou um artigo compreendendo a fibra sintética (por exemplo, roupa, material de isolamento, etc.), referido método compreendendo:

- misturar as partículas de aerogel e o material de polímero, formando assim uma mistura de aerogel/polímero;
- extrudar a mistura de aerogel/polímero; e
- realizar opcionalmente uma ou mais etapas adicionais de processamento, formando assim a fibra sintética ou artigo.

[0076] Em algumas modalidades, o processo faz uso de refugo de aerogel reciclado (por exemplo, restos de aerogel de outros processos de produção não discutidos aqui, por exemplo, durante o processamento de aerogel comercial). Em algumas de tais modalidades, o método pode incluir opcionalmente a classificação do refugo de aerogel para remover tantos contaminantes quanto possível. A separação dos materiais contaminantes do aerogel pode ser feita classificando em que grupos os materiais caem com

base no seu tamanho. A classificação pode incluir, por exemplo, drenagem ou filtração do refugo de aerogel para separar as partículas de aerogel dos materiais de refugo. Além disso, as partículas de aerogel podem ser separadas com base em seus tamanhos. As partículas de aerogel podem ser, por exemplo, óxidos, tais como, quartzo, titânia, zircônia, sílica, ou outros óxidos de metal, polímeros, tais como, resorcinol, melamina-formaldeído, ou poli-imida, carbono, tais como, polímeros pirolizados, e celulose, amido, alginatos, e similares. Uma vez que os contaminantes são removidos, as partículas de aerogel, por exemplo, partículas de aerogel de sílica, podem ser moídas para partículas de um tamanho desejado (por exemplo, 0,3 a 20 μm). Opcionalmente, ao obter partículas de aerogel de um tamanho desejado, as partículas podem ser opcionalmente classificadas novamente para assegurar que todas as partículas de aerogel (que podem em algumas modalidades, parecer com um pó ou poeira) sejam menores do que o diâmetro desejado para misturar com material de polímero.

[0077] Alternativamente, o método pode incluir, por exemplo, obter partículas de aerogel limpas. As partículas de aerogel podem ser, por exemplo, óxidos, tais como, quartzo, titânia, zircônia, sílica, ou outros óxidos de metal, polímeros, tais como, resorcinol, melamina-formaldeído, ou poli-imida, carbono, tais como, polímeros pirolizados, e celulose, amido, alginatos, e similares.

[0078] Em algumas modalidades, o método de produção da fibra sintética ou de um artigo compreendendo a fibra sintética compreende reduzir o tamanho de partícula das partículas de aerogel para um tamanho desejado (por exemplo, por trituração), antes de misturar as partículas de aerogel e o material de polímero.

[0079] Em algumas modalidades, material de polímero sólido é obtido na forma pré-triturada, ou o material de polímero é triturado, de modo que o material de polímero está na forma de partículas. Em algumas modalidades, o

material de polímero é material de polímero triturado que se assemelha a consistência de areia. Partículas de aerogel de um tamanho desejado são misturadas com o material de polímero para formar uma mistura de aerogel/polímero. A concentração em peso de pó de aerogel para polímero pode ser selecionada para as propriedades desejadas das fibras resultantes. Por exemplo, o pó de aerogel pode ter uma porcentagem em peso de aproximadamente 0,1% a 15% e o polímero pode ter uma porcentagem em peso de aproximadamente 85% a 99,9%. Em algumas modalidades, as partículas de aerogel e material de polímero são misturados (por agitação tal como, por exemplo, agitação ou tombamento) em um recipiente ou um tambor.

[0080] A mistura de aerogel/polímero pode ser então extrudada ou de outro modo formada em um produto intermediário (por exemplo, como grânulos de aerogel/polímero) que pode ser usado posteriormente para produzir a fibra. Em algumas modalidades (discutidas em maiores detalhes abaixo), este produto intermediário pode ser referido como uma “batelada padrão.” Em outras modalidades, a mistura de aerogel/polímero pode ser extrudada diretamente em fibra. Onde um produto intermediário (por exemplo, grânulos de aerogel/polímero) é produzido, o produto intermediário pode ser opcionalmente misturado posteriormente com outro material (por exemplo, outro material de polímero ou outros grânulos que compreendem uma carga diferente de aerogel, ou nenhum aerogel) a fim de controlar e alcançar um percentual desejado de carga de aerogel na fibra subsequentemente formada.

[0081] Modalidades do método inventivo compreendem a formação de fibra, ou diretamente a partir da mistura de aerogel/polímero, ou a partir de produto intermediários (por exemplo, grânulos), usando métodos apropriados de produção de fibra têxtil, como são bem conhecidos na técnica. O método de produção de fibra têxtil pode incluir, por exemplo, fiação em fusão, fiação

a úmido, fiação a seco, fiação com gel, eletrofiação, e similares como é conhecido na técnica. Por exemplo, uma mistura (por exemplo, a mistura de aerogel/polímero, ou uma mistura contendo os produtos intermediários – por exemplo, uma mistura compreendendo produtos intermediários fundidos e opcionalmente um ou mais outros materiais) pode ser extrudada através de fieiras para formar filamentos contínuos. Os filamentos contínuos podem ser então manipulados por, por exemplo, estiramento, texturização, ondulação, e/ou corte, ou outro método conhecido na técnica, para formar fibras na forma mais usável para sua aplicação final. Os filamentos contínuos podem ser cortados em um comprimento específico e embalados em um fardo. O fardo pode ser então enviado, por exemplo, para uma máquina de fiar fios que processa as fibras curtas em fio (que pode ser processado adicionalmente, por exemplo, para uso em trajes tipo vestuário de camada de base).

[0082] Etapas de processamento realizadas para formar a fibra sintética ou artigos compreendendo a fibra sintética podem diferir dependendo da fibra que é planejada para ser formada. Por exemplo, em algumas modalidades, o processo inventivo forma um filamento contínuo por, por exemplo, estiramento, texturização, e opcionalmente adição de um ou mais produtos químicos de acabamento desejados. Em algumas modalidades, o método forma fibras curtas por, por exemplo, estiramento, corte, opcionalmente ondulação, e opcionalmente adição de um ou mais produtos químicos de acabamento desejados. É contemplado que quaisquer produtos químicos de acabamento desejados podem ser usados de acordo com a invenção. Produtos químicos de acabamento são bem conhecidos na técnica e incluem, por exemplo, siliconização, tratamento de repelência de água durável, etc.

[0083] A fibra sintética pode ser incorporada em artigos (por exemplo, produtos finais), por exemplo, vestuário, tecido, ou isolamento. Em algumas modalidades, os artigos ou isolamento de acordo com a invenção são

isoladores melhores do que artigos similares sem as fibras infundidas com aerogel sintético. Os artigos feitos com a fibra sintética inventiva podem ter uma resistência térmica de R_1 , enquanto artigos feitos apenas de fibras de polímero podem ter uma resistência térmica de R_2 e R_1 pode ser maior do que R_2 . Portanto, o vestuário ou isolamento feito de acordo com certas modalidades da fibra sintética inventiva tem uma resistência térmica maior do que vestuário ou isolamento sem a fibra sintética inventiva.

[0084] Em algumas modalidades do método inventivo, as partículas de aerogel são introduzidas em um material de polímero (por exemplo, uma resina de polipropileno), e, uma vez misturadas, a mistura de aerogel/polímero pode ser extrudada em grânulos, que podem ser referidos como uma “batelada padrão”. A batelada padrão pode ser transferida para um fabricante para extrusão (por exemplo, fiação por sopro em fusão). A batelada padrão pode ser usada para produzir fibras. Em algumas modalidades, a batelada padrão é usada para produzir uma batedura não tecida, fibrosa de filamentos. Em algumas modalidades, a batelada padrão pode ser combinada com grânulos de outras formulações para produzir um material desejado para uso nas fibras de acordo com as modalidades da invenção.

[0085] Com referência as FIGS. 1-6, uma modalidade de um método para misturar o material de polímero com partículas de aerogel, como descrito em maiores detalhes acima, é mostrado. O método inclui obter um material de polímero 110 (representado dentro do recipiente 100 como mostrado na FIG. 1). O material de polímero 110, que está na forma de partículas tipo areia, à medida que ele é formado por grânulos de poliéster que são triturados para uma consistência tipo areia, é misturado com partículas de aerogel 120 (tais como aquelas mostradas no recipiente 200 da FIG. 2) a fim de formar uma mistura de aerogel/polímero, como mostrado na FIG. 3, em que as partículas de aerogel 120 são misturadas dentro do material de polímero 110. A mistura pode ser extrudada em fibra 130 (que pode ser um filamento ou pode ser

cortada em fibra curta) ou formada em grânulos 140, como descrito em maiores detalhes acima e mostrado nas FIGS. 4-6. Onde a mistura é extrudada em fusão em grânulos 140, os grânulos podem ser opcionalmente combinados com grânulos adicionais (para controlar a carga de aerogel), e podem ser subsequentemente extrudados em fibra.

[0086] Uma modalidade da fibra sintética inventiva 130 é ilustrada na FIG. 4. Como mostrado, o material de polímero 110 da fibra sintética 130 contém uma pluralidade de partículas de aerogel 120 dispersas através do material de polímero 110. As partículas de aerogel 120 podem ser distribuídas homogeneamente através do material de polímero 110. Embora a FIG. 4 mostre as partículas de aerogel 120 completamente embebidas no material de polímero 110, é contemplado também que em alguns casos as partículas de aerogel 120 podem estar apenas pelo menos parcialmente embebidas no material de polímero 110. A porcentagem em peso de partículas de aerogel 120 dispersas através do material de polímero 110 será dependente das propriedades desejadas de isolamento térmico da fibra sintética resultante 130.

[0087] Os grânulos contendo a mistura de aerogel/polímero 140, são ilustrados nas FIGS. 5 e 6. Como mostrado, os grânulos 140 contêm uma pluralidade de partículas de aerogel 120 dispersas através do material de polímero 110. As partículas de aerogel 120 podem ser distribuídas homogeneamente através do material de polímero 110, como mostrado na FIG. 6. Embora as FIGS. 5 e 6 mostrem as partículas de aerogel 120 completamente embebidas no material de polímero 110, é contemplado também que em alguns casos as partículas de aerogel 120 podem estar apenas pelo menos parcialmente embebidas no material de polímero 110 em alguns locais dos grânulos 140. A porcentagem em peso de partículas de aerogel 120 dispersas através do material de polímero 110 será dependente das propriedades desejadas de isolamento térmico da fibra ou isolamento

resultante feito a partir dos grânulos 140.

EXEMPLOS

[0088] A invenção será ilustrada agora, mas não limitada, por referência a modalidade específica descrita nos exemplos seguintes.

Exemplo 1

[0089] Uma mistura de aerogel/polímero é preparada misturando o seguinte:

- 0,1% em peso de partículas de aerogel de sílica (na faixa de 0,6 - 11 μm , com um diâmetro médio de 3,5 μm); e

- 99,9% em peso politereftalato de etileno

[0090] Após ser misturada/combinação, a mistura de aerogel/polímero é então extrudada em grânulos, que são subsequentemente misturados com grânulos de poliéster. A mistura de grânulos é aquecida posteriormente e extrudada através de um método de fiação, por exemplo, fieiras, para formar filamentos contínuos. Uma vez que os filamentos contínuos são formados, eles podem ser estirados, ondulados, e/ou cortados em um comprimento específico para formar fibras curtas que são então embaladas em um fardo. A seguir, o fardo pode ser enviado para uma máquina de fiar fios para as fibras curtas serem processadas em fios. Os fios podem ser usados então a jusante para criar um artigo, tal como, um traje e tecidos industriais. Os fios e isolamento feitos a partir de uma fibra sintética contendo o material de polímero e partículas de aerogel permitem tecidos e artigos que são mais isolantes do que tecidos e artigos feitos apenas de fibra de poliéster que não compreendem partículas de aerogel.

Exemplo 2

[0091] Uma mistura de aerogel/polímero é preparada misturando o seguinte:

- 6,1% em peso de partículas de aerogel de sílica; e

- 93,9% em peso material de poliéster.

[0092] A densidade das partículas de aerogel é aproximadamente 0,09 g/cc e a densidade do material de poliéster é aproximadamente 1,38 g/cc. Portanto, a mistura de 6,1% em peso de partículas de aerogel de sílica e 93,9% em peso de poliéster resultará em uma concentração de aproximadamente uma razão de 50% de partículas de aerogel a 50% de poliéster em volume.

[0093] Após ser misturada/combinação, a mistura de aerogel/polímero é então extrudada em grânulos, que são misturados subsequentemente com grânulos de poliéster. A mistura de grânulos é aquecida posteriormente e extrudada através de um método de fiação, por exemplo, fieiras, para formar filamentos contínuos. Uma vez que os filamentos contínuos são formados, eles podem ser estirados, ondulados, e/ou cortados em um comprimento específico para formar fibras curtas que são então embaladas em um fardo. A seguir, o fardo é enviado para uma máquina de fiar fios para que as fibras curtas sejam processadas em fios. Os fios podem ser usados então a jusante para criar um artigo, tal como, trajes e tecidos industriais. Os fios e isolamento feitos a partir da fibra sintética contendo o material de polímero e partículas de aerogel permitem tecidos e artigos que são mais isolantes do que tecidos e artigos feitos apenas de fibras de polímero que não compreendem partículas de aerogel.

Exemplo 3

[0094] Uma mistura de resina de polipropileno e partículas de aerogel é preparada misturando o seguinte:

- 0,1% em peso de partículas de aerogel de sílica; e
- 99,9% em peso de resina de polipropileno como material de polímero.

[0095] Após ser misturada ou combinada, a mistura de resina de polipropileno e pó de aerogel é então extrudada em grânulos para formar uma batelada padrão. A batelada padrão pode ser então transferida para um

fabricante para fiação por sopro em fusão. A batelada padrão pode ser usada para produzir uma batedura não tecida, fibrosa de filamentos. Alternativamente, a batelada padrão pode ser combinada com grânulos de outras formulações para produzir uma batedura não tecida, fibrosa de filamentos.

Exemplo 4

[0096] Uma mistura de resina de polipropileno e pó de aerogel é preparada misturando o seguinte:

- 6,2% em peso de partículas de aerogel de sílica; e
- 93,8% em peso de resina de polipropileno.

[0097] A densidade das partículas de aerogel é aproximadamente 0,09 g/cc e a densidade da resina de polipropileno é aproximadamente 0,913 g/cc. Portanto, a mistura de 6,2% em peso de pó de aerogel de sílica e 93,8% em peso de resina de polipropileno resultará em uma concentração de aproximadamente uma razão de 40% de pó de aerogel a 60% de resina de polipropileno em volume.

[0098] Após ser misturada ou combinada, a mistura de resina de polipropileno e pó de aerogel é então extrudada em grânulos para formar a batelada padrão. A batelada padrão pode ser então transferida para um fabricante para fiação por sopro em fusão. A batelada padrão pode ser usada para produzir uma batedura não tecida, fibrosa de filamentos. Alternativamente, a batelada padrão pode ser combinada com grânulos de outras formulações para produzir uma batedura não tecida, fibrosa de filamentos. Os filamentos podem ter propriedades melhores de isolamento térmico em comparação com materiais similares sem o pó de aerogel.

Exemplo 5

[0099] Uma mistura de aerogel/polímero é preparada misturando o seguinte:

- 4,2% em peso de partículas de aerogel de sílica; e

- 95,8% em peso de material de poliéster.

[00100] Após ser misturada/combinação, a mistura de aerogel/polímero é então extrudada em grânulos, que são então subsequentemente misturados com grânulos de poliéster. A mistura de grânulos é aquecida posteriormente e extrudada através de um método de fiação, por exemplo, fieiras, para formar filamentos contínuos. Uma vez que os filamentos contínuos são formados, eles podem ser estirados, ondulados, e/ou cortados em um comprimento específico para formar fibras curtas que são então embaladas em um fardo. A seguir, o fardo é enviado para uma máquina de fiar fios para que as fibras curtas sejam processadas em fios. Os fios podem ser usados então a jusante para criar um artigo, tal como, trajes e tecidos industriais. Os fios e isolamento feitos a partir da fibra sintética contendo o material de polímero e partículas de aerogel permitem tecidos e artigos que são mais isolantes do que tecidos e artigos feitos apenas de fibras de polímero que não compreendem partículas de aerogel.

[00101] A densidade das partículas de aerogel é aproximadamente 0,09 g/cc e a densidade do material de poliéster é aproximadamente 1,38 g/cc. Portanto, a mistura de 4,2% em peso de partículas de aerogel de sílica e 95,8% em peso poliéster resultará em uma concentração de aproximadamente uma razão de 40% de partículas de aerogel a 60% de poliéster em volume.

Exemplo 6 - Teste comparativo

Espécime A (de acordo com a invenção)

[00102] Isolamento com batedura encurvada, não tecida (batedura) pesando 1,77 onças por milha quadrada é formado a partir da mistura de fibra seguinte:

- 30% em peso de fibras de poliéster de aerogel de denier 1,4 siliconizadas (10,1 % em volume de aerogel, 89,9 % em volume de poliéster);
- 25% em peso de fibras de poliéster de aerogel secas (não siliconizadas) de denier 1,4 (10,1% em volume de aerogel, 89,9% em volume

de poliéster);

- 25% em peso de fibras de poliéster de micro-denier; e
- 20% em peso de fibras de poliéster de macro denier (não siliconizadas)

Espécime B (Contra-exemplo)

[00103] Isolamento com batedura encurvada, não tecida (batedura) pesando 1,77 onças por milha quadrada é formado da mesma maneira que a amostra A, mas a partir da mistura de fibra seguinte:

- 55% em peso de fibras de poliester de micro-denier siliconizadas
- 35% em peso de fibras de poliester de macro-denier secas (não siliconizadas)
- 10% em peso de fibras de poliéster de macro-denier siliconizadas

[00104] O desempenho térmico das bateduras do espécime A e espécime B é testado de acordo com ISO 11092, e é determinado que o espécime B tem um Clo de 0,92 clo/oz/yd² e espécime A tem um Clo de 1,16 clo/oz/yd². Portanto, a modalidade inventiva do espécime A demonstrou inesperadamente um aumento de 26% em relação ao desempenho térmico do espécime B. Isto é particularmente surpreendente porque é sabido que as fibras de micro-denier contribuem para as propriedades térmicas das amostras. Portanto, já que o espécime A contém menos fibras micro-denier do que o espécime B, os versados na técnica esperariam que seu desempenho térmico fosse comparativamente menor ao espécime B. Muito pelo contrário, o espécime A teve um desempenho muito melhor do que o espécime B em termos de Clo de 26%.

[00105] A terminologia usada aqui é apenas com o propósito de descrição das modalidades particulares e não é planejada para limitar a invenção. Como usado aqui, as formas singulares “um”, “uma” e “o, a,” são

planejadas para incluir também as formas plurais, a menos que o contexto indique claramente em contrário. Será entendido adicionalmente que o termos “compreende” (e qualquer forma de compreende, tal como “compreendem” e “compreendendo”), “tem” (e qualquer forma de tem, tal como “tem” e “tendo”), “inclui” (e qualquer forma de inclui, tal como “incluem” e “incluindo”), “contém” (e qualquer forma de contém, tal como “contêm” e “contendo”), e qualquer outra variante gramatical dos mesmos, são verbos de ligação abrangentes. Como um resultado, um método ou artigo que “compreende”, “tem”, “inclui” ou “contém” uma ou mais etapas ou elementos possui esta única ou mais etapas ou elementos, mas não está limitado a possuir apenas aquela uma ou mais etapas ou elementos. Da mesma forma, uma etapa de um método ou um elemento de um artigo que “compreende”, “tem”, “inclui” ou “contém” uma ou mais características possui aquela uma ou mais características, mas não está limitado a possuir apenas aquela uma ou mais características.

[00106] Como usado aqui, os termos “compreendendo,” “tem,” “incluindo,” “contendo,” e outras variantes gramaticais dos mesmos encerram os termos “consistindo em” e “consistindo essencialmente em”.

[00107] A frase “consistindo essencialmente de” ou variantes gramaticais das mesmas quando usada aqui devem ser entendidas como especificando as características, números inteiros, etapas ou componentes relatados, mas não exclui a adição de uma ou mais características adicionais, números inteiros, etapas, componentes ou grupos dos mesmos, mas apenas se as características adicionais, números inteiros, etapas, componentes ou grupos dos mesmos não alterem materialmente as características novas e básicas das composições ou métodos reivindicados.

[00108] Todas as publicações citadas neste relatório estão incorporadas aqui por referência como se cada publicação individual fosse especificamente e individualmente indicada para ser incorporada por referência aqui como se

totalmente especificada.

[00109] A matéria objeto incorporada por referência não é considerada como sendo alternativa a quaisquer limitações da reivindicações, a menos que explicitamente indicado em contrário.

[00110] Onde uma ou mais faixas são referidas através deste relatório, cada faixa é planejada para estar no formato abreviado para apresentar a informação, em que a faixa é entendida como encerrando cada ponto discreto dentro da faixa como se o mesmo estivesse relatado completamente aqui.

[00111] Embora vários aspectos e modalidades da presente invenção tenham sido descritos e ilustrados aqui, aspectos e modalidades alternativas podem ser afetados pelos versados na técnica para realizar os mesmos objetivos. Consequentemente, esta descrição e as reivindicações anexas são planejadas para cobrir todos tais aspectos e modalidades adicionais e alternativas que estão dentro do espírito e escopo verdadeiro da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Fibra sintética, caracterizada pelo fato de que compreende uma mistura compreendendo:

- 0,1 a 15% em peso de partículas de aerogel, referidas partículas de aerogel tendo um diâmetro médio de 1 a 12 μm ; e
- 85 a 99,9% em peso de material de polímero, em que a fibra sintética tem um denier de 0,1 a 9,0, e em que a mistura possui uma composição que é pelo menos 90% uniforme.

2. Fibra sintética de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que as partículas de aerogel compreendem aerogel inorgânico.

3. Fibra sintética de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que as partículas de aerogel compreendem aerogel de sílica.

4. Fibra sintética de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo fato de que a fibra sintética é siliconizada.

5. Fibra sintética de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato de que compreende 0,5 a 10% em peso das partículas de aerogel.

6. Fibra sintética de acordo com a reivindicação 5, caracterizada pelo fato de que compreende de 1 a 3% em peso das partículas de aerogel.

7. Fibra sintética de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada pelo fato de que as partículas de aerogel têm um diâmetro médio de 2 a 5 μm .

8. Fibra sintética de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizada pelo fato de que as partículas de aerogel

são homogeneamente dispersas dentro do material de polímero.

9. Fibra sintética de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizada pelo fato de que o material de polímero compreende náilon, poliéster, polímero acrílico ou poliolefina, ou uma combinação dos mesmos.

10. Fibra sintética de acordo com a reivindicação 9, caracterizada pelo fato de que o material de polímero compreende poliéster.

11. Fibra sintética de acordo com a reivindicação 10, caracterizada pelo fato de que o poliéster é tereftalato de polietileno.

12. Fibra sintética de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizada pelo fato de que tem um denier de 0,7 a 2,0.

13. Fibra sintética de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizada pelo fato de que a fibra é uma fibra curta tendo um comprimento de 5 a 120 mm.

14. Fibra sintética de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de que a fibra tem um comprimento de 8 a 85 mm.

15. Fibra sintética de acordo com a reivindicação 13 ou reivindicação 14, caracterizada pelo fato de que a fibra é ondulada.

16. Fibra sintética de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizada pelo fato de que a fibra é um filamento.

17. Batedura, caracterizada pelo fato de que compreende a fibra sintética de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 16.

18. Material isolante, caracterizado pelo fato de que compreende a fibra sintética de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 16.

19. Fio, caracterizado pelo fato de que compreende a fibra sintética como definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 16.

20. Artigo, caracterizado pelo fato de que compreende a fibra

sintética como definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 16.

21. Artigo de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que referido artigo é selecionado dentre o grupo que consiste em um produto de uso exterior, calçado, roupa, um saco de dormir, e roupa de cama.

22. Método para produção de uma fibra sintética como definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 16, caracterizado pelo fato de que referido método compreende:

- misturar as partículas de aerogel e o material de polímero, formando assim uma mistura de aerogel/polímero;
- extrudar a mistura de aerogel/polímero; e
- opcionalmente realizar uma ou mais etapas adicionais de processamento, formando assim a fibra sintética.

23. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que durante referida mistura das partículas de aerogel e do material de polímero tanto as partículas de aerogel como o material de polímero são secos.

24. Método de acordo com a reivindicação 22 ou reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que referida extrusão da mistura de aerogel/polímero compreende submeter uma mistura de aerogel/polímero seca a um processo de extrusão em fusão, formando assim um grânulo de aerogel/polímero.

25. Método de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de que referidas etapas adicionais de processamento compreendem a formação da fibra sintética a partir do grânulo de aerogel/polímero.

26. Método de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de que o grânulo de aerogel/polímero é extrudado a fim de formar a fibra sintética.

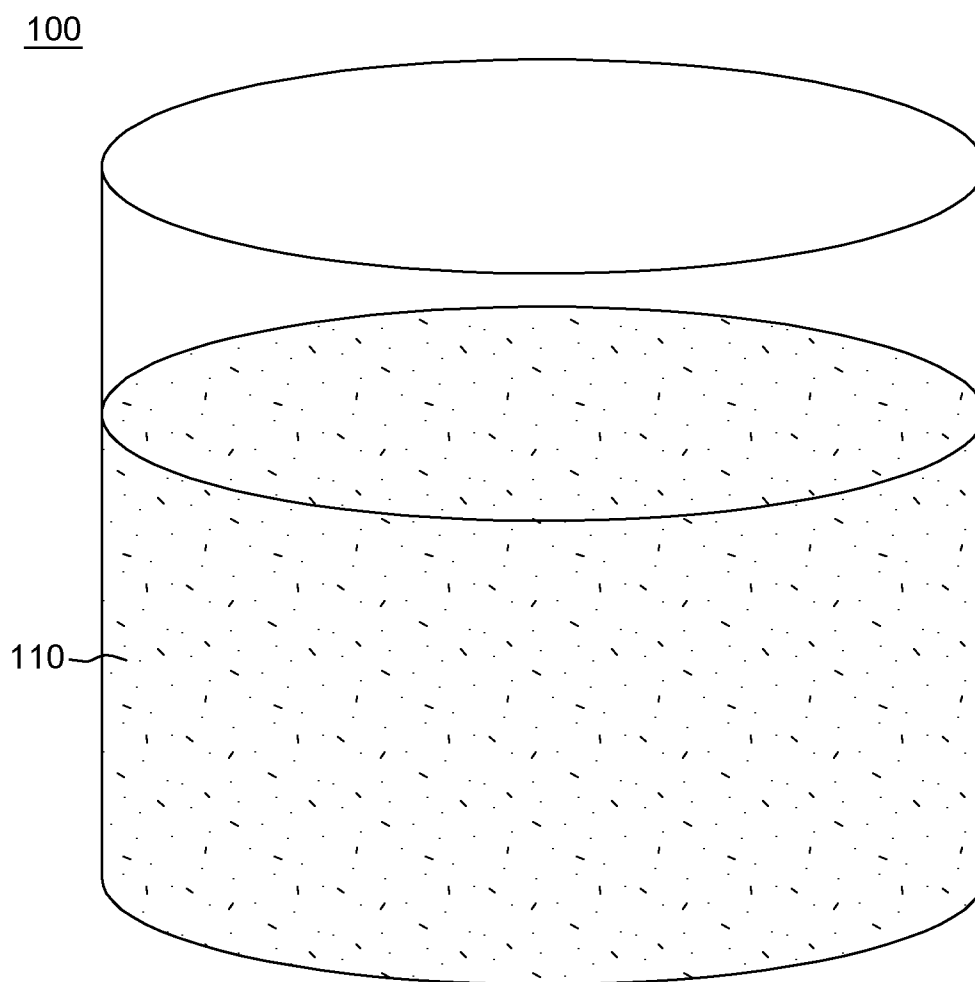


FIG. 1

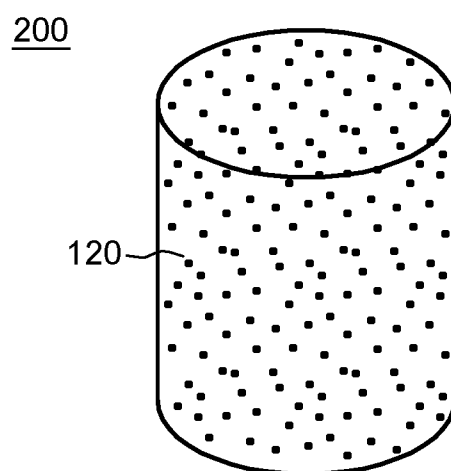


FIG. 2

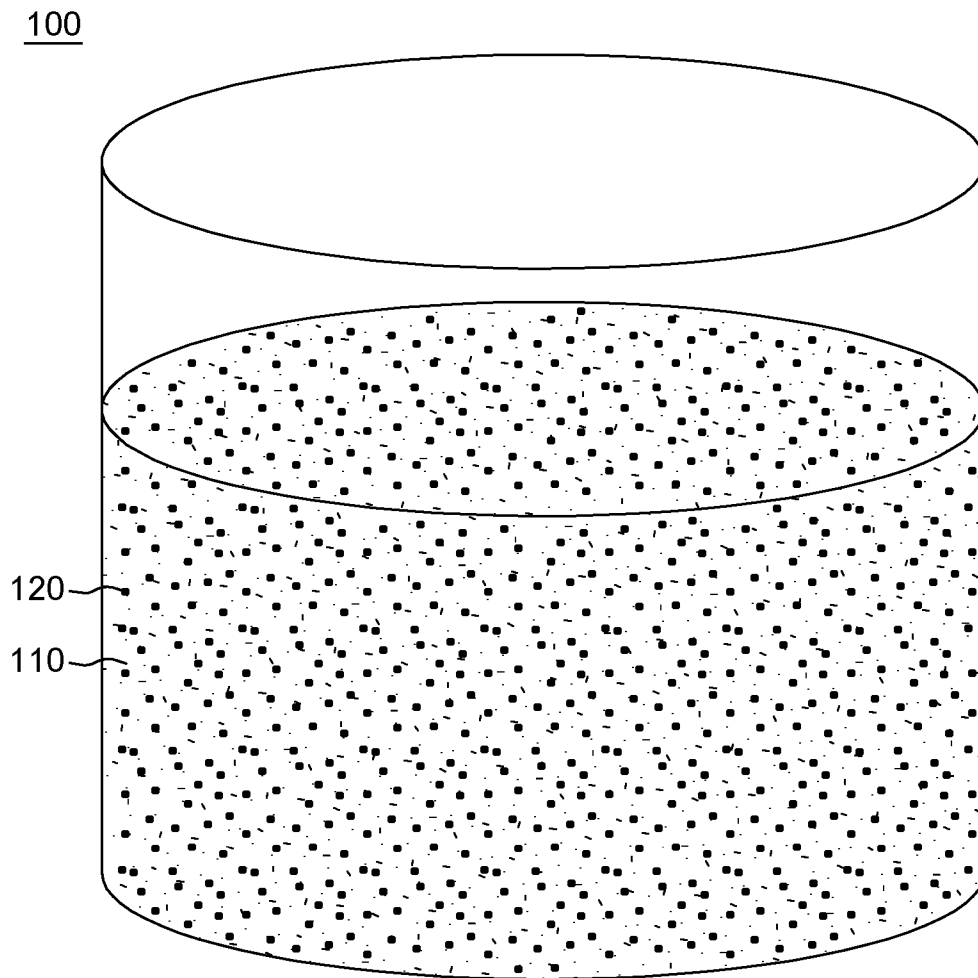


FIG. 3

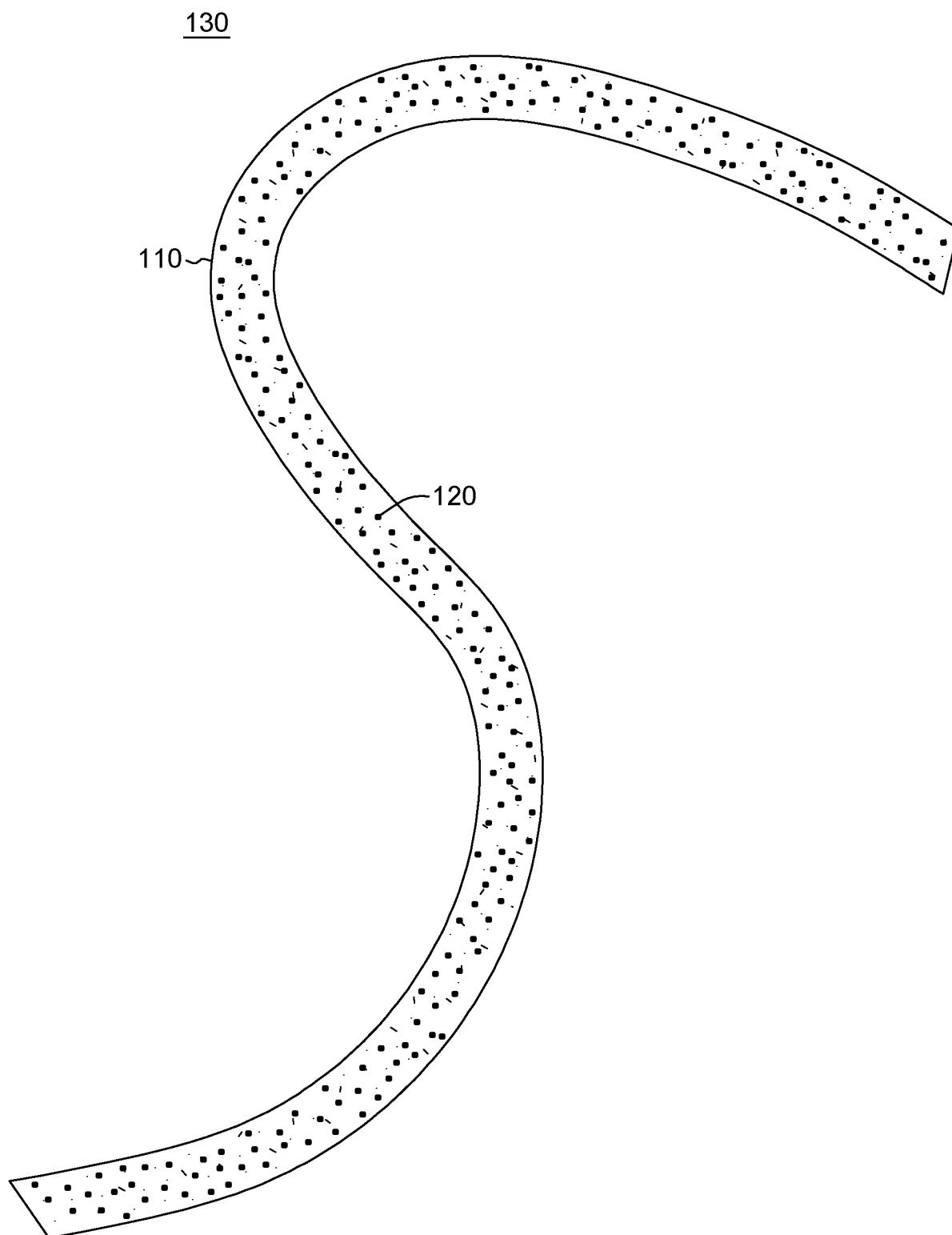


FIG. 4

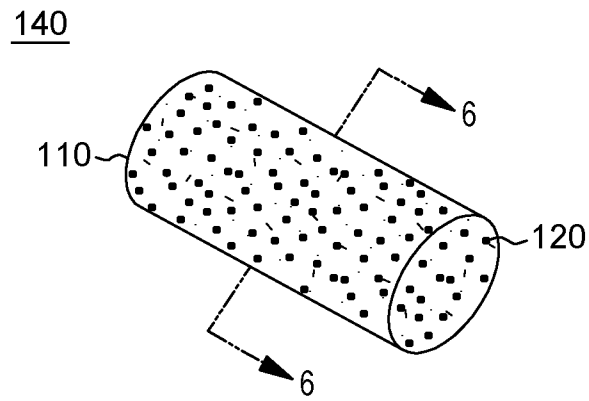


FIG. 5

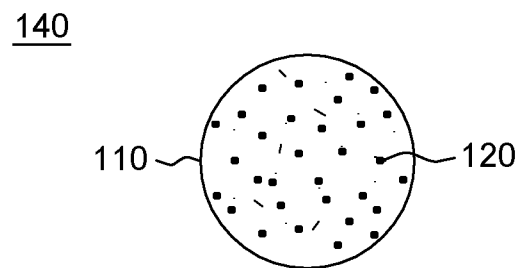


FIG. 6