



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

(21) **PI 0714941-7 A2**

(22) Data de Depósito: 16/07/2007
(43) Data da Publicação: 19/03/2013
(RPI 2202)



(51) *Int.Cl.:*
D04H 3/00
D04H 3/16
D01F 6/62

(54) Título: MANTAS FIBROSAS DE NÃO-TECIDO LIGADAS QUE COMPREENDEM FIBRAS POLIMÉRICAS SEMI-CRISTALINAS ORIENTADAS AMACIÁVEIS E UM APARELHO E MÉTODOS PARA PREPARAÇÃO DE TAIS MANTAS

(30) Prioridade Unionista: 31/07/2006 US 11/461.201

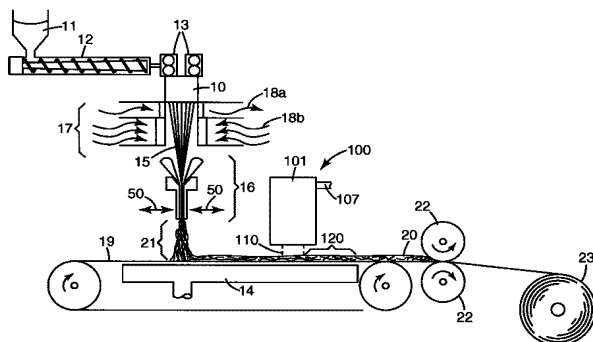
(73) Titular(es): 3M Innovative Properties Company

(72) Inventor(es): Andrew R. Fox, John D. Stelter, Michael R. Berrigan, Pamela A. Percha, William T. Fay

(74) Procurador(es): NELLIE ANNE DANIEL SHORES

(86) Pedido Internacional: PCT US2007073559 de 16/07/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/016770 de 07/02/2008



(57) Resumo: MANTAS FIBROSAS DE NÃO-TECIDO LIGADAS QUE COMPREENDEM FIBRAS POLIMÉRICAS SEMI-CRISTALINAS ORIENTADAS AMACIÁVEIS E UM APARELHO E MÉTODOS PARA PREPARAÇÃO DE TAIS MANTAS. A presente invenção refere-se a um método para a produção de uma manta fibrosa não-tecida ligada que compreende 1) fornecimento de uma manta fibrosa não-tecida que compreende fibras poliméricas semi-cristalinas orientadas e 2) submissão da manta a uma operação controlada de aquecimento e arrefecimento que inclui a) passagem forçada, através da manta, de um fluido aquecido, pelo menos, até a temperatura de fusão inicial do dito material polimérico, por um tempo muito curto para fundir totalmente as fibras e b) arrefecimento imediato da manta mediante a passagem forçada, através da manta, de um fluido a uma temperatura pelo menos 50°C menor que o ponto de fusão nominal do material das fibras. As fibras da manta tratada geralmente têm i) uma fase caracterizada por amorfismo que exhibe amaciamento repetível (fazendo com que as fibras se amaciem) e ii) uma fase caracterizada por cristalitos que reforça a estrutura da fibra durante o amaciamento da fase caracterizada por amorfismo, de modo que as fibras podem ser ligadas autogenamente enquanto mantém sua orientação e estrutura de fibra. Um aparelho para executar o método pode compreender 1) uma esteira transportadora para mover uma manta a ser tratada, 2) um aquecedor montado de forma adjacente ao primeiro lado da esteira transportadora e que compreende a) uma câmara contendo uma parede que está voltada para a manta, b) um ou mais condutos através dos quais um gás aquecido pode ser introduzido na câmara sob pressão e c) uma fenda na dita parede da câmara através da qual gás aquecido flui da câmara para a manta na esteira transportadora, 3) uma fonte de gás de arrefecimento abaixo da manta a partir do aquecedor, no primeiro lado da esteira transportadora, com o gás de arrefecimento contendo uma temperatura substancialmente menor que a do gás aquecido, 4) um meio de remoção de gás disposto no segundo lado da esteira transportadora, oposto ao aquecedor, com o meio de remoção de gás contendo uma porção em alinhamento com a fenda, a fim de remover o gás aquecido da fenda através da manta e também de uma porção abaixo da manta na fenda, em alinhamento com a fonte de gás de arrefecimento, a fim de remover o gás de arrefecimento através da manta para arrefecer a mesma. Um meio de restrição de fluxo é, de preferência, disposto sobre o segundo lado da esteira transportadora na trajetória, pelo menos, do gás aquecido ou do gás de arrefecimento, a fim de se igualar a distribuição do gás através da manta.

"MANTAS FIBROSAS DE NÃO-TECIDO LIGADAS QUE COMPREENDEM FIBRAS POLIMÉRICAS SEMI-CRISTALINAS ORIENTADAS AMACIÁVEIS E UM APARELHO E MÉTODOS PARA PREPARAÇÃO DE TAIS MANTAS"

CAMPO DA INVENÇÃO

5 Esta invenção refere-se a mantas fibrosas que compreendem fibras poliméricas semi-cristalinas orientadas, tendo características de amaciamento únicas que fornecem às mantas uma ligação intensificada e propriedades de formação; e a invenção refere-se, ainda, a um aparelho e métodos para preparação de tais mantas.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

10 Os métodos existentes para a ligação de fibras poliméricas semi-cristalinas orientadas em uma manta fibrosa não-tecida envolvem, geralmente, algum comprometimento das propriedades da manta. Por exemplo, a ligação da manta pode ser alcançada através da calandragem da manta enquanto a mesma é aquecida, distorcendo, por meio disso, o formato da fibra e, possivelmente, diminuindo outras propriedades como a porosidade da manta ou a
15 resistência da fibra. Ou a ligação pode precisar da adição de um material de ligação externo, com consequentes limitações na utilidade da manta, devido a natureza química ou física do material de ligação adicionado.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

20 A presente invenção fornece novas mantas fibrosas de não-tecido que compreendem fibras poliméricas semi-cristalinas orientadas, que são ligadas para formar uma manta coerente e maleável e que pode ser amaciada ainda mais, enquanto mantém sua orientação e estrutura de fibra. Dentre outras vantagens, as novas mantas de não-tecido podem ser moldadas e calandradas de maneiras benéficas.

25 As novas mantas são fornecidas por um método novo que se aproveita da morfologia das fibras poliméricas semi-cristalinas orientadas (a classe de polímeros semi-cristalinos é bem definida e bem conhecida e é diferenciada de polímeros amorfos, que não têm uma ordem cristalina detectável; a cristalinidade pode ser prontamente detectada por calorimetria de varredura diferencial, difração de raios X, densidade e outros métodos; "orientação" ou "orientada" significa que pelo menos porções das moléculas poliméricas das fibras são ali-
30 nhadas no sentido longitudinal das fibras, como resultado de uma passagem das fibras através de um equipamento como uma câmara de atenuação ou máquina de estiramento mecânica; a presença da orientação das fibras pode ser detectada por vários meios, incluindo medições de birrefringência ou difração de raios X de ângulo largo).

35 As fibras poliméricas semi-cristalinas orientadas convencionais podem ser consideradas como tendo dois tipos diferentes de regiões ou fases moleculares: um primeiro tipo de fase que é caracterizado por uma presença relativamente grande de domínios cristalinos altamente ordenados, ou induzidos a alongamento, e um segundo tipo de fase que é carac-

terizado por uma presença relativamente grande de domínios de ordem cristalina inferior (por exemplo, não estendida em cadeia) e domínios que são amorfos, apesar do fato de que o segundo pode ter alguma ordem ou orientação de um grau insuficiente para a cristalinidade. Esses dois tipos diferentes de fases, que não precisam ter bordas agudas e que podem existir em mistura um com o outro, têm diferentes tipos de propriedades. As propriedades diferentes incluem características diferentes de fusão e/ou amaciamento: a primeira fase, caracterizada por uma presença maior de domínios cristalinos altamente ordenados, se funde a uma temperatura (por exemplo, o ponto de fusão de um domínio cristalino de cadeia estendida) que é mais alta que a temperatura em que a segunda fase se funde ou se amacia (por exemplo, a temperatura de transição vítrea do domínio amorfo, conforme modificado pelos pontos de fusão dos domínios cristalinos de ordem mais baixa). Para facilitar a descrição da presente invenção, a primeira fase é denominada, na presente invenção, como uma "fase caracterizada por cristalitos", pois suas características de fusão são mais fortemente influenciadas pela presença de cristalitos de ordem mais alta, dando à fase um ponto de fusão mais alto do que ela teria sem a presença dos cristalitos; a segunda fase é denominada como uma "fase caracterizada por amorfismo" pois ela se amacia a uma temperatura mais baixa influenciada pelos domínios moleculares amorfos, ou pelo material amorfo intercalado com os domínios cristalinos de ordem mais baixa.

As características de ligação das fibras poliméricas semi-cristalinas orientadas convencionais são influenciadas pela existência de dois tipos diferentes de fases moleculares. Quando as fibras convencionais são aquecidas através de uma operação de ligação convencional, a operação de aquecimento tem o efeito de aumentar a cristalinidade das fibras, por exemplo, através da adição de material molecular em uma estrutura cristalina existente ou ordenação adicional das porções amorfas ordenadas. A presença de material cristalino de ordem inferior na fase caracterizada por amorfismo promove tal crescimento de cristais e a promove como material cristalino adicional de ordem inferior. O resultado do aumento da cristalinidade de ordem mais baixa é limitar o amaciamento e a fluidez das fibras durante uma operação de ligação.

Pela presente invenção, fibras poliméricas semi-cristalinas orientadas são submetidas a uma operação controlada de aquecimento e arrefecimento, em que as fibras e as fases descritas, são refinadas morfológicamente para dar às fibras novas propriedades e utilidade. Nessa operação de aquecimento e arrefecimento as fibras são primeiramente aquecidas por um tempo curto controlado a uma alta temperatura, frequentemente tão alta quanto o ponto de fusão nominal do material polimérico a partir do qual as fibras são feitas. Geralmente, o aquecimento é a uma temperatura e por um tempo suficientes para que a fase caracterizada por amorfismo das fibras se fundam ou se amaciam, enquanto a fase caracterizada por cristalitos permanece não-fundida (usamos a terminologia "fundido ou amaciado" pois porções amorfas

de uma fase caracterizada por amorfismo geralmente são consideradas como sendo amaciadas a sua temperatura de transição vítrea, enquanto porções cristalinas se fundem em seu ponto de fusão; o tratamento por calor mais efetivo em um método da invenção ocorre quando uma manta é aquecida para efetuar a fusão do material cristalino na fase caracterizada por amorfismo das fibras constituintes). Após a etapa de aquecimento descrita, as fibras aquecidas são imediatamente e rapidamente resfriadas até seu arrefecimento e congelamento, em uma forma morfológica refinada ou purificada.

Em termos mais amplos "refinamento morfológico", para uso na presente invenção, significa simplesmente a alteração da morfologia das fibras poliméricas semi-cristalinas orientadas; mas entendemos a estrutura morfológica refinada das fibras tratadas da invenção, conforme exposto a seguir (não queremos nos ligar à declarações da presente invenção de nosso "entendimento", que geralmente envolvem algumas considerações teóricas). Em relação a fase caracterizada por amorfismo, a quantidade de material molecular da fase suscetível ao crescimento indesejável (que impede o amaciamento) de cristais não é tão grande quanto antes do tratamento. Uma evidência dessa característica morfológica alterada é o fato de que, visto que fibras poliméricas semi-cristalinas orientadas convencionais submetidas a aquecimento em uma operação de ligação experimentam um aumento da cristalinidade indesejada (por exemplo, conforme discutido acima, através da adição em uma estrutura cristalina de ordem inferior existente ou ordenação ainda maior das porções amorfas ordenadas que limitam o amaciamento e ligamento das fibras), as fibras tratadas da invenção permanecem amaciáveis e ligáveis a um grau muito mais alto que as fibras convencionais não tratadas; frequentemente, elas podem ser ligadas à temperaturas abaixo do ponto de fusão nominal das fibras. Percebemos que a fase caracterizada por amorfismo experimentou um tipo de limpeza ou redução da estrutura morfológica que poderia levar a aumentos indesejáveis na cristalinidade das fibras não-tratadas convencionais, durante uma operação de termossolda; por exemplo, a variedade ou distribuição das formas morfológicas foram reduzidas, a estrutura morfológica foi simplificada e um tipo de segregação da estrutura morfológica em uma fase caracterizada por amorfismo e uma fase caracterizada por cristalitos mais discerníveis ocorreu. Fibras tratadas da invenção são capazes de um tipo de "amaciamento repetível", o que significa que as fibras e particularmente a fase caracterizada por amorfismo das fibras, irá passar por algum grau de um ciclo repetido de amaciamento e resolidificação, conforme as fibras são expostas a um ciclo de temperaturas maiores e menores dentro de uma região de temperatura inferior aquela que pode causar fusão de toda a fibra.

Em termos práticos, amaciamento repetível é indicado quando a manta tratada da invenção (que, geralmente, já apresenta uma ligação útil como resultado do tratamento de aquecimento e arrefecimento) pode ser aquecida para efetuar ligação autógena adicional das fibras ("ligação autógena" é definida como a ligação entre fibras a uma temperatura elevada,

obtida em um forno ou com um consolidador através do ar, sem a aplicação de uma pressão de contato sólida, como em uma ligação por ponto ou calandragem). O ciclo de amaciamento e resolidificação pode não continuar indefinidamente, mas é geralmente suficiente para que as fibras possam ser ligadas inicialmente mediante a exposição a calor, por exemplo, durante um
5 tratamento por calor, de acordo com a presente invenção e depois aquecidas novamente para efetuar um re-amaciamento e uma ligação adicional, ou, caso se deseje, outras operações, como calandragem ou remodelagem.

A capacidade das fibras semi-cristalinas orientadas de amaciar e se ligar autogicamente a temperaturas substancialmente abaixo do seu ponto de fusão nominal é, até
10 onde se sabe, sem precedentes e extraordinária. Tal amaciamento abre caminho para novos processos e produtos. Um exemplo é a habilidade de se remodelar a manta, por exemplo, através da calandragem da mesma até uma superfície lisa ou modelagem de mesma até uma forma não-planar, como para uma máscara facial. Outro exemplo é a habilidade de se ligar uma manta a temperaturas mais baixas, o que pode, por exemplo,
15 permitir a ligação sem causar alguma outra mudança indesejável na manta. De preferência, a remodelagem ou ligação pode ser realizada a uma temperatura 15°C abaixo do ponto de fusão nominal do material polimérico das fibras. Em muitas modalidades da invenção, tivemos sucesso na remodelagem ou ligação adicional da manta à temperaturas 30°C, ou mesmo 50°C, abaixo do ponto de fusão nominal das fibras. Apesar do fato de
20 que uma temperatura de consolidação baixa ou uma temperatura de modelagem baixa (temperatura em que fibras adjacentes coalescem suficientemente para se aderir juntas e dar coerência a uma manta ou fazer com que ela assuma o formato do molde) é possível, a manta pode ser exposta à temperaturas mais elevadas por outras razões, por exemplo, para comprimir a manta ou até temperar ou ajustar termicamente as fibras.

Em um aspecto, a invenção apresenta um método para modelagem de uma manta que compreende fibras poliméricas monocomponentes semi-cristalinas orientadas, com o método compreendendo a) refinamento morfológico da manta em uma operação de aquecimento e arrefecimento, de modo que a manta é capaz de desenvolver ligações autógenas a uma temperatura menor que o ponto de fusão nominal das fibras; b) colocação da manta em um
30 molde e c) submissão da manta a uma temperatura de modelagem eficaz para finalmente converter a manta para o formato do molde.

Dada a função da fase caracterizada por amorfismo em alcançar ligação das fibras, por exemplo, fornecendo o material de amaciamento e ligação das fibras, às vezes chamamos a fase caracterizada por amorfismo de fase de "ligação".

35 A fase da fibra caracterizada por cristalitos tem sua própria função diferente, especificamente reforçar a estrutura de fibra básica das fibras. A fase caracterizada por cristalitos pode, geralmente, permanecer não-fundida durante a ligação ou operação similar,

pois seu ponto de fusão é mais alto que o ponto de fusão/amolecimento da fase caracterizada por amorfismo e ela, então, permanece tão intacta quanto a matriz que se estende ao longo da fibra e suporta a estrutura da fibra e dimensões da fibra. Desse modo, apesar do fato de que aquecimento da manta em uma operação de ligação autógena irá fazer com que as fibras se juntem ou se soldem uma a outra ao serem submetidas a algum fluxo em contato íntimo ou coalescência em pontos de intersecção da fibra ("ligação" das fibras significa a adesão firme das fibras, de modo que elas geralmente não se separam quando a manta é submetida a manuseio normal), a estrutura básica e distinta da fibra é mantida por todo o comprimento das fibras entre intersecções e ligações; de preferência, a seção transversal das fibras permanece inalterada por todo o comprimento das fibras entre intersecções ou ligações formadas durante a operação. Semelhantemente, apesar do fato de que calandragem de uma manta da invenção pode fazer com que as fibras sejam reconfiguradas pela pressão e o calor da operação de calandragem (fazendo, por meio disso, com que as fibras mantenham o formato prensado sob elas permanentemente durante a calandragem e fazendo com que a manta fique mais uniforme em sua espessura), as fibras geralmente se mantêm como fibras distintas com uma retenção consequente das propriedades de porosidade, filtração e isolamento desejadas da manta.

Dada a função de reforço da fase caracterizada por cristalitos, conforme descrito, às vezes nos referimos a ela como fase de "reforço" ou fase de "suporte". Entende-se também que a fase caracterizada por cristalitos passa por um refinamento morfológico durante um tratamento da invenção, por exemplo, uma mudança na quantidade de estruturas cristalinas de ordem mais alta.

Uma ferramenta usada para examinar as alterações que ocorrem dentro das fibras tratadas, de acordo com a presente invenção, é um calorímetro de varredura diferencial (DSC). Geralmente, uma amostra de teste (por exemplo, uma seção pequena da manta de teste) é submetida a dois ciclos de aquecimento no calorímetro de varredura diferencial: um "primeiro aquecimento", que aquece a amostra de teste conforme recebida a uma temperatura maior que o ponto de fusão da amostra (conforme determinado pelo sinal de fluxo de calor que retorna até uma linha de base estável); e um "segundo aquecimento", que é similar ao primeiro aquecimento, mas é conduzido em uma amostra de teste que foi fundida em um primeiro aquecimento e então, resfriado, tipicamente abaixo da temperatura ambiente. O primeiro aquecimento mede as características de uma manta fibrosa não-tecida da invenção diretamente após sua conclusão, isto é, sem ter passado por tratamento térmico adicional (curvas apresentadas neste relatório descritivo são, geralmente, curvas do primeiro aquecimento, a não ser que a mesma seja identificada de outro modo). O segundo aquecimento mede as propriedades básicas do material da manta, com quaisquer características que foram impostas ao material básico através do processamento ao qual o material foi submetido, durante a fabrica-

ção e tratamento de uma manta da invenção que foram eliminados pela fusão da amostra que ocorreu durante o primeiro aquecimento.

Geralmente, conduzimos testes de DSC em um equipamento de Calorimetria de Varredura Diferencial Modulada TM (MDSC TM). Entre outras coisas, o teste de MDSC TM produz três curvas ou traços de sinal diferentes, conforme mostrado na figura 6: a curva A, uma curva de "fluxo de calor não-reversível" (que informa sobre os eventos cinéticos que ocorrem dentro da amostra de teste); a curva B, uma curva de "fluxo de calor reversível" (por exemplo, relacionada à capacidade de calor); e a curva C, uma curva de "fluxo de calor total", similar a curva típica de um DSC e que mostra a rede de fluxo de calor que ocorre na amostra conforme ela é aquecida através do regime de testes em um DSC. (Em todas as curvas do DSC aqui apresentadas, a abscissa é marcada em unidades de temperatura, graus Celsius e as ordenadas estão em unidades de energia térmica, Watts/grama; a última ordenada da direita para a esquerda, na figura 6, é a curva de fluxo de calor total; a ordenada mais a esquerda das duas a direita é a curva de fluxo de calor não-reversível; e a última ordenada da esquerda para a direita é a curva de fluxo de calor reversível.) Cada curva separada revela dados diferentes úteis na caracterização das fibras e mantas da invenção. Por exemplo, a curva A é especialmente útil devido a sua identificação mais clara dos picos de cristalização a frio e picos de cristalização perfeita (pois esses são efeitos cinéticos melhor representados pelo sinal do fluxo de calor não reversível).

Alguns dos pontos de dados mais ou menos discerníveis sob a forma de deflexões ou picos que podem aparecer nas curvas do DSC a diferentes temperaturas, dependendo da composição polimérica de uma fibra que está sendo testada e o condicionamento da fibra (o resultado do processos ou exposição que a fibra experimentou), são ilustrados em diversas curvas da figura 6. Desse modo, a curva representativa C na figura 6, uma curva do fluxo de calor total do primeiro aquecimento para um polímero semi-cristalino representativo, pode revelar: T_{CC} , um "pico de cristalização a frio", que mostra uma exoterma que ocorre conforme as moléculas na amostra se alinham em uma disposição de cristal; e T_M identificando nessa curva o pico endotérmico que mostra a fusão da fibra de teste. A curva A da figura 6 revela um pico exotérmico T_{CC} que reflete a cristalização a frio e T_{CP} , um "pico de cristalização perfeita", que reflete uma exoterma que ocorre conforme a estrutura cristalina na amostra se reorganiza em uma estrutura cristalina ainda mais perfeita ou maior. A curva B é geralmente usada para determinar a temperatura de transição vítrea T_g do polímero, apesar do fato de que uma deflexão representativa da T_g também aparece na curva C.

A figura 7 mostra as curvas de aquecimento total do primeiro aquecimento e do segundo aquecimento (curvas A e B, respectivamente) para um material representativo da invenção (nesse caso, para o exemplo 5). Um item de informação útil obtido a partir da curva do segundo aquecimento (curva B) é a informação do ponto de fusão básico do material

polimérico usado na fabricação de uma manta de não-tecido da invenção. Geralmente, para polímeros semi-cristalinos usados na fabricação de mantas de não-tecido da invenção, o ponto de fusão básico é visto como uma endoterma na curva ou varredura do segundo aquecimento, que ocorre perto da temperatura onde os cristais mais ordenados da amostra se fundem. Na figura 7, o pico M é o pico do ponto de fusão para a amostra de teste e o pico máximo M' é considerado como o ponto de fusão nominal para a amostra. (Uma especificação do material para um polímero comercial listaria, tipicamente, a temperatura M' como o ponto de fusão para o material comercial.) Para propósitos da presente invenção, o "ponto de fusão nominal" para um polímero ou uma fibra polimérica é definido como o pico máximo de uma curva do fluxo de calor total do segundo aquecimento do DSC, na região de fusão do polímero ou fibra, se houver apenas um ponto máximo naquela região; e, se houver mais de um ponto máximo indicando mais de um ponto de fusão (por exemplo, devido a presença de duas fases cristalinas distintas), conforme a temperatura em que o pico de fusão de amplitude mais alta ocorre.

Outro item de informação útil é a temperatura em que a fusão de uma amostra de teste começa, isto é, a temperatura inicial de fusão da amostra. Essa temperatura é definida para propósitos da presente invenção como o ponto onde a tangente traçada a partir do ponto do coeficiente angular máximo do pico de fusão na curva de fluxo de calor total se intersecciona com a linha de base da curva (BL na figura 7; a linha onde não existem fluxos de calor positivos nem negativos). Na figura 7, a temperatura de fusão inicial (T_0) para o material polimérico do exemplo 5 é mostrado na curva B (de preferência, T_0 é determinada a partir da curva do segundo aquecimento). Para tratar efetivamente as fibras por calor, de acordo com a presente invenção, preferimos expor as fibras a um fluido aquecido a uma temperatura em que o material cristalino dentro da fase caracterizada por amorfismo se funde, com tal temperatura podendo geralmente ser identificada como uma temperatura maior que a temperatura de fusão inicial.

Outro item de informação útil, especialmente útil na descrição de mantas de não-tecido tratadas da invenção, é recebida a partir do sinal do primeiro aquecimento do fluxo de calor não-reversível. Esse item de informação é transmitido pelos picos exotérmicos no sinal que ocorre em a ao redor da fusão, respectivamente, da fase caracterizada por amorfismo e da fase caracterizada por cristalitos. Esses picos exotérmicos, frequentemente denominados picos de cristalização perfeita, representam a energia térmica produzida conforme as moléculas dentro de suas respectivas fases se reorganizam durante o aquecimento da amostra de teste. Pelo menos em materiais de cristalização lenta como tereftalato de polietileno, existem, geralmente, dois picos distinguíveis de cristalização perfeita, um associado à fase caracterizada por amorfismo e outro associado à fase caracterizada por cristalitos (levando-se em consideração que o pico pode se manifestar como uma saliência em outro

ponto geralmente maior). Em relação à fase caracterizada por amorfismo, conforme uma amostra de teste é aquecida durante um teste com um DSC e a mesma se aproxima do ponto de fusão/amolecimento do material molecular associado à fase caracterizada por amorfismo, esse material molecular fica livre, de modo crescente, para se mover e se tornar mais alinhado com a estrutura cristalina da fase (material cristalino de ordem mais baixa). Conforme ela se reorganiza e cresce em cristalinidade, a energia térmica se desprende e a quantidade de energia térmica que se desprende varia conforme a temperatura de teste aumenta em direção ao ponto de fusão dos cristallitos na fase caracterizada por amorfismo. Uma vez que o ponto de fusão da fase caracterizada por amorfismo é alcançado e ultrapassado, o material molecular da fase se funde e a energia térmica que se desprende cai, deixando um pico máximo que ocorre a uma temperatura que pode ser vista como uma característica peculiar do estado do material molecular da fase caracterizada por amorfismo da manta de não-tecido de teste.

Um fenômeno similar ocorre na fase caracterizada por cristallitos e um pico máximo se desenvolve, que é característico do estado do material molecular da fase caracterizada por cristallitos. Esse pico ocorre a uma temperatura mais alta que a temperatura de pico máximo da fase caracterizada por amorfismo.

Nem todos os picos ou indicadores acima descritos irão ocorrer em todos os polímeros e todas as condições de uma fibra e algum julgamento pode ser necessário para interpretar a informação. Por exemplo, náilon pode passar por alterações durante o processamento térmico, conforme experimentado em um teste de DSC, devido a ligações de hidrogênio consideravelmente fortes entre moléculas adjacentes, com o resultado de que o ponto de fusão de uma amostra de teste de náilon pode ser aumentado durante o primeiro aquecimento do teste de DSC. O ponto de fusão mais alto se torna uma parte do teste que deve ser levada em consideração (discutido com mais detalhes abaixo).

Algumas observações que fizemos em relação à mantas de não-tecido da invenção testadas por MDSC™, que entendemos como indicações alternativas do refinamento morfológico que ocorre durante o tratamento, de acordo com a presente invenção, são as seguintes:

1. Uma observação vista na verredura do fluxo de calor não-reversível do primeiro aquecimento diz respeito à temperatura distribuída entre os máximos para o pico de cristalização perfeita, respectivamente, da fase caracterizada por cristallitos e da fase caracterizada por amorfismo. Na figura 8, o pico T_{CP1} representa o pico de cristalização perfeita da fase caracterizada por cristallitos (reforço) da fibra de teste e o pico T_{CP2} representa o pico de cristalização perfeita da fase caracterizada por amorfismo (ligação) da fibra de teste (conforme mencionado acima, picos podem estar tão próximos uma do outro que se manifesta como uma saliência do outro pico). Tratamentos por calor eficazes da invenção frequentemente

parecem resultar na diferença de temperatura entre esses dois picos máximos situados dentro de uma determinada faixa, que varia dependendo do tipo de polímero. Por exemplo, com fibras de tereftalato de polietileno, a diferença de temperatura entre os dois picos máximos é de, geralmente, pelo menos cerca de 5°C e até cerca de 10°C; com fibras de náilon, ela está, geralmente, entre cerca de 6 a 9°C; e com fibras de polipropileno a diferença de temperatura entre esses dois picos máximos é de, geralmente, pelo menos 4°C. Entendemos as razões para essas faixas limitadas da seguinte forma. Uma propagação maior que a indicada pode ocorrer pois a cristalização perfeita máxima da fase caracterizada por amorfismo está a uma temperatura demasiadamente baixa, resultante de uma limpeza morfológica insuficiente da fase caracterizada por amorfismo; isto significa que há uma desordem restante muito alta na fase, o que faz com que uma reorganização ocorra dentro do DSC a uma temperatura demasiadamente baixa. Por outro lado, uma temperatura que se propaga menos que o indicado pode, por exemplo, indicar que o tratamento por calor causou dano a fase da fibra caracterizada por cristalitos, pois a fibra foi tratada a uma temperatura demasiadamente alta ou por um tempo muito longo, causando reorganização indesejável da fase caracterizada por cristalitos.

2. Para polímeros de cristalização rápida, como polietileno e polipropileno, refinamento morfológico, de acordo com a presente invenção, é frequentemente revelado em uma curva de fluxo de calor não-reversível por uma ou ambas características a) uma redução no assim chamado pico de cristalização perfeita (isto é, uma redução na altura ou amplitude do pico – isto é, a deflexão da linha de base -- em comparação com a altura do pico na curva do segundo aquecimento) e b) o ponto mais alto do pico de cristalização exotérmica perfeita para a fase caracterizada por cristalitos da curva de fluxo de calor não-reversível estando acima (a uma temperatura maior que) do ponto de fusão nominal, o que significa que a porção dominante da reorganização dos cristais ocorre dentro da amostra de teste durante a varredura do DSC, à temperaturas mais altas que o ponto de fusão nominal; isso é, frequentemente, uma mudança da situação apresentada na curva do segundo aquecimento, onde a maior altura do pico apresentada está abaixo do ponto de fusão nominal; essa medição é feita através da sobreposição da curva do fluxo de calor não-reversível do primeiro aquecimento sobre a curva do fluxo de calor total do segundo aquecimento e através da inspeção visual que determina a localização da altura maior do pico de cristalização perfeita para a fase caracterizada por cristalitos, em relação ao ponto de fusão nominal. A figura 9 apresenta três curvas não-reversíveis A, B e C para os exemplos C1, 1 e C6, respectivamente. O exemplo 1 é um exemplo preferencial (tendo sido submetido a uma temperatura de tratamento por calor mais útil, conforme discutido subsequentemente, com mais detalhes) e é visto que (curva B) a altura mais alta do pico de cristalização perfeita T_{CP} para esse exemplo está acima do ponto de fusão nominal, que foi determinado separadamente como cerca de

160°C.

Observamos o ponto acima em amostras de teste de náilon com a condição de que o ponto de fusão nominal seja determinado a partir da curva do fluxo de calor total do primeiro aquecimento e não a partir da curva do segundo aquecimento, onde as ligações de hidrogênio podem ter alterado o ponto de fusão observado.

3. Para materiais de cristalização lenta, como tereftalato de polietileno, um refinamento morfológico desejado é frequentemente mostrado pela combinação do ponto mais alto do pico de cristalização exotérmica perfeita da curva de fluxo de calor não-reversível que está acima do ponto de fusão nominal (conforme discutido no Ponto 2 acima), unido a presença de um pico de cristalização a frio discernível na curva de fluxo de calor não-reversível, o que significa que material molecular amorfo cristalizável significativo está presente na fase caracterizada por amorfismo (ligação) da amostra de teste (tal material continua presente, por exemplo, em uma forma mais purificada, seguindo um tratamento de acordo com a invenção e/ou continua sendo gerado durante esse tratamento).

Essa característica é ilustrada na figura 10, onde a curva A é a curva do fluxo de calor não-reversível do primeiro aquecimento para uma manta da invenção (exemplo 4) e a curva B é a curva do fluxo de calor não-reversível do segundo aquecimento da amostra. Conforme visto na curva A, a altura mais alta do pico de cristalização perfeita T_{CP} da curva do fluxo de calor não-reversível está acima do ponto de fusão nominal e há um pico de cristalização a frio discernível T_{CC} na curva.

Essas três indicações – (1), (2) e (3) acima -- são chamadas, neste documento, de Características Distintivas do DSC e, conforme declarado anteriormente, descobrimos que mantas preferenciais da invenção parecem exibir pelo menos uma dessas Características Distintivas do DSC. Em um aspecto, entende-se que uma manta de não-tecido da invenção pode compreender fibras poliméricas semi-cristalinas amaciáveis orientadas que apresentem pelo menos uma Característica Distintiva do DSC, de modo que as fibras podem ser adicionalmente ligadas ou moldadas termomecanicamente enquanto mantêm sua estrutura de fibra.

Um novo método da presente invenção através do qual uma nova manta da invenção pode ser fornecida compreende, em suma, as etapas de 1) fornecimento de uma manta fibrosa não-tecida que compreende fibras poliméricas semi-cristalinas orientadas e 2) submissão da manta a uma operação controlada de aquecimento e arrefecimento que inclui a) passagem forçada, através da manta, de um fluido aquecido a uma temperatura maior que a temperatura de fusão inicial do material da fibra, por um tempo muito curto para fundir todas as fibras (fazendo com que as fibras percam sua natureza fibrosa distinta; de preferência, o tempo de aquecimento é muito curto para causar uma distorção significativa da seção transversal da fibra, conforme indicado no teste de distorção por fusão

descrito nos exemplos de trabalho mais adiante nesse documento) e b) arrefecer imediatamente a manta através da passagem forçada, através da manta, de um fluido contendo capacidade de calor suficiente para solidificar as fibras (isto é, para solidificar a fase das fibras caracterizada por amorfismo amaciada/fundida durante o tratamento por calor), tal temperatura é, geralmente, pelo menos 50°C menor que o ponto de fusão nominal. De preferência os fluidos que passam através da manta são correntes gasosas e, de preferência, eles são ar.

Passar um fluido ou corrente gasosa "à força" através de uma manta significa que uma força em adição a pressão ambiente normal é aplicada ao fluido para impulsionar o fluido através da manta. Em uma modalidade preferencial, a etapa (2) do método descrito inclui a passagem da manta em uma esteira transportadora através de um dispositivo (que pode ser chamado de aquecedor de fluxo arrefecido, conforme discutido mais adiante) isso fornece uma corrente focalizada, gasosa aquecida (tipicamente ar) que sai do aquecedor sob pressão e se junta a um lado da manta, com um aparelho de remoção de gás do outro lado da manta para ajudar na remoção do gás aquecido através da manta; geralmente, a corrente aquecida é semelhante a uma faca ou semelhante a uma cortina (como emanando a partir de um fenda alongada ou retangular), que se estende através da largura da manta e é uniforme (isto é, tem uma uniformidade em sua temperatura e fluxo, de modo a aquecer as fibras na manta com um alto grau de uniformidade). A corrente aquecida é, em alguns aspectos, similar à corrente aquecida de um "conector a ar" ou "lâmina de ar quente", apesar do fato de que ela pode ser submetida à controles especiais que modulam o fluxo, fazendo com que o gás aquecido seja distribuído uniformemente e uma taxa controlada, através da largura da manta para aquecer totalmente, uniformemente e rapidamente as fibras de manta até uma temperatura alta útil.

O arrefecimento forçado segue imediatamente ao aquecimento para congelar rapidamente as fibras de uma forma morfológica purificada ("imediatamente" significa parte da mesma operação, isto é, sem um tempo de intervalo de armazenamento, como o que ocorre quando uma manta é enrolada em uma bobina antes da próxima etapa de processamento). Em uma modalidade preferencial, o aparelho de remoção de gás está posicionado na parte inferior da manta a partir da corrente gasosa aquecida, de modo a extrair um gás ou outro fluido de resfriamento, por exemplo, ar ambiente, através da manta prontamente após ela ser aquecida e, por meio disso, arrefecendo rapidamente as fibras. O tempo do aquecimento é controlado, por exemplo, pelo comprimento da região de aquecimento ao longo da trajetória que a manta atravessa e pela velocidade em que a manta é movida através da região de aquecimento até a região de resfriamento, para causar fusão/amaciamento desejado da fase caracterizada por amorfismo, sem fundir toda a fibra.

Mantas da invenção podem ser usadas por si só, por exemplo, para meios filtran-

tes, tecidos decorativos, ou um suporte protetor ou de cobertura. Ou elas podem ser usadas em combinação com outras mantas ou estruturas, por exemplo, como um suporte para outras camadas fibrosas depositadas ou laminadas na manta, como em meios filtrantes de multicamada, ou um substrato em que uma membrana pode ser moldada. Elas podem ser processadas após a preparação, passando-as através de cilindros de calandragem lisos para formar uma manta de superfície lisa, ou através de um aparelho modelador para deixá-las com um formato tridimensional.

OUTRA TÉCNICA ANTERIOR

Facas de ar quente são comumente usadas para ligação de mantas fibrosas. Um exemplo, projetado para se alcançar uma ligação leve para preparar uma manta para processamento adicional, é encontrado na patente U.S. Nº 5.707.468 (Arnold et al), que mostra a "submissão de uma manta de fiação contínua que acaba de ser produzida a uma corrente de ar aquecido com uma alta taxa de fluxo ... até unir levemente as fibras da manta". A temperatura do ar aquecido é insuficiente para fundir o polímero na fibra, mesma na superfície da fibra, mas é projetada apenas para ser suficiente para amaciar um pouco a fibra (por exemplo, vide a coluna 5, linhas 25 a 27). A operação de aquecimento é usada apenas para fazer com que as fibras imediatamente se tornem levemente ligadas uma a outra, de modo que a manta tenha integridade suficiente para processamento adicional. Nenhum aquecimento e arrefecimento como o usado na presente invenção é descrito.

A patente U.S. Nº 6.667.254 (Thompson et al.) mostra mantas fibrosas de não-tecido que compreendem uma massa de fibras de tereftalato de polietileno que apresentam um pico de fusão duplo em uma curva do DSC e as fibras incluem uma porção amorfa, incluindo porções externas das fibras, através das quais as fibras se amaciam e se aderem para alcançar uma consolidação interfibras (col. 5, ll. 37 a 39). Mas não há amostra de uma manta com fibras aquecidas e arrefecidas, como na presente invenção.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A figura 1 é um diagrama esquemático geral de um aparelho da invenção usado para formar uma manta fibrosa não-tecida e para tratar por calor a manta, de acordo com a presente invenção.

A figura 2 é uma vista lateral ampliada de uma câmara de processamento para preparação de fibras úteis em uma manta da invenção, com meios de montagem para a câmara não mostrados.

A figura 3 é uma vista superior, parcialmente esquemática, da câmara de processamento mostrada na figura 2 junto com a montagem e outros aparelhos associados.

A figura 4 é uma vista esquemática ampliada e expandida de uma parte de tratamento por calor do aparelho mostrada na figura 1.

A figura 5 é uma vista em perspectiva de um aparelho da figura 4.

As figuras 6 a 15 são curvas obtidas através de calorimetria de varredura diferencial das fibras de várias mantas fibrosas de não-tecido exemplificadoras.

DESCRIÇÃO DETALHADA

As figuras 1 a 5 mostram um aparelho ilustrativo para execução da invenção, como parte de um método e um aparelho para produção direta da manta, em que um material polimérico formador de fibras é convertido em uma manta em uma operação essencialmente direta. A figura 1 é uma vista lateral esquemática geral; as figuras 2 e 3 são vistas ampliadas das porções de formação de fibra do aparelho da figura 1; a figura 4 é uma vista lateral ampliada e expandida de uma porção do aparelho mostrado na figura 1, adaptado para aquecer e arrefecer a manta coletada; e a figura 5 é uma vista em perspectiva que mostra partes do aparelho de aquecimento e arrefecimento e uma manta sendo tratada, com partes sendo dissolvidas. A invenção pode, também, ser feita através do tratamento de mantas pré-formadas, sendo que, nesse caso, o aparelho usado para executar a invenção pode consistir, essencialmente, em apenas um aparelho, conforme mostrado nas figuras 4 e 5.

Quando se executa a invenção da maneira ilustrada na figura 1, o material de formação de fibra é trazido até um cabeçote de extrusão 10 -- nesse aparelho ilustrativo, através da introdução de um material formador de fibra polimérica em uma tremonha 11, fusão do material em uma extrusora 12 e bombeamento do material fundido em um cabeçote de extrusão 10 através de uma bomba 13. Material polimérico sólido em pélete ou outra forma particulada é mais comumente usado e fundido até um estado líquido, bombeável.

O cabeçote de extrusão 10 pode ser uma fiandeira ou conjunto de fiandeiras convencional, que geralmente incluem múltiplos orifícios dispostos em um padrão regular, por exemplo, fileiras de linhas retas. Filamentos 15 de líquido formador de fibras são extrudados do cabeçote de extrusão e transmitidos até uma câmara de processamento ou atenuador 16. A distância 17 através da qual os filamentos 15 extrudados viajam antes de chegarem ao atenuador 16 pode variar, assim como as condições as quais eles são expostos. Tipicamente, correntes de arrefecimento de ar ou outro gás 18 são apresentadas aos filamentos extrudados para reduzir a temperatura dos filamentos extrudados 15. Alternativamente, correntes de ar ou outro gás podem ser aquecidas para facilitar o estiramento das fibras. Pode haver uma ou mais correntes de ar ou outro fluido -- por exemplo, uma primeira corrente de ar 18a que passa de maneira transversal à corrente de filamento, que pode remover materiais gasosos indesejados ou vapores liberados durante a extrusão; e uma segunda corrente de ar de arrefecimento 18b que alcança uma redução de temperatura desejada. Dependendo do processo sendo usado ou a forma desejada do produto final, o ar de arrefecimento pode ser suficiente para solidificar os filamentos extrudados 15 antes que eles alcancem o atenuador 16. Em outros casos, os filamentos extrudados ainda estão em uma condição amaciada ou fundida quando eles entram no atenuador. Alternativamente, nenhuma corrente de arrefecimento é

usada; nesse caso, ar ambiente ou outro fluido entre o cabeçote de extrusão 10 e o atenuador 16 pode ser um meio para qualquer mudança nos filamentos extrudados antes que eles entrem no atenuador.

Os filamentos 15 passam através do atenuador 16, conforme discutido com mais detalhes abaixo e, então, saem para um coletor 19 onde eles são coletados como uma massa de fibras 20. O coletor 19 é, geralmente, poroso e um dispositivo de remoção de gás 14 pode ser posicionado abaixo do coletor para ajudar na deposição das fibras no coletor. A distância 21 entre a saída do atenuador e o coletor pode variar para se obter diferentes efeitos. Além disso, antes da coleta, os filamentos extrudados ou fibras podem estar sujeitos a inúmeras etapas adicionais de processamento não ilustradas na figura 1, como, por exemplo, estiramento adicional, aspersão, etc. Após a coleta, a massa 20 coletada é geralmente aquecida e arrefecida, de acordo com a presente invenção; mas a massa pode ser enrolada ao redor de um cilindro de armazenamento para ser posteriormente aquecida e arrefecida, caso se deseje. Geralmente, uma vez que a massa 20 foi aquecida e arrefecida ela pode ser transportada até outro aparelho como calandras, estações de gofragem, laminadores, cortadores e similares; ou ela pode ser passada através de cilindro de direcionamento 22 e enrolada ao redor de um cilindro de armazenamento 23.

Em um método preferencial para execução da invenção, a massa 20 de fibras é carregada pelo coletor 19 através de uma operação de aquecimento e arrefecimento, conforme ilustrado nas figuras 1, 4 e 5; para propósitos de abreviação, nos referimos frequentemente ao aparelho representado particularmente nas figuras 4 e 5 como um aquecedor de fluxo arrefecido, ou, de maneira mais simples, um aquecedor arrefecido. A massa 20 coletada é passada primeiro sob um dispositivo de aquecimento controlado 100 montado acima do coletor 19. O dispositivo de aquecimento 100 exemplificador compreende um compartimento 101 que é dividido em um espaço cheio superior 102 e um espaço cheio inferior 103. Os espaços cheios superior e inferior são separados por uma placa 104 perfurada com uma série de orifícios 105, que são tipicamente uniformes em tamanho e espaçamento. Um gás, tipicamente ar, é alimentado ao espaço cheio superior 102 através das aberturas 106 dos condutos 107 e a placa 104 funciona como um meio de distribuição de fluxo para fazer com que o ar alimentado ao espaço cheio superior seja distribuído de maneira relativamente uniforme quando passado através da placa no espaço cheio inferior 103. Outros meios de distribuição de fluxo úteis incluem aletas, defletores, tubulações, represas de ar, telas ou placas sinterizadas, isto é, dispositivos que nivelam a distribuição de ar.

No dispositivo de aquecimento ilustrativo 100, a parede de fundo 108 do espaço cheio inferior 103 é formada com uma fenda 109 alongada e retangular, através da qual um fluxo 110 de ar aquecido em forma de cortina do espaço cheio inferior é soprado na massa 20 que passa pelo coletor 19 abaixo do dispositivo de aquecimento 100 (a massa 20 e o coletor

19 são mostrados parcialmente invisíveis na figura 5). O dispositivo de exaustão de ar 14 se estende, de preferência, o suficiente para se estender abaixo da fenda 109 do dispositivo de aquecimento 100 (bem como estende-se ao longo da parte inferior da manta a uma distância 118 além da corrente aquecida 110 e através da área marcada 120, como será discutido abaixo). O ar aquecido no espaço cheio está, desse modo, sob uma pressão interna dentro do espaço cheio 103 e na fenda 109 ele está ainda mais abaixo do vácuo de exaustão do dispositivo de liberação de gás 14. Para controlar ainda mais a força de exaustão, uma placa perfurada 111 pode ser posicionada sob o coletor 19 para impor um tipo de contrapressão ou meio de restrição de fluxo que contribui para a distribuição do fluxo 110 do ar aquecido em uma uniformidade desejada sobre a largura ou área aquecida da massa coletada 20. Outros meios de restrição de fluxo úteis incluem telas ou placas sinterizadas.

O número, tamanho e densidade das aberturas na placa 111 podem variar em diferentes áreas para se alcançar o controle desejado. Grandes quantidades de ar passam através do aparelho formador de fibra e devem ser descartadas na região 115 conforme as fibras alcançam o coletor. Ar suficiente passa através da manta e do coletor na região 116 para segurar a manta no lugar sob as várias correntes de processamento de ar. E abertura suficiente é necessária na placa sob a região de tratamento por calor 117 e região de arrefecimento 118 para permitir que o ar de tratamento passe através da manta, enquanto resistência suficiente permanece para assegurar que o ar é distribuído de maneira uniforme.

A quantidade e temperatura do ar aquecido que passa através da massa 20 são escolhidas para guiar uma modificação apropriada da morfologia das fibras. Particularmente, a quantidade e temperatura são escolhidas de modo que as fibras são aquecidas para a) causar fusão/amaciamento de porções moleculares significativas dentro de uma seção transversal da fibra, por exemplo, a fase da fibra caracterizada por amorfismo, conforme discutido acima (isso frequentemente pode ser expresso, sem referência às fases, simplesmente através de aquecimento para causar a fusão dos cristalitos de ordem mais baixa dentro da fibra), mas b) não causar fusão completa de outra fase significativa, por exemplo, a fase caracterizada por cristalitos, conforme discutido acima. As fibras, como um todo, permanecem não-fundidas, por exemplo, as fibras geralmente retêm o mesmo formato e dimensões de fibra que elas tinham antes do tratamento. Entende-se que porções substanciais da fase caracterizada por cristalitos retêm sua estrutura cristalina pré-existente após o tratamento por calor. Uma estrutura cristalina pode ter sido adicionada à estrutura cristalina existente; ou, no caso de fibras altamente ordenadas (vide, por exemplo, as fibras altamente extraídas dos exemplos 11 a 14 e C14 a 20), a estrutura cristalina pode ter sido removida para criar uma fase caracterizada por amorfismo e uma fase caracterizada por cristalitos distinguíveis.

Para se alcançar a mudança de morfologia da fibra desejada através da massa coletada 20, as condições de temperatura-tempo devem ser controladas sobre toda a área aque-

cida da massa. Obtivemos os melhores resultados quando a temperatura do fluxo 110 de ar aquecido que passa através da manta estava dentro de uma faixa de 5°C e, de preferência, dentro de 2 ou mesmo 1°C, ao longo da largura da massa sendo tratada (a temperatura do ar aquecido é frequentemente medido para controle conveniente da operação no ponto de entrada do ar aquecido no compartimento 101, mas isso também pode ser medido de modo adjacente a manta coletada através de termopares). Além disso, o aparelho de aquecimento é operado para manter uma temperatura estável no fluxo ao longo do tempo, por exemplo, circulando-se rapidamente o aquecedor ligado e desligado, para evitar superaquecimento ou resfriamento. De preferência, a temperatura é mantida dentro de um grau Celsius da temperatura desejada, quando medida em intervalos de um segundo.

Para controlar ainda mais o aquecimento para completar a formação da morfologia desejada das fibras da massa coletada 20, a massa é submetida a arrefecimento imediatamente após a aplicação do fluxo 110 de ar aquecido. Tal arrefecimento pode geralmente ser obtido através da passagem de ar ambiente sobre e através da massa 20, conforme a massa deixa o fluxo controlado de ar quente 110. O número 120 na figura 4 representa uma área em que ar ambiente passa pelo dispositivo de exaustão de ar através da manta. O dispositivo de exaustão de gás 14 se estende ao longo do coletor por uma distância 118 além do dispositivo de aquecimento 100, para assegurar resfriamento e arrefecimento total de toda a massa 20 na área 120. Ar pode passar sob a base do compartimento 101, por exemplo, na área 120a marcada na figura 4 dos desenhos, de modo que ele alcança a manta diretamente depois que a manta deixa o fluxo de ar quente 110.

Um objetivo do arrefecimento é remover rapidamente o calor da manta e das fibras e limitando, por meio disso, a extensão e a natureza da cristalização ou ordenação molecular que irá ocorrer subsequentemente nas fibras. Geralmente, uma operação de aquecimento e arrefecimento da invenção é realizada enquanto a manta se move através da operação em uma esteira transportadora e o arrefecimento é realizado antes da manta ser enrolada em um cilindro de armazenamento no fim da operação. O tempo de tratamento depende da velocidade em que a manta se move através da operação, mas, geralmente, a operação de aquecimento e arrefecimento é totalmente realizada em um minuto ou menos e, de preferência, em menos de 15 segundos. Através de arrefecimento rápido do seu estado fundido/amaciado até um estado solidificado, entende-se que a fase caracterizada por amorfismo deve ser congelada em uma forma cristalina mais purificada, com redução do material molecular que pode interferir no amaciamento, ou amaciamento repetível, das fibras. Desejavelmente, a massa é resfriada por um gás a uma temperatura pelo menos 50°C menor que o ponto de fusão nominal; além disso, o gás de arrefecimento é aplicado, desejavelmente, para um tempo da ordem de pelo menos um segundo, desejavelmente para um tempo de pelo menos duas ou três vezes tão longo quanto o fluxo a-

quecido unido à manta. De qualquer forma, o gás de arrefecimento ou outro fluido tem capacidade de calor suficiente para solidificar rapidamente as fibras.

Outros fluidos que podem ser usados incluem água aspergida sobre as fibras, por exemplo, água aquecida ou vapor para aquecer as fibras e água relativamente fria para arrefecer as fibras.

Conforme discutido acima, o sucesso para se alcançar o tratamento por calor e morfologia desejados da fase caracterizada por amorfismo frequentemente pode ser confirmado com um teste de DSC das fibras representativas de uma manta tratada; e condições de tratamento podem ser ajustadas de acordo com a informações mostrada a partir do teste de DSC.

A figura 2 é uma vista lateral ampliada de um dispositivo representativo 16 para orientação das fibras que são coletadas como uma manta ou esteira e, então, tratadas de acordo com a presente invenção. A orientação ilustrativa ou dispositivo de processamento 16, frequentemente chamado, na presente invenção, de atenuador, compreende duas metades ou lados móveis 16a e 16b, separados de modo a definir entre eles a câmara de processamento 24: as superfícies opostas dos lados 16a e 16b formam as paredes da câmara. A figura 3 é uma vista superior e um tanto quanto esquemática em uma escala diferente, que mostra o atenuador representativo 16 e uma parte de sua montagem e estrutura de suporte. Conforme visto a partir da vista superior na figura 3, o processamento ou câmara de atenuação 24 é, geralmente, uma fenda alongada, contendo um comprimento transversal 25 (transversal à trajetória de movimento dos filamentos através do atenuador), que pode variar dependendo do número de filamentos sendo processados.

Apesar do fato de que existem duas metades ou lados, o atenuador funciona como um dispositivo unitário e será discutido primeiramente em sua forma combinada. (A estrutura mostrado nas figuras 2 e 3 é apenas representativa e uma variedade de construções diferentes pode ser usada.) O atenuador representativo 16 inclui paredes de entrada inclinadas 27, que definem um espaço ou passagem de entrada 24a da câmara de atenuação 24. As paredes de entrada 27 são, de preferência, curvas na borda ou superfície de entrada 27a, para suavizar a entrada das correntes de ar que carregam os filamentos extrudados 15. As paredes 27 são fixadas a uma porção de corpo principal 28 e podem ser dotadas de uma área rebaixada 29 para estabelecer um vão 30 entre a porção de corpo 28 e a parede 27. Ar pode ser introduzido nos vãos 30 através de condutos 31, criando facas de ar (representadas pelas flechas 32) que aumentam a velocidade dos filamentos que passam através do atenuador e que também têm um efeito de arrefecimento adicional sobre os filamentos. O corpo do atenuador 28 é, de preferência, curvo em 28a para suavizar a passagem do ar da faca de ar 32 na passagem 24. O ângulo (α) da superfície 28b do corpo do atenuador pode ser selecionado para determinar o ângulo desejado em que a faca de ar comprime o fluxo

de filamentos que passam através do atenuador. Ao invés de estarem próximas a entrada da câmara, as facas de ar pode estar dispostas mais para dentro da câmara.

A câmara de atenuação 24 pode ter uma largura do vão uniforme (a distância horizontal 33 na página da figura 2 entre os dois lados do atenuador é aqui chamada de largura do vão) sobre seu comprimento longitudinal através do atenuador (a dimensão ao longo de um eixo longitudinal 26 através da câmara de atenuação é chamada de comprimento axial). Alternativamente, conforme ilustrado na figura 2, a largura do vão pode variar ao longo do comprimento da câmara do atenuador. De preferência, a câmara de atenuação é mais estreita internamente dentro do atenuador; por exemplo, conforme mostrado na figura 2, a largura do vão 33 no local das facas de ar é a largura mais estreita e a câmara de atenuação se expande em largura ao longo de seu comprimento em direção a abertura de saída 34, por exemplo, a um ângulo β . Tal estreitamento interno dentro da câmara de atenuação 24, seguido de alargamento, cria um efeito de bomba venturi que aumenta o volume de ar induzido na câmara e adiciona velocidade aos filamentos que passam através da câmara. Em uma modalidade diferente, a câmara de atenuação é definida por paredes lineares ou planas; em tais modalidades, o espaçamento entre as paredes pode ser constante sobre o seu comprimento, ou, alternativamente, as paredes podem divergir levemente (preferencial) ou convergir sobre o comprimento axial da câmara de atenuação. Em todos esses casos, as paredes que definem a câmara de atenuação são consideradas aqui como paralelas, pois o desvio do paralelismo exato é relativamente baixo. Conforme ilustrado na figura 2, as paredes que definem a porção principal do comprimento longitudinal da passagem 24 podem assumir a forma de placas 36 que são separadas da, e fixadas à, porção de corpo principal 28.

O comprimento da câmara de atenuação 24 pode ser variado para se alcançar diferentes efeitos; a variação é especialmente útil na porção entre as facas de ar 32 e abertura de saída 34, às vezes aqui chamada de comprimento da calha de escoamento 35. O ângulo entre as paredes da câmara e o eixo 26 pode ser mais largo próximo à saída 34 para mudar a distribuição das fibras no coletor; ou uma estrutura, como as superfícies do defletor, superfícies de Coanda curva e comprimentos de parede irregulares podem ser usados na saída para se alcançar uma dispersão desejada ou outra distribuição das fibras. Em geral, a largura do vão, o comprimento da calha de escoamento, o formato da câmara de atenuação, etc. são escolhidos em conjunto com o material a ser processado e o modo de tratamento desejado para se alcançar os efeitos desejados. Por exemplo, comprimentos de calha de escoamento mais longos podem ser úteis para aumentar a cristalinidade das fibras preparadas. As condições são escolhidas e podem ser amplamente variadas para processar os filamentos extrudados em uma forma de fibra desejada.

Conforme ilustrado na figura 3, os dois lados 16a e 16b do atenuador representa-

tivo 16 são suportados através de blocos de montagem 37 fixados à rolamentos lineares 38 que deslizam em hastes 39. O rolamento 38 têm um movimento de baixo atrito na haste através de meios como fileiras de rolamentos de esfera que se estendem axialmente, dispostas radialmente ao longo da haste, de modo que os lados 16a e 16b possam se mover prontamente na direção e para longe uma do outra. Os blocos de montagem 37 são fixados ao corpo do atenuador 28 e um compartimento 40 através da qual ar que vem de um tubo de suprimento 41 é distribuído aos condutos 31 e às facas de ar 32.

Nessa modalidade ilustrativa, cilindros de ar 43a e 43b são conectados, respectivamente, aos lados do atenuador 16a e 16b, através da conexão das hastes 44 e aplicação de uma força de aperto que pressiona os lados do atenuador 16a e 16b em direção um ao outro. A força de aperto é escolhida em conjunto com os outros parâmetros operacionais, de modo a balancear a pressão existente dentro da câmara de atenuação 24. Em outras palavras, a força de aperto e a força de atuação interna dentro da câmara de atenuação usada para prensar os lados do atenuador separadamente como resultado da pressão gasosa dentro do atenuador estão em balanço ou equilíbrio sob condições de operação preferenciais. Material filamentado pode ser extrudado, passado através do atenuador e coletado como fibras finalizadas enquanto partes do atenuador permanecem em seu equilíbrio estabelecido ou posição estável e a câmara de atenuação ou passagem 24 continua em seu equilíbrio estabelecido ou largura estável do vão.

Durante a operação do aparelho representativo ilustrado nas figuras 1 a 3, o movimento dos lados do atenuador ou das paredes da câmara geralmente ocorre apenas quando há uma perturbação do sistema. Tal perturbação pode ocorrer quando um filamento sendo processado se rompe ou se enrosca com outro filamento ou fibra. Tais rompimentos ou embaraços são frequentemente acompanhados por um aumento na pressão dentro da câmara de atenuação 24, por exemplo, devido a primeira extremidade do filamento que vem do cabeçote de extrusão ou o entrelaçamento é alargado e cria um bloqueio localizado da câmara 24. A pressão aumentada é suficiente para força os lados do atenuador ou as paredes da câmara 16a e 16b para que elas se movam para longe uma da outra. Após esse movimento das paredes da câmara, o fim do filamento de entrada ou o entrelaçamento pode passar através do atenuador, onde a entrada de pressão da câmara de atenuação 24 retorna ao seu valor estável anterior à perturbação e a pressão de aperto exercida pelos cilindros de ar 43 retorna os lados do atenuador a sua posição estável. Outras perturbações que causam um aumento na pressão da câmara de atenuação incluem "gotas", isto é, pedaços de líquido globular de material formador de fibras caindo da saída do cabeçote de extrusão após interrupção de um filamento extrudado, ou acumulações do material filamentado extrudado que pode se conectar e grudar nas paredes da câmara de atenuação ou no material formador de fibras anteriormente depositado.

Como será visto, na modalidade preferencial da câmara de processamento ilustrada nas figuras 2 e 3, não existem paredes laterais nas extremidades do comprimento transversal da câmara. Como resultado, as fibras que passam através da câmara podem se espalhar para fora da câmara, conforme elas se aproximam da saída da câmara. Tal disposição pode ser desejável para ampliar a massa das fibras coletadas no coletor.

Detalhes adicionais do atenuador e possíveis variações são apresentadas nas patentes U.S. N° 6.607.624 e 6.916.752 (Berrigan et al.), as quais estão aqui incorporadas a título de referência.

Apesar do fato de que o aparelho mostrado nas figuras 1 a 3 com paredes móveis tem vantagens, conforme descrito, o uso de tal atenuador não é necessário na prática da presente invenção. Fibras úteis para a invenção podem ser preparadas em um aparelho em que as paredes do atenuador são fixas e imóveis, ou que não se movem na prática.

Além disso, a invenção pode ser feita com mantas preparadas por procedimentos completamente diferente das técnicas de preparação de manta diretas ilustradas na figura 1. Por exemplo, a operação de aquecimento e arrefecimento da invenção pode ser realizada em mantas preparadas separadamente, como mantas de fibras têxteis produzidas por deposição a ar ou mantas de fiação contínua pré-formadas. Essencialmente, qualquer manta fibrosa não-tecida que compreende fibras semi-cristalinas orientadas pode ser tratada de acordo com a presente invenção. Apenas como exemplo, mantas preparadas por tais técnicas conhecidas como aquelas descritas nas patentes U.S. N° 3.692.618, 4.340.563 e 4.820.459 podem ser tratadas.

Além disso, aparelhos usados para aquecimento e arrefecimento, conforme descrito ou reivindicado no relatório descritivo dessa patente (que, para o nosso conhecimento, é um aparelho novo) têm outros usos em adição aqueles aqui descritos. Por exemplo, o aparelho pode ser usado para se obter mantas ligadas sem o interesse ou a intenção de se produzir refinamento morfológico ou submeter a manta tratada à operações subsequentes mediante o uso de tal refinamento. Um exemplo de tal uso é mostrado no pedido de patente U.S. N° 11/461,192, depositado em 31 de Julho de 2006. Esse pedido de patente descreve uma manta fibrosa não-tecida que compreende uma matriz contínua de fibras de fiação por fusão e microfibras preparadas separadamente dispersas entre as fibras de fiação por fusão; a manta pode ser tratada com o aparelho do pedido de patente presente para efetuar a ligação das fibras de fiação por fusão para formar uma matriz coerente ou auto-sustentável; tal manta tratada pode ou não ser submetida à operações subsequentes que tiram vantagem do refinamento morfológico das fibras de fiação por fusão.

Geralmente, qualquer material polimérico formador de fibra semi-cristalino pode ser usado na preparação de fibras e mantas da invenção, incluindo os polímeros comumente usados na formação comercial de fibras como polietileno, polipropileno, tereftalato de polietileno.

leno, náilon e uretanos. Os polímeros específicos mencionados aqui são apenas exemplos e uma ampla variedade de outros materiais poliméricos ou formadores de fibras são úteis.

Fibras podem, também, ser formadas a partir de mesclas de materiais, incluindo materiais em que determinados aditivos foram adicionado, como pigmentos ou corantes.

5 Fibras bicomponentes, como fibras bicomponentes tipo núcleo-capa ou tipo lado a lado, podem ser usadas ("bicomponente" inclui, aqui, fibras com dois ou mais componentes, com cada um ocupando uma parte separada da seção transversal da fibra e estendendo-se sobre o comprimento da fibra). Entretanto, a invenção é mais vantajosa com fibras monocomponentes, que têm muitos benefícios (por exemplo, menos complexidade na fabricação e composição; fibras "monocomponentes" têm, essencialmente, a mesma composição ao longo de sua seção transversal; monocomponentes incluem mesclas ou materiais contendo aditivos, em que uma fase contínua de composição uniforme se estende através da seção transversal e sobre o comprimento da fibra) e podem ser convenientemente ligadas e dadas conectividade e maleabilidade adicional pela invenção. (Uma frase como "fi-
10 bras orientadas que compreendem um material polimérico semi-cristalino", quando usada na presente invenção, inclui fibras monocomponentes bem como fibras bicomponentes em que um componente que ocupa uma parte separada da seção transversal da fibra e que se estendem sobre o comprimento da fibra é orientado e compreende um material polimérico semi-cristalino.) Diferentes materiais formadores de fibras podem ser extrudados através de orifícios diferentes do cabeçote de extrusão, de modo a preparar mantas que com-
20 preendem uma mistura de fibras. Em outras modalidades da invenção, outros materiais são introduzidos em um fluxo de fibras preparado de acordo com a invenção, antes ou conforme as fibras são coletadas, a fim de se preparar uma manta mesclada. Por exemplo, outras fibras têxteis podem ser mescladas a fibras sopradas fundidas conforme apresentado na patente U.S. N° 4.118.531; ou material particulado pode ser introduzido e capturado dentro da manta conforme apresentado na patente U.S. N° 3.971.373; ou microrredes, conforme apresentado na patente U.S. N° 4.813.948, podem ser mescladas às mantas. Alternativamente, fibras preparadas pela presente invenção podem ser introduzidas no fluxo de outras fibras para preparar uma mistura de fibras.

30 Vários processos usados convencionalmente como auxiliares nos processos de formação de fibra podem ser usados em conexão com filamentos, conforme eles entram ou saem do atenuador, como aspersão de acabamentos ou outros materiais nos filamentos, aplicação de uma carga eletrostática aos filamentos, aplicação de névoa de água, etc. Além disso, vários materiais podem ser adicionados a uma manta coletada, incluindo agentes de
35 ligação, adesivos, acabamentos e outras mantas ou filmes.

As fibras preparadas por um método da presente invenção podem ter uma ampla faixa de diâmetro. Os tamanhos de microfibras (cerca de 10 micrômetros ou menos de diâme-

tro) podem ser obtidos e oferecem vários benefícios; mas fibras de maior diâmetro também podem ser preparadas e são úteis para determinadas aplicações; frequentemente, as fibras têm 20 micrômetros ou menos de diâmetro. As fibras de seção transversal circular são preparadas mais frequentemente, mas outros formatos em seção transversal também podem ser usados. Dependendo dos parâmetros operacionais escolhidos, por exemplo, o grau de solidificação do estado fundido antes da entrada no atenuador, as fibras coletadas podem ser consideravelmente contínuas ou essencialmente descontínuas. A orientação das cadeias de polímero nas fibras pode ser influenciada pela seleção dos parâmetros operacionais, como o grau de solidificação do filamento que entra no atenuador, velocidade e temperatura da corrente de ar introduzida no atenuador pelas facas de ar e comprimento axial, largura do vão e formato (pois, por exemplo, o formato influencia o efeito venturi) da passagem do atenuador.

A transmissão de micrógrafos de elétron através de uma seção de fibras da invenção revelou que, em pelo menos diversos casos, a fase caracterizada por amorfismo em uma fibra da invenção assume a forma de uma grande variedade de fases minuto distribuídas ao longo da seção transversal da fibra. Entretanto, seja qual for sua localização, pelo menos porções da fase dominada por amorfismo parece estar no ou próxima ao exterior das fibras, devido a sua participação na ligação das fibras.

Imediatamente após a operação de aquecimento e arrefecimento, uma manta da invenção geralmente tem um grau de ligação suficiente para a manta ser manuseada, por exemplo, removida da tela de coleta e enrolada em um cilindro de armazenamento. Mas, conforme discutido acima, ligação adicional é possível e é frequentemente realizada, por exemplo, para estabilizar mais permanentemente a manta, ou para moldá-la, o que inclui fornecer a ela um formato não-planar ou alisamento das suas superfícies.

Qualquer ligação adicional é mais tipicamente realizada em um conector através do ar, mas também pode ser feita em um forno ou como parte de uma operação de calandragem ou modelagem. (Apesar do fato de que, frequentemente, não há razão para se fazer isso, a ligação também pode ser acompanhada ou auxiliada pelo uso de materiais de ligação externos incluídos na manta durante a formação ou aplicados após a formação da manta.) Durante a termossolda de uma manta da invenção, calor é geralmente aplicado em uma faixa estreita, precisamente selecionada para efetuar amaciamento da fase da fibra caracterizada por amorfismo para se alcançar uma ligação, enquanto a fase caracterizada por cristalitos é deixada substancialmente inalterada. A fase caracterizada por cristalitos inalterada pode ter, desse modo, uma função de reforço, por exemplo, ela pode funcionar para manter a forma da fibra durante a etapa de ligação, de modo que além das regiões de ligação a fibra mantém sua forma fibrosa distinta e a manta mantém sua estrutura fibrosa básica. Em operações de ligação autógenas, a fibra pode manter sua seção

transversal de fibra original (isto é, pré-ligação) sobre o seu comprimento do lado de fora das regiões de ligação, onde tipicamente há algum fluxo e coalescência de material a partir das fibras ligadas adjacentes.

Outra vantagem importante da invenção é a habilidade de se moldar uma manta da invenção. Por modelagem entende-se reconfiguração da manta em uma configuração nova e constante, isto é, uma configuração auto-sustentável que a manta geralmente irá manter durante o uso. Em alguns casos, o modelamento significa alisamento de uma ou ambas as superfícies da manta e em alguns casos, compactação da manta. Em outros casos, o modelamento envolve a configuração da manta em um formato não-plano como, talvez, um formato de copo para uso em uma máscara facial. Novamente, o caráter fibroso da manta é mantido durante a modelagem, apesar do fato de que as fibras podem receber uma seção transversal um tanto quanto diferente através da pressão da operação de modelamento.

Além de capacidades de ligação e modelagem aprimoradas, fibras da invenção podem fornecer outras propriedades e características úteis. Por exemplo, a pureza morfológica aprimorada das fibras, conforme encontrado na fase caracterizada por amorfismo pode fazer com que as fibras sejam mais reativas quimicamente, melhorando o uso da fibra para tais propósitos, como substratos de enxertia. O fato de que uma manta da invenção pode ser ligada sem a adição de um material externo é outra vantagem importante, aprimorando a utilidade das mantas como membranas de suporte, separadores de células eletroquímicas, meios filtrantes, etc.

A invenção é ilustrada com mais detalhes através dos seguintes exemplos ilustrativos. Vários exemplos são identificados como exemplos comparativos, pois eles não apresentam determinadas propriedades (como amaciamento, ligação, ou características do DSC) desejadas para as características de ligação, modelagem, etc.; mas os exemplos comparativos podem ser úteis para outros propósitos e podem exibir características novas e não-evidentes.

EXEMPLOS 1 A 6

Um aparelho, conforme mostrado nas figuras 1 a 5, foi usado para preparar mantas fibrosas a partir de polipropileno e tereftalato de polietileno. Os exemplos 1 a 3 e C1 a C6 foram preparados a partir de polipropileno (PP) contendo um ponto de fusão nominal de 160,5°C e um índice de fluidez (IF) de 70 (resina de polipropileno Dypro 3860x, disponível junto à Total Chemical de Houston, Texas, EUA). Os exemplos 4 a 6 e C7 a C8 foram preparados a partir de tereftalato de polietileno (PET) contendo um ponto de fusão nominal de 254,1°C e uma viscosidade intrínseca de 0,61 (Resina de Poliéster 65100 da 3M).

Determinadas partes do aparelho e condições de operação são sumarizadas na tabela 1. A pressão de aperto registrada na tabela foi suficiente para que as paredes do ate-

nuador permanecessem geralmente fixas durante a preparação das fibras. Os parâmetros do aparelho não registrados na tabela são as seguintes. A placa 104 do aquecedor de fluxo arrefecido (QFH) na figura 5 continha orifícios de 0,64 centímetros (1/4 de polegada de diâmetro) a um espaçamento uniforme de 0,95 centímetros (3/8 de polegada) para constituir, assim, 40% da área da placa. O coletor 19 tinha uma esteira tecida de aço inoxidável de 1,27 metros (50 polegadas) de largura, com uma rede 40 em um padrão de chevron com aberturas de 0,43 mm por 0,60 mm (Estilo 2055 da Albany International Engineered Fabrics de Portland, TN, EUA). As fibras foram depositados na esteira coletora para formar uma massa 20 contendo uma largura de cerca de 55,9 centímetros (22 polegadas). A seção 115 da placa 111 subjacente à esteira 19 tinha um comprimento de direção da máquina de 36,8 centímetros (14,5 polegadas) e continha orifícios de 1,59 mm de diâmetro em centros espaçados a 2,78 mm em um espaçamento uniforme para, assim, constituir 30% da área da placa; a seção 116 tinha um comprimento de cerca de 60 centímetros (23,5 polegadas) e continha orifícios de 1,59 mm de diâmetro em centros espaçados a 3,18 mm em um espaçamento uniforme para, assim, constituir 23% da área da placa; e as seções 117 e 118 juntas tinham um comprimento de cerca de 23 centímetros (cerca de 9 polegadas) e continham orifícios de 3,97 mm de diâmetro em um espaçamento uniforme com centros espaçados a 4,76 mm, de modo que os orifícios constituíam 63% da área da placa; o comprimento da direção da máquina da seção 117 é a largura de fenda na tabela 1, 3,8 centímetros, deixando o comprimento 118 da seção de arrefecimento como sendo cerca de 19,2 centímetros. O duto de exaustão de ar 14 tinha uma largura (transversal à direção da máquina, que é a direção de movimento da esteira coletora) de 55,9 centímetros (22 polegadas) e um comprimento suficiente para que a distância 118 na figura 4 fosse de cerca de 19 centímetros.

A velocidade da face de aquecimento registrada na tabela foi medida no centro da fenda 109 em um ponto a cerca de 1,27 centímetro (meia polegada) acima da massa, mediante o uso de um anemômetro de fio quente; 10 medições foram tomadas sobre a largura da zona e rateadas aritmeticamente. A velocidade da face de resfriamento foi medida da mesma maneira, no centro (ao longo do eixo de direção da máquina) da área 120 na figura 4. As temperaturas registradas na tabela 1 para as zonas de aquecimento 1 a 6 são temperaturas do ar que entra na caixa 101 a partir dos condutos 107. Havia seis condutos 107 e a temperatura de entrada do ar foi medida no ponto de entrada da caixa 101, através de termopares de junção exposta.

Várias medições e testes foram realizados nas mantas representativas dos exemplos. Calorimetria de varredura diferencial foi realizada mediante o uso de um sistema de DSC Modulado TM (Modelo Q1000, disponível junto à TA Instruments Inc, New Castle, DE, EUA). Amostras de teste de cerca de 2 a 4 miligramas foram cortadas a partir da manta de teste com uma lâmina de navalha e testadas usando-se as seguintes condições: Para o con-

junto de exemplos 1 a 3 e exemplos comparativos 1 a 6, a amostra foi aquecida de -90 a 210°C a uma taxa de aquecimento de $5^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$, com uma perturbação de amplitude de mais ou menos $0,796^{\circ}\text{C}$ e por um período de 60 segundos. Para o conjunto de exemplos 4 a 6 e exemplos comparativos C7 a 8 a amostra foi aquecida de -10 a 310°C a uma taxa de aquecimento de $4^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$, com uma perturbação de amplitude de mais ou menos $0,636^{\circ}\text{C}$ e por um período de 60 segundos. Um ciclo de teste de aquecimento-resfriamento-aquecimento foi usado para todos os materiais.

A figura 9 mostra três curvas de fluxo de calor não-reversível do primeiro aquecimento, obtidas para as mantas dos exemplos C1, 1 e C6, com cada manta sendo submetida a um tratamento por calor a uma temperatura diferente – exemplo C1, cerca de 151°C (curva A), exemplo 1, cerca de 154°C (curva B) e exemplo C6, cerca de 166°C (curva C). O exemplo C1 foi tratado a uma temperatura demasiadamente baixa para se alcançar um refinamento morfológico desejado, de acordo com a presente invenção e a curva A mostra isso, pois há um pico de cristalização perfeita T_{CP} significativo contendo sua maior magnitude a uma temperatura inferior ao ponto de fusão nominal. O exemplo 1 foi tratado a uma temperatura eficaz e a curva B mostra que a maior magnitude do pico de cristalização perfeita está acima do ponto de fusão nominal. O exemplo C6 foi tratado a uma temperatura demasiadamente alta para se alcançar uma redução morfológica desejada (note que um pico de cristalização perfeita significativo foi regenerado a uma temperatura inferior ao ponto de fusão nominal; em outras palavras, o tratamento por calor causou tal "fusão" substancial das fibras para regenerar uma estrutura cristalina de ordem inferior ou imperfeita (por comparação, tal estrutura cristalina foi reduzida na manta do exemplo 1 por um tratamento por calor adequado a 154°C).

A figura 10 apresenta as curvas de fluxo de calor não-reversível do primeiro aquecimento (curva A) e do segundo aquecimento (curva B) para o exemplo 4.

A tabela 1 também apresenta dados coletados a partir das figuras 9 e 10, com relação à diferença de temperatura (em $^{\circ}\text{C}$) entre os picos de cristalização perfeita para a fase caracterizada por cristalitos (T_{CP1}) e a fase caracterizada por amorfismo (T_{CP2}); um zero é inserido na tabela se a diferença entre o T_{CP1} e o T_{CP2} é muito pequena para ser calculado pelo instrumento de teste. As mantas tratadas também foram examinadas em um teste de distorção por fusão, conduzido através da examinação das mantas sob um microscópio óptico (com uma ampliação de cerca de 50 vezes). A superfície das fibras, exceto nas interseções da fibra, foram examinadas para qualquer distorção a partir de uma seção transversal circular. Se após a examinação de um tamanho mínimo da amostra de vinte fibras, descobre-se que as fibras foram distorcidas de modo que, em média, as fibras apresentem uma dimensão transversal 20% maior que o diâmetro de uma seção transversal circular, a manta é considerada como passada por aquecimento excessivo durante o tratamento. Uma distor-

ção significativa do diâmetro é considerada como uma indicação da fusão completa da fibra, isto é, que toda a fibra, incluindo suas regiões caracterizadas por cristalitos, passaram por fusão e não apenas fusão/amaciamento planejado das regiões caracterizadas por amorfismo. Os resultados estão registrados na tabela 1.

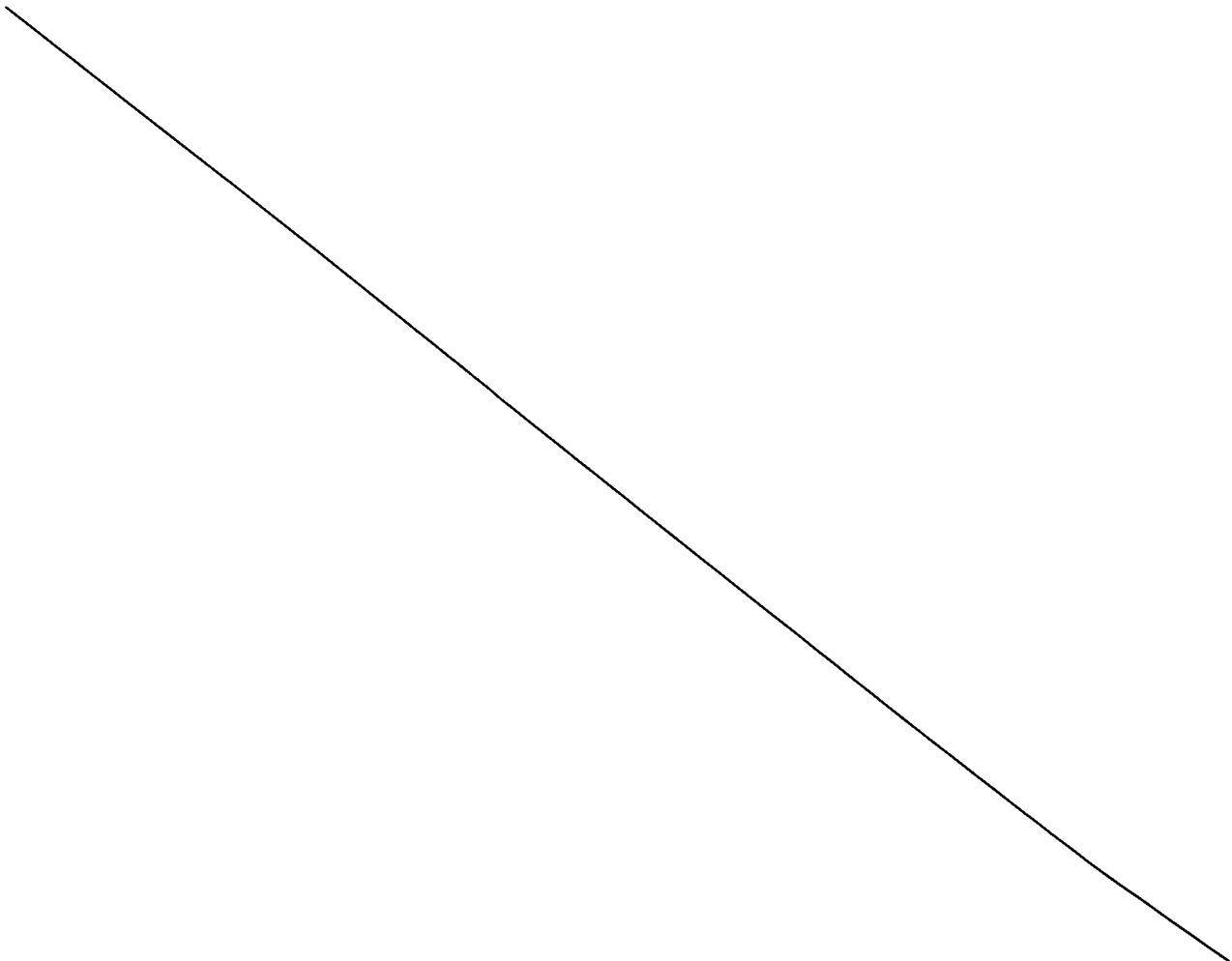
- 5 As capacidades de modelagem das mantas dos exemplos 4 e C8 foram examinadas através de modelagem das amostras representativas em um respirador em formato de copo, mediante o uso de condições de fusão convencionais mas com diferentes temperaturas de molde mostradas na tabela 2 abaixo. Duas amostras de cada exemplo foram moldadas usando-se um ciclo de modelagem de cinco segundos. A altura do molde foi de 5,7 centímetros e formou um formato genericamente oval com um eixo menor de 11,5 centímetros e
- 10 um eixo maior de 13 centímetros. Houve um vão de 0,5 centímetros entre as seções do molde. A altura do copo moldado foi medida através da colocação do mesmo sobre o tampo da mesa, colocando-se uma lâmina plana no topo do copo moldado e medindo-se a distância do tampo da mesa até a lâmina da faca. Um peso de 100 gramas foi, então, colocado na
- 15 lâmina e a altura foi medida novamente. A tabela 2 relata as temperaturas do molde e as medições de altura.
- 

TABELA I

Exemplo nº	C1	C2	1	2	C3	C4	C5	C6	3	C7	4	5	6	C8
Polímero	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PET	PET	PET	PET	PET
IF/IV	70	70	70	70	70	70	70	70	70	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Temperatura de fusão (°C)	235	235	235	235	235	235	235	235	235	285	285	285	285	285
Taxa de fluxo do polímero (g/orifício/ml n)	0,6	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Matriz até o atenuador (cm)	84	84	84	84	84	84	84	84	84	70	70	70	70	70
Atenuador até a coleta (cm)	56	56	68	68	68	68	68	68	68	57	57	57	57	57
Vão do atenuador (superior) (mm)	5,055	5,055	5,08	5,08	5,08	5,08	5,08	5,08	5,08	4,902	4,902	4,902	4,902	4,902
Vão do atenuador (inferior) (mm)	4,394	4,394	4,724	4,724	4,724	4,724	4,724	4,724	4,724	4,521	4,521	4,521	4,521	4,521
Pressão de aperto newtons	600	600	420	420	420	420	420	420	420	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
Volume de ar do atenuador ACMM	8,8	8,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3
Temperatura do ar no atenuador °C	Temperatura Ambiente (em média 21,6°C)										26	26	26	26
Velocidade do coletor m/minuto	7	7	2,4	2,3	2,4	2,3	2,3	2,4	2,5	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
Diâmetro médio da fibra micrômetro	15,9	15,7	9,9	9,8	9,9	9,9	10,0	10,1	9,8	12,	12,2	12	12,4	12,3
Gramatura g/m ²	116	115	123	124	126	125	121	118	124	110	100	100	120	115

Espessura ou aeração (densidade aparente)	0,7	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3	1,6	0,71	1,3	0,9	0,8	0,8	1	1,1
QFH até o coletor	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
Largura da fenda	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Comprimento da fenda	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9
Velocidade da face de a-m/min quecimento	1,670	1,600	2,580	2,610	2,540	2,630	2,540	2,630	2,540	2,630	2,540	2,660	2,600	2,700	2,675	2,675	2,675	2,700
Temperatura do QFH na °C zona 1	150,7	134,9	153,6	159,7	150,9	162,5	147,8	167,5	156,7	275,0	269,8	259,0	250,0	240				
Zona 2	151,4	135,0	153,9	159,5	150,8	163,1	147,6	166,1	156,9	274,8	270,4	260,3	250,3	239,8				
Zona 3	151,4	135,1	153,8	160,1	151,1	163,2	147,9	166,1	156,8	275,3	269,9	260,3	250,3	239,9				
Zona 4	151,3	135,0	153,7	160,0	151,0	162,8	148,0	165,8	156,9	275,8	269,9	260,0	249,9	240,0				
Zona 5	151,1	134,9	153,3	160,0	150,9	162,7	147,8	166,1	156,8	275,1	269,7	260,1	250,0	240,0				
Zona 6	151,2	134,7	154,1	160,0	151,1	162,7	147,9	165,9	156,9	274,8	270,3	260,0	250,1	240,1				
Comprimento do exaustor de ar	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	
Vácuo do exaustor de ar (mm H ₂ O)	2,0 (200)	2,0 (200)	2,7 (280)	2,7 (280)	2,7 (280)	2,7 (280)	2,7 (280)	2,7 (280)	2,7 (280)	2,7 (280)	2,7 (280)	2,7 (280)	2,7 (280)	2,7 (280)	2,7 (280)	280	280	
Velocidade da face de res- friamento	290	290	(500)	(500)	(500)	(500)	(500)	(500)	(500)	530	530	530	530	530	530	530	530	
T _{CP1} menos T _{CP2}	N/A	N/A	7,9	8,3	0	0	0	0	0	13,9	8,5	8,5	9,9	0				
Distorção por fusão	N	N	N	N	N	Y*	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y

*apenas superfície superior

TABELA 2

Exemplo n°	Temperatura do molde (°C)	Altura (não comprimida) (cm)	Altura (comprimida) (cm)
4(1)	155	5	4,75
4(2)	155	5,75	5
C8(1)	155	3,25	0,3
C8(2)	155	3,5	0,3
4(1)	165	5,75	5,4
4(2)	165	5,75	5
C8(1)	165	3,8	0,6
C8(2)	165	4,5	0,6
4(1)	175	5,75	5,5
4(2)	175	5,75	5,4
C8(1)	175	3,8	0,3
C8(2)	175	3,2	0,3
4(1)	205	4,75	4,75
4(2)	205	4,75	4,75
C8(1)	205	2,5	0,3
C8(2)	205	3,5	0,3

Conforme será notado, as mantas do exemplo 4 copiaram bem o formato do molde, mesmo quando o moldadas a uma temperatura de 155°C, menor que o ponto de fusão nominal das mantas. Todas as mantas moldadas do exemplo 4, exceto uma dessas moldada à 155°C e duas moldadas à 205°C, tinham, essencialmente, a altura do molde e as outras tinham pelo menos 87% ou 83%, respectivamente, da altura do molde. (Para propósitos da presente invenção, replicação é considerada quando se tem pelo menos 75% das dimensões do molde.) Também nota-se que as mantas moldadas do exemplo 1 mantém bem seu formato sob pressão, enquanto mantas moldadas do exemplo C8 essencialmente se achata-ram sob pressão.

EXEMPLOS 7 A 8

As mantas dos exemplos 7 e 8 e C9 a C11 foram preparadas através da cardação de fibras têxteis de náilon 6-6 frisadas orientadas em uma cardadora Holingsworth aleatória; as fibras, disponíveis junto à Rhodia Technical Fibers, Gerliswilstrasse 19 CH-6021 Emmenbrucke, Alemanha, foram caracterizadas como fibras cortadas frisadas de denier 6 (16,7 dtex) de 5 centímetros (2 polegadas), contendo uma contagem de frisos de 1,2 por centímetro (três por polegada). As mantas não-ligadas de 100 g/m² de gramatura foram preparadas e passadas por uma esteira transportadora através de um aquecedor de fluxo arrefecido, conforme repre-

sentado nas figuras 4 e 5 e, geralmente, conforme descrito nos exemplos 1 a 6, com condições adicionais, conforme descrito na tabela 3 abaixo e da seguinte forma: ar aquecido é liberado a 1,050 metros por minuto; a manta foi arrefecida por ar ambiente de 25°C, passado através da manta a uma taxa de cerca de 400 metros por minuto sobre um comprimento de 15 centímetros ao longo da esteira transportadora.

As mantas tratadas foram estudadas no teste de distorção por fusão descrito e amostras das mantas também foram submetidas a um teste de MDSC™. A amostra foi aquecida de -25 a 300°C, a uma taxa de aquecimento de 4°C /minuto, com uma perturbação de amplitude de mais ou menos 0,636°C e por um período de 60 segundos. As curvas do fluxo de calor não-reversível do primeiro aquecimento para os exemplos C9 (curva A), 9 (curva B), e 10 (curva C) são mostrados na figura 11.

TABELA 3

Exemplo n°	Temperatura de tratamento (°C)	Velocidade (m/min)	Largura da fenda (cm)	Fusão observada	Manta ligada	T _{CP1} - T _{CP2}
C9	245	4,6	3,81	N	N	1,4
7	255	4,6	3,81	N	Y	8,8
8	257	13,7	3,81	N	Y	8,1
9	260	13,7	3,81	N	Y	7,0
C11	260	13,7	0,64	Y	Y	1,7
C12	260	4,6	3,81	Y	Y	0
10	265	13,7	0,64	Y*	Y	7,6
C13	265	4,6	3,81	Y	Y	5,0

*apenas superfície superior

Apesar do fato de que o exemplo 10 mostrou alguma fusão na superfície superior, as fibras que estavam mais fundo na manta não foram fundidas e essas mantas foram, então, consideradas como tendo as características de desempenho desejadas; não está claro para nós porque o exemplo C11 não demonstrou efeitos similares.

EXEMPLOS 11 A 14

Uma manta de fiação contínua de polipropileno comercial (BBA Spunbond Typar, estilo 3141N, disponível junto à BBA Fiberweb Americas Industrial Division, Old Hickory, TN, EUA) contendo uma gramatura nominal de 50 g/m² e que compreende fibras de polipropileno orientadas com uma diâmetro médio de 40 micrômetros foi tratada através da passagem da mesma através de um aparelho de aquecimento de fluxo arrefecido, conforme ilustrado pelo aparelho 100 nas figuras 1, 4 e 5. A manta foi passada através do aparelho a uma taxa de 4,6 metros por minuto. Ar aquecido a uma temperatura conforme mos-

trado na tabela 4 foi passado através da fenda 109, que tinha 3,8 centímetros de largura e 56 centímetros de comprimento, a uma taxa de 420 metros por minuto. O dispositivo de remoção de gás 14 aplicou uma pressão negativa de 2,1 kPa (215 mm H₂O) abaixo da manta. As placas 104 e 111 eram conforme descrito para os exemplos 1 a 6. Ar ambiente (a uma temperatura de cerca de 25 graus Celsius) foi passado através da manta a uma taxa de 360 metros por minuto, através de uma distância 120 de 15 centímetros.

As mantas tratadas foram estudadas através do teste de distorção por fusão descrito e também foram submetidas a um teste de Religação em que dois pedaços de 12,7 centímetros de comprimento (cinco polegadas de comprimento) de uma manta tratada foram sobrepostos um sobre o outro, aquecidos e prensados em uma operação de calandragem. Os pedaços são sobrepostos com suas superfícies superiores (a parte superior da manta conforme ela passou através do aquecedor de fluxo arrefecido) de frente uma para a outra e com uma sobreposição de 5 centímetros de comprimento. Os pedaços sobrepostos foram passados através de cilindros de calandragem que continham uma temperatura superficial de 80 graus Celsius, a uma taxa de 3,9 metros por minuto e uma pressão na linha de contato de 3,9 quilogramas de força por centímetro. Após a calandragem, as extremidades opostas das mantas foram presas e uma extremidade foi torcida a 180 graus. As mantas ligadas não apresentaram nenhum sinal de separação quando vistas sob um microscópio.

Os resultados dos testes de distorção por fusão e religação foram registrados na tabela 4. O teste de MDSC™ (máquina de MDSC™, Modelo TA 2920) também foi conduzido nas amostras tratadas. Amostras de duas a três miligramas foram aquecidas de -50 a 210°C, a uma taxa de aquecimento de 5°C /minuto, com uma perturbação na amplitude de mais ou menos 0,796°C e por um período de 60 segundos. Os resultados foram registrados nas figuras 12 e 13. A figura 12 mostra as curvas de fluxo de calor não-reversível do primeiro aquecimento para os exemplos C20 (curva A) e 14 (curva B). A curva A revela que as fibras da manta comercial não-tratada são altamente cristalinas, com pouca ou nenhuma fase caracterizada por amorfismo, ou fase de ligação. A curva B mostra que, após o tratamento, de acordo com a presente invenção, uma fase de ligação significativa (T_{CP2}) foi gerada e o pico máximo da fase de ligação (T_{CP1}) se moveu para uma temperatura acima do ponto de fusão nominal (vide figura 13). A figura 13 também apresenta as curvas do fluxo de calor não-reversível do primeiro aquecimento, onde a curva A é para o exemplo C15, a curva B é para o exemplo 14 e a curva C é para o exemplo C19. A figura 13 revela que a temperatura de aquecimento para o exemplo comparativo C14 foi demasiadamente baixa para refinamento útil; o tratamento no exemplo 14 produziu fases de ligação e adesão distintas e úteis; e o tratamento para o exemplo comparativo C19 foi muito quente e fundiu a fase de ligação.

A partir do teste e da examinação das mantas, os exemplos C14 a C19 foram designados como não tendo o nível desejado de propriedades de amaciamento e ligação.

TABELA 4

Exemplon °	Temperatura do ar aquecido (°C)	Teste de distor- ção por fusão	Teste de religação	T _{CP1} - T _{CP2}
C14	145	N	N	0
C15	147	N	N	0
C16	150	N	N	0
11	153	N	Y	6,5
12	155	N	Y	8,6
13	157	N	Y	8,2
14	160	N	Y	8,2
C17	162	N	Y	9,0
C18	163	Y	N	5,4
C19	165	Y	N	5,1
C20	Sem Tratamento	N	N	0

EXEMPLOS 15 A 17

5 Uma manta fibrosa não-tecida foi preparada com fibras têxteis frisadas de polipropi-
leno orientado de denier 4, com 4,76 centímetros (Fibras Têxteis Kosa T196 Brancas 060,
disponíveis junto à Fiber Visions Inc., Covington, GA, EUA), usando-se um cardador Hergeth
Aleatório. Uma manta não-ligada com gramatura de 100 gramas por centímetro quadrado foi
10 preparada. Amostras da manta foram, então, tratadas com um aparelho de aquecimento de
fluxo arrefecido 100, conforme mostrado nas figuras 4 e 5. As amostras foram passadas atra-
vés de um aparelho de tratamento a uma taxa de 4,6 metros por segundo. Ar aquecido a uma
temperatura conforme mostrado na tabela 5 foi passado através da fenda 109, que tinha 3,8
centímetros de largura e 56 centímetros de comprimento, a uma taxa de 420 metros por minu-
to. O dispositivo de remoção de gás 14 aplicou uma pressão negativa de 2,1 kPa (215 mm
15 H₂O) abaixo da manta. As placas 104 e 111 eram conforme descrito para os exemplos 1 a 6.
Ar ambiente (a uma temperatura de cerca de 25 a mais ou menos 22 graus Celsius) foi pas-
sado através da manta a uma taxa de 360 metros por minuto, através de uma distância 120
de 15 centímetros.

Os testes de distorção por fusão e religação foram realizados nas amostras trata-
20 das e os resultados foram registrados na tabela 5. O teste de MDSC™ (usando-se uma má-
quina de MDSC™, Modelo TA 2920) também foi conduzido nas amostras tratadas. Amos-
tras de duas a três miligramas foram aquecidas de -50 a 210°C, a uma taxa de aquecimento
de 5°C /minuto, com uma perturbação na amplitude de mais ou menos 0,796°C e por um

período de 60 segundos. As curvas de fluxo de calor não-reversível do primeiro aquecimento obtidas são registradas na figura 14, onde a curva A é para o exemplo C21, a curva B é para o exemplo 15, a curva C é para o exemplo 16 e a curva D é para o exemplo C24. A curva A mostra que as fibras comerciais usadas na preparação das mantas da invenção eram altamente cristalinas com pouca ou nenhuma fase de ligação para ligação útil; e mostra, ainda, que a temperatura de aquecimento no exemplo C21 era demasiadamente baixa para executar refinamento útil. A totalidade de testes indicou que o tratamento para os exemplos 15 e 16 desenvolveram uma ligação útil e uma fase de ligação, enquanto o tratamento para o exemplo comparativo C24 foi muito quente e indevidamente fundiu a fase de ligação (vide o teste de distorção por fusão).

TABELA 5

Exemplo n°	Temperatura do ar aquecido (°C)	Teste de distorção por fusão	Teste de religação	$T_{CP1} - T_{CP2}$
C21	145	N	N	0
C22	147	N	N	0
15	150	N	Y	6,0
16	153	N	Y	9,6
17	155	N	Y	10,4
C23	157	Y	N	8,1
C24	160	Y	N	9,8
C25	Sem tratamento	N	N	0

EXEMPLOS 18 A 20

As mantas fibrosas de não-tecido não-ligadas pesando 100 gramas por metro quadrado foram preparadas em uma Tecedora Rando, a partir de fibras têxteis franzidas de tereftalato de polietileno orientado de dtex 4,7, com cerca de 5 cm de comprimento (2 polegadas) (fibras Kosa T224, disponíveis junto à Fiber Visions Incorporated Covington, Georgia, EUA). As mantas passaram sob um aquecedor de fluxo arrefecido, conforme mostrado nas figuras 4 e 5, a velocidades registradas na tabela 6. Ar aquecido foi liberado através de uma fenda 109 a 1,050 metros por minuto à temperaturas registradas na tabela 6; a largura de fenda também foi registrada na tabela 6. A manta foi arrefecida por ar ambiente (cerca de 25°C) passado através da manta a 400 metros/minuto; a distância 120 foi de 15 cm.

Para o teste de MDSC™ (usando uma máquina Modelo Q1000), amostras de dois a três miligramas foram aquecidas de -10 a 310°C, a uma taxa de aquecimento de 4°C /minuto, com uma perturbação da amplitude de mais ou menos 0,636°C e por um período de 60 segundos. As curvas de fluxo de calor não-reversível resultantes do primeiro aquecimento são

mostradas na figura 15, onde a curva A é para o exemplo C25, a curva B é para o exemplo 19 e a curva C é para o exemplo C27. As mantas também foram checadas para fusão de fibra no teste de distorção por fusão e para ligação no teste de Religação, com os resultados registrados na tabela 6. Na figura 15, a curva A ilustra que as fibras comerciais usadas na preparação das mantas da invenção eram altamente cristalinas, com pouca ou nenhuma fase de ligação para ligação útil; e mostra, ainda, que a temperatura de aquecimento no exemplo C25 era demasiadamente baixa para realizar refinamento útil. A totalidade dos testes mostra que o tratamento para o exemplo 19 desenvolveu uma ligação útil e uma fase de ligação, enquanto o tratamento para o exemplo comparativo C27 foi muito quente e fundiu a fase de ligação.

TABELA 6

Amostra	Temperatura de tratamento (graus Celsius)	Velocidade (m/min)	Largura da fenda (cm)	Fusão observada	Manta ligada	$T_{CP1} - T_{CP2}$
C25	240	4,6	3,81	N	N	16,5
18	255	4,6	3,81	N	Y	9,2
C26	255	13,7	0,64	N	N	14,8
19	255	13,7	3,81	N	Y	7,9
C27	260	4,6	3,81	Y	Y	8,9
20	260	13,7	0,64	Y*	Y	13,3
C28	260	4,6	3,81	Y	Y	11,0

*apenas superfície superior

O teste de modelagem dos exemplos 1 a 6 também foram conduzidos nas mantas do exemplo C25 e do exemplo 19. A temperatura de modelagem foi de 172°C e as dimensões do molde e condições de modelagem foram as mesmas dos exemplos 1 a 6. Os resultados, mostrados na tabela 7, demonstram que a operação de modelagem para o exemplo 19 foi bem-sucedida, um efeito notável, levando-se em consideração o fato de que a temperatura de modelagem de 172°C era cerca de 65°C menor que o ponto de fusão nominal das fibras (238,6°C).

TABELA 7

Exemplo n°	Temperatura do molde (°C)	Altura (não comprimida) (cm)	Altura (comprimida) (cm)
C25(1)	172	2,7	0,3
C25(2)	172	2,2	0,2
19(1)	172	4,8	4,4
19(2)	172	4,8	4,8

REIVINDICAÇÕES

1. Método para a produção de uma manta fibrosa não-tecida ligada, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende 1) fornecimento de uma manta fibrosa não-tecida que compreende fibras orientadas que compreendem um material polimérico semi-cristalino e 2) submissão da manta a uma operação controlada de aquecimento e arrefecimento que inclui a) passagem forçada, através da manta, de uma corrente uniforme em forma de cortina de um fluido aquecido até, pelo menos, a temperatura de fusão inicial do dito material polimérico por um tempo suficiente para fundir cristaltos de ordem inferior nas fibras, mas curto o bastante para não fundir as fibras e b) arrefecimento imediato da manta através da passagem forçada, através da manta, de um fluido a uma temperatura pelo menos 50°C menor que o ponto de fusão nominal do dito material polimérico.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a manta de não-tecido é movida em uma esteira transportadora através da operação de aquecimento e arrefecimento.

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a manta se move através da operação de aquecimento e arrefecimento em um minuto ou menos.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o fluido aquecido é uma corrente gasosa aquecida aplicada à manta sob pressão, para mover de maneira forçada a corrente gasosa aquecida através da manta.

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a pressão que move de maneira forçada a corrente gasosa aquecida através da manta é fornecida, pelo menos em parte, por um aparelho de remoção de gás posicionado abaixo da manta, em alinhamento com a corrente gasosa aquecida.

6. Método, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que meios de distribuição de fluxo são interpostos na trajetória da corrente gasosa aquecida antes da corrente alcançar a manta, para espalhar a corrente sobre a manta.

7. Método, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que meios de restrição de fluxo são interpostos na trajetória da corrente gasosa aquecida em um ponto depois que a corrente gasosa aquecida passou através da manta.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que meios de restrição de fluxo compreendem uma placa perfurada.

9. Método, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a temperatura da corrente gasosa aquecida é mantida dentro da faixa de um grau Celsius ao longo da largura da manta.

10. Método, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a corrente gasosa é aquecida por um aquecedor circulando rapidamente entre ligado e

desligado, para manter a temperatura da corrente gasosa aquecida dentro de um grau Celsius de uma temperatura de tratamento selecionada.

11. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o fluido de arrefecimento que passou através da manta na etapa 2(b) é uma corrente gasosa aplicada à manta, sob pressão, para mover de maneira forçada a corrente gasosa através da manta.

12. Método, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a corrente gasosa de arrefecimento está à temperatura ambiente.

13. Método, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a pressão que move de maneira forçada a corrente gasosa de arrefecimento através da manta é fornecida, pelo menos em parte, por um aparelho de remoção de gás posicionado abaixo da manta, em alinhamento com a corrente gasosa de arrefecimento.

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que meios de restrição de fluxo são interpostos na trajetória da corrente gasosa de arrefecimento em um ponto depois que a corrente gasosa de arrefecimento passou através da manta.

15. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o fluido na etapa 2(a) é aquecido, pelo menos, até a temperatura do ponto de fusão nominal do dito material polimérico.

16. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** por incluir a etapa adicional (3) de ligar autogenamente as fibras com calor após a finalização da operação controlada de aquecimento e arrefecimento.

17. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** por incluir a etapa adicional (3) de modelamento da manta após a finalização da operação controlada de aquecimento e arrefecimento, mediante aquecimento da manta até uma temperatura de consolidação e prensagem da mesma em um formato desejado.

18. Método para preparação de uma manta fibrosa não-tecida ligável, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende as etapas de 1) fornecimento de uma manta fibrosa não-tecida precursora através de a) extrusão de material polimérico semi-cristalino formador de fibras através de uma matriz para formar filamentos, b) remoção dos filamentos em uma câmara de processamento para formar fibras monocomponentes orientadas e c) coleta das fibras orientadas em um coletor para formar a manta fibrosa não-tecida precursora e depois 2) submeter a manta fibrosa precursora a uma operação controlada de aquecimento e arrefecimento, que inclui a) passagem forçada, através da manta, de uma corrente gasosa uniforme em forma de cortina aquecida pelo menos até a temperatura inicial de fusão do dito material polimérico, por um tempo suficiente para fundir cristaltos de ordem inferior nas fibras, mas muito curto para fundir totalmente as fibras e b) arrefecimento imediato da manta através da passagem forçada, através da manta, de um

fluido a uma temperatura pelo menos 50°C menor que o ponto de fusão nominal do material das fibras.

19. Método, de acordo com a reivindicação 18, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a manta de não-tecido é movida em uma esteira transportadora através da operação controlada de aquecimento e arrefecimento.

20. Método, de acordo com a reivindicação 18, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a manta se move através da operação de aquecimento e arrefecimento em 15 segundos ou menos.

21. Método, de acordo com a reivindicação 18, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a pressão que move de maneira forçada a corrente gasosa aquecida através da manta é fornecida, pelo menos em parte, por um aparelho de remoção de gás posicionado abaixo da manta, em alinhamento com a corrente gasosa aquecida.

22. Método, de acordo com a reivindicação 18, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que meios de distribuição de fluxo são interpostos na trajetória da corrente gasosa aquecida antes da corrente alcançar a manta, para espalhar a corrente sobre a manta.

23. Método, de acordo com a reivindicação 18, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que meios de restrição de fluxo são interpostos na trajetória da corrente gasosa aquecida em um ponto depois que a corrente gasosa aquecida passou através da manta.

24. Método, de acordo com a reivindicação 18, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o fluido na etapa 2(a) é aquecido, pelo menos, até a temperatura do ponto de fusão nominal do dito material polimérico.

25. Método, de acordo com a reivindicação 18, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a temperatura da corrente gasosa aquecida da etapa 2(a) é mantida dentro da faixa de um grau Celsius ao longo da largura da manta.

26. Método, de acordo com a reivindicação 18, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o fluido de arrefecimento que passou através da manta na etapa 2(b) é uma corrente gasosa aplicada à manta, sob pressão, para mover de maneira forçada a corrente gasosa através da manta.

27. Método, de acordo com a reivindicação 26, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a corrente gasosa de arrefecimento que passou através da manta na etapa 2(b) está à temperatura ambiente.

28. Método, de acordo com a reivindicação 26, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a pressão que move de maneira forçada a corrente gasosa de arrefecimento através da manta é fornecida, pelo menos em parte, por um aparelho de remoção de gás posicionado abaixo da manta, em alinhamento com a corrente gasosa de arrefecimento.

29. Método, de acordo com a reivindicação 26, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que meios de restrição de fluxo são interpostos na trajetória da corrente gasosa de arrefecimento

em um ponto depois que a corrente gasosa de arrefecimento passou através da manta.

30. Método, de acordo com a reivindicação 29, **CARACTERIZADO** pelo fato de que meios de restrição de fluxo compreendem uma placa perfurada.

31. Método, de acordo com a reivindicação 18, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa 2(a) fornece aquecimento suficiente das fibras para refinar morfologicamente uma fase das fibras, **CARACTERIZADA** por amorfismo, para fornecer ligação repetível entre as fibras.

32. Manta fibrosa não-tecida ligada, **CARACTERIZADA** pelo fato de que compreende fibras poliméricas monocomponentes semi-cristalinas orientadas amaciáveis tendo i) uma fase onde o amorfismo que exibe amaciamento repetível e ii) uma fase onde o cristalitos que reforça a estrutura da fibra durante amaciamento da fase onde o amorfismo, de modo que as fibras podem ser adicionalmente ligadas de maneira autógena enquanto mantém sua orientação e estrutura de fibra.

33. Manta fibrosa, de acordo com a reivindicação 32, **CARACTERIZADA** por apresentar pelo menos uma das características distintas de DSC expostas.

34. Manta fibrosa, de acordo com a reivindicação 32, **CARACTERIZADA** pelo fato de que as fibras se amaciam até um estado ligável a uma temperatura pelo menos 50°C inferior ao ponto de fusão nominal das fibras.

35. Manta fibrosa, de acordo com a reivindicação 32, **CARACTERIZADA** pelo fato de que as fibras mantêm sua seção transversal de fibra original no intervalo entre as ligações, durante ligação autógena adicional.

36. Manta fibrosa, de acordo com a reivindicação 32, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a mesma é moldada em um formato não-planar, com as fibras mantendo sua orientação e estrutura da fibra no formato não-planar moldado.

37. Manta fibrosa, de acordo com a reivindicação 32, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a mesma contém uma espessura de cerca de um milímetro ou menos.

38. Manta fibrosa não tecida, **CARACTERIZADA** pelo fato de que compreende fibras poliméricas semi-cristalinas monocomponentes orientadas ligadas, com a manta sendo capaz de replicar um formato não-planar em uma operação de modelagem a uma temperatura pelo menos 15 graus Celsius menor que o ponto de fusão nominal das ditas fibras.

39. Manta fibrosa não-tecida, de acordo com a reivindicação 38, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a mesma é capaz de replicar um formato não-planar em uma operação de modelagem a uma temperatura pelo menos 50 graus Celsius menor que o ponto de fusão nominal das fibras.

40. Método para formação de uma manta fibrosa ligável e moldável, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende a) preparação de uma manta que compreende fibras poliméricas semicristalinas monocomponentes orientadas e b) refinamento

morfológico da dita manta preparada, através da passagem forçada, através da manta, de correntes gasosas de aquecimento e arrefecimento, de modo que ditas fibras são capazes de desenvolver ligações autógenas a uma temperatura pelo menos 15 graus Celsius menor que o ponto de fusão nominal das fibras.

5 41. Método para modelagem de uma manta, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende fibras poliméricas semicristalinas monocomponentes orientadas, com o método compreendendo a) refinamento morfológico da manta através da passagem forçada, através da manta, de correntes gasosas de aquecimento e arrefecimento, de modo que as ditas fibras são capazes de desenvolver ligações autógenas a uma temperatura pelo menos 15
10 graus Celsius menor que o ponto de fusão nominal das fibras; b) colocação da manta em um molde; e c) submissão da manta a uma temperatura de modelagem eficaz para converter permanentemente a manta no formato do molde.

 42. Aparelho para o tratamento de uma manta fibrosa não-tecida, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende 1) uma esteira transportadora para mover uma manta a ser tra-
15 tada, 2) um aquecedor montado de forma adjacente ao primeiro lado da esteira transportadora e que compreende a) uma câmara contendo uma parede que está voltada para a manta, b) um ou mais condutos através dos quais um gás aquecido pode ser introduzido na câmara sob pressão e c) uma fenda na dita parede da câmara através da qual gás aquecido flui da câmara para a manta na esteira transportadora, 3) uma fonte de gás de arrefecimento abaixo da
20 manta a partir do aquecedor, no primeiro lado da esteira transportadora, com o gás de arrefecimento contendo uma temperatura substancialmente menor que a do gás aquecido e 4) um meio de remoção de gás disposto no segundo lado da esteira transportadora, oposto ao aquecedor, com o meio de remoção de gás contendo uma porção em alinhamento com a fenda, a fim de remover o gás aquecido da fenda através da manta e também de uma porção
25 abaixo da manta na fenda, em alinhamento com a fonte de gás de arrefecimento e contendo um comprimento na direção da parte inferior da manta pelo menos duas vezes maior que o comprimento da fenda, a fim de remover o gás de arrefecimento através da manta para arrefecer a mesma.

 43. Aparelho, de acordo com a reivindicação 42, **CARACTERIZADO** pelo fato de
30 que inclui adicionalmente meios de restrição de fluxo dispostos sobre o segundo lado da esteira transportadora na trajetória, pelo menos, do gás aquecido ou do gás de arrefecimento, a fim de se igualar a distribuição do gás através da manta.

 44. Aparelho, de acordo com a reivindicação 42, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o meio de remoção de gás, que passa o gás de arrefecimento através da manta, está
35 disposto de modo adjacente ao meio de remoção de gás para passar o gás aquecido através da manta.

 45. Aparelho, de acordo com a reivindicação 42, **CARACTERIZADO** pelo fato de

. que o meio de restrição de fluxo está disposto na trajetória do gás aquecido e do gás de arrefecimento.

. 46. Aparelho, de acordo com a reivindicação 42, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o meio de distribuição de fluxo está situado na câmara, a fim de distribuir de maneira
5 uniforme o gás aquecido através da fenda.

47. Aparelho, de acordo com a reivindicação 42, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o gás aquecido é introduzido na câmara em diversos pontos situados de forma transversal ao longo da largura da manta.

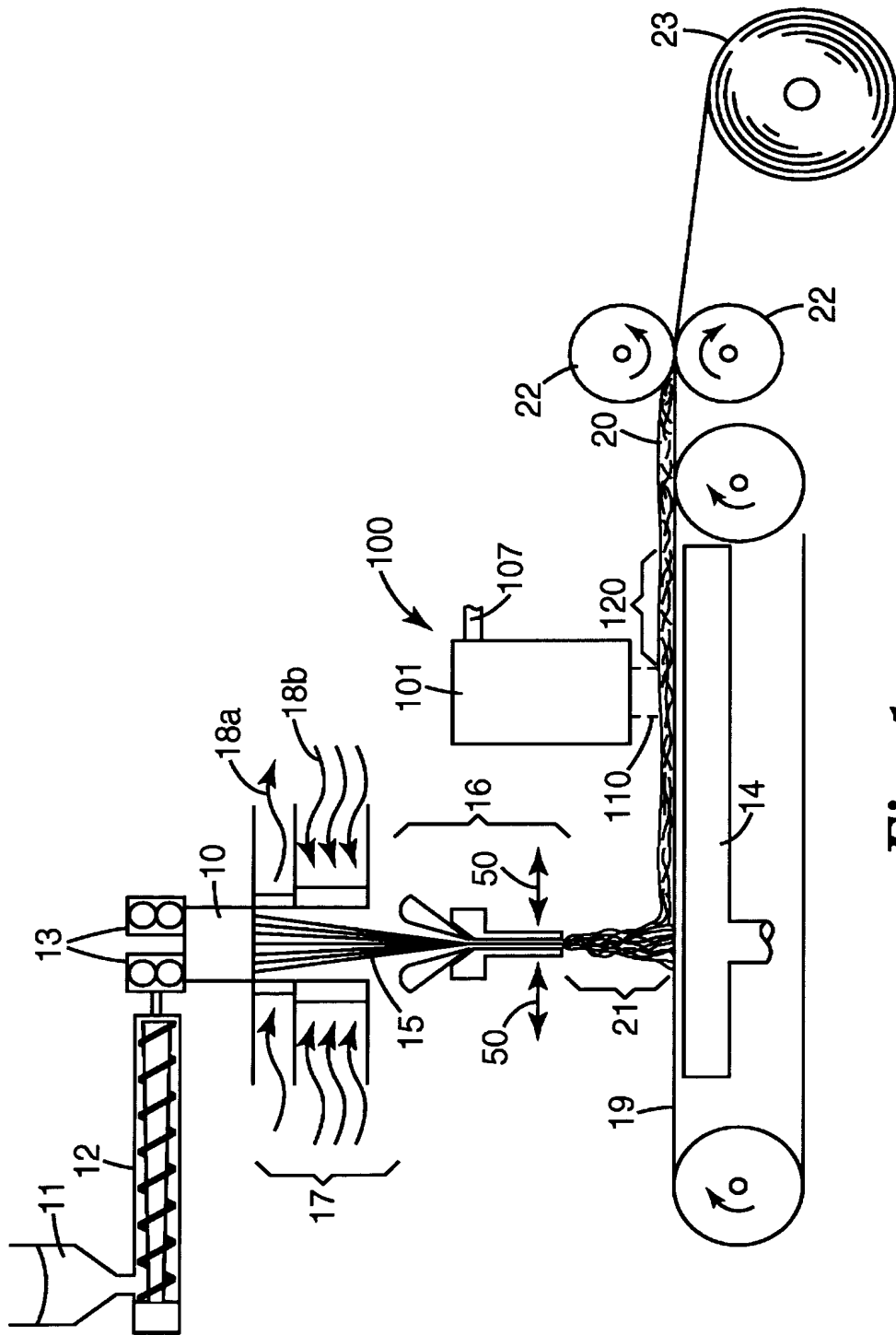


Fig. 1

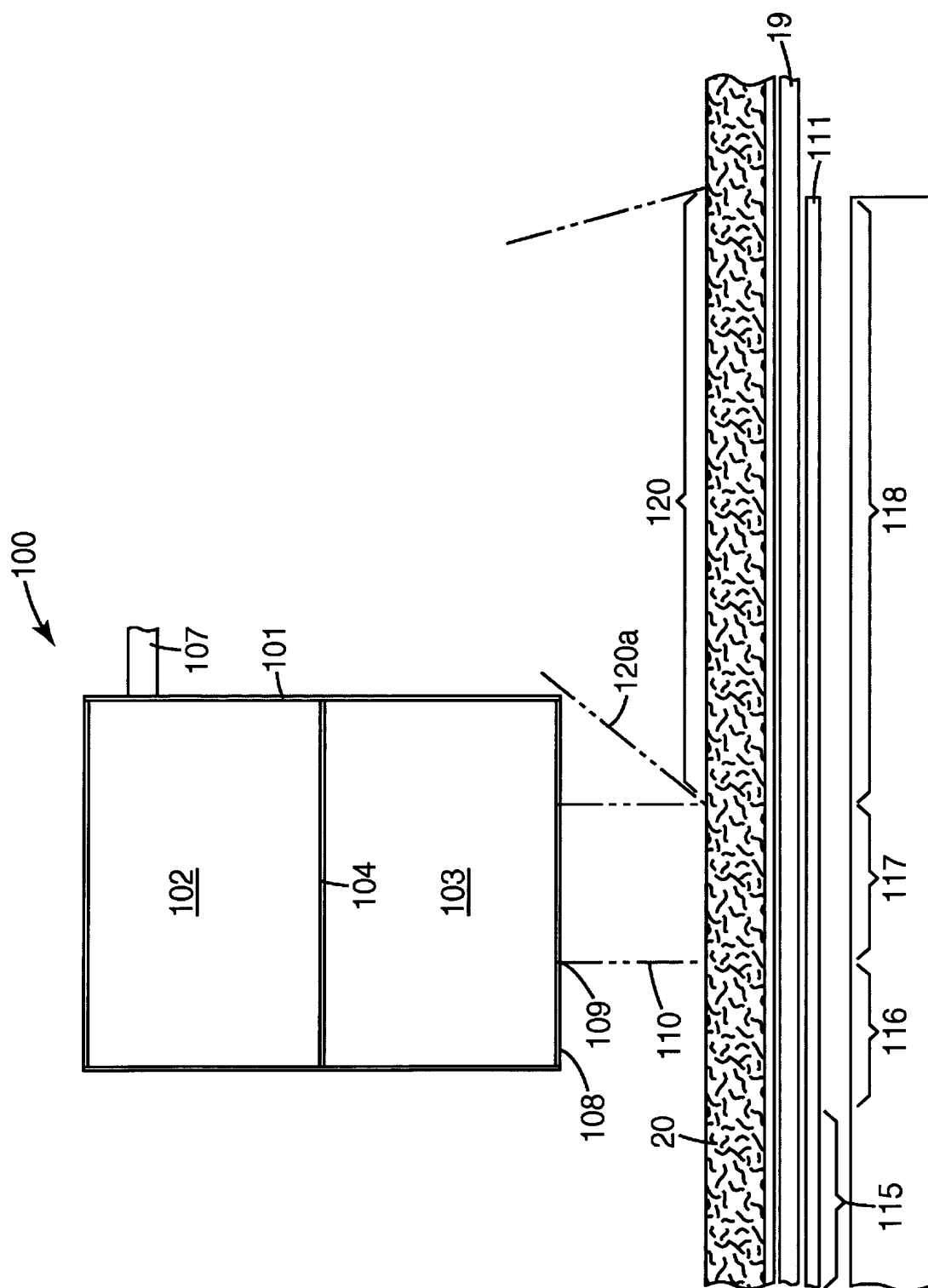


Fig. 4

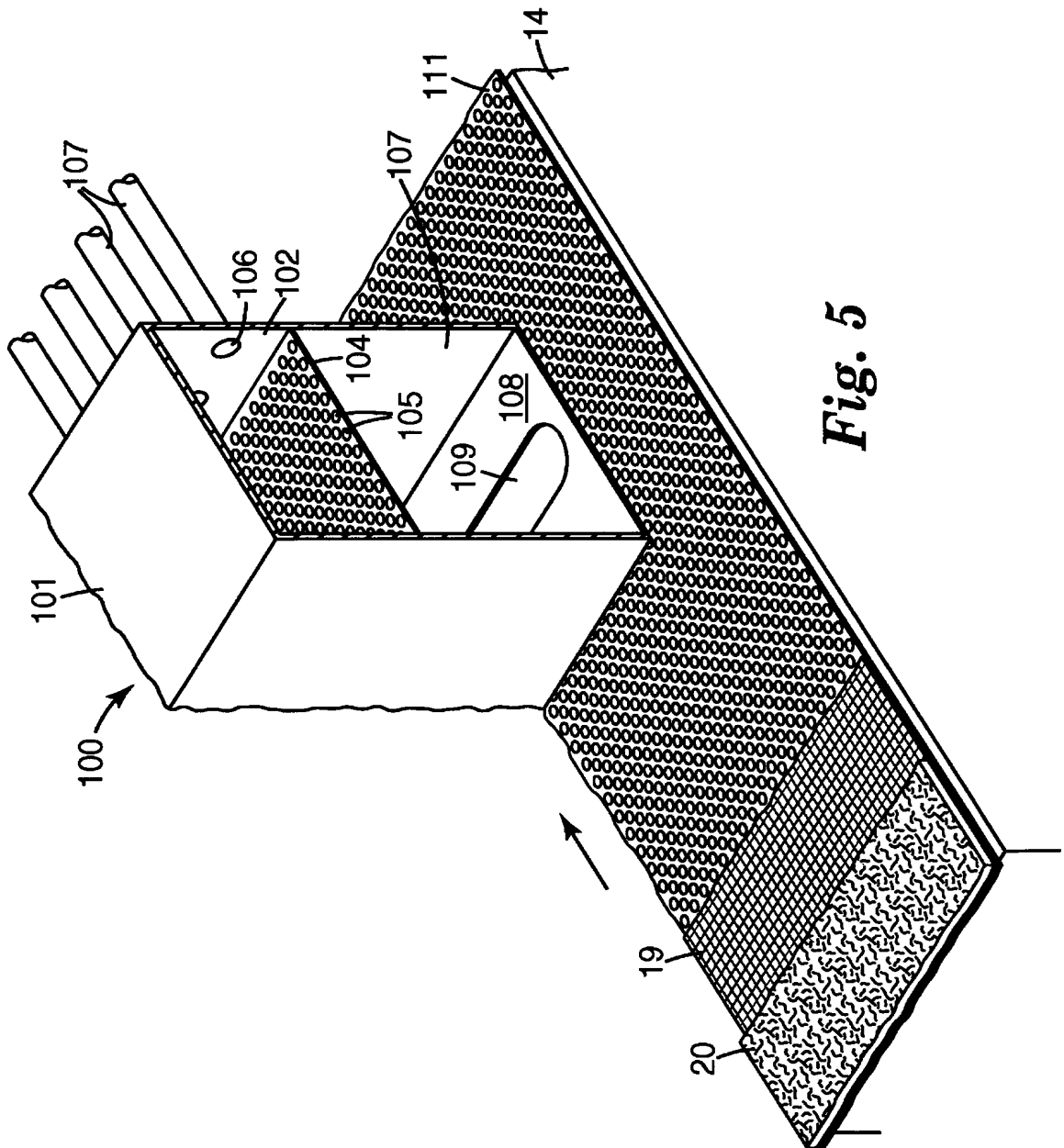


Fig. 5

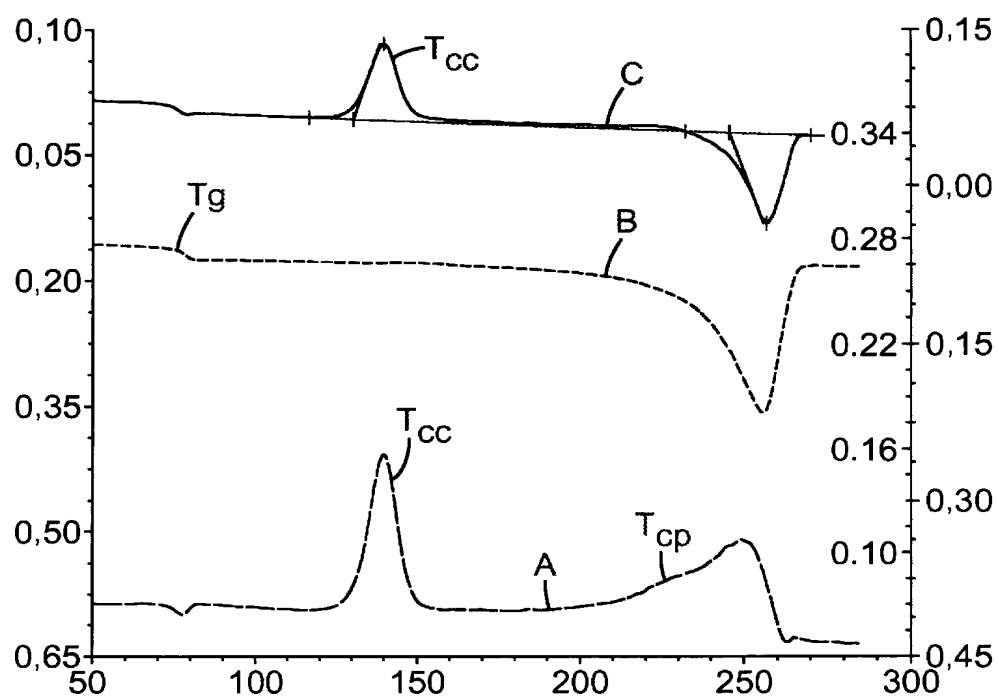


Fig. 6

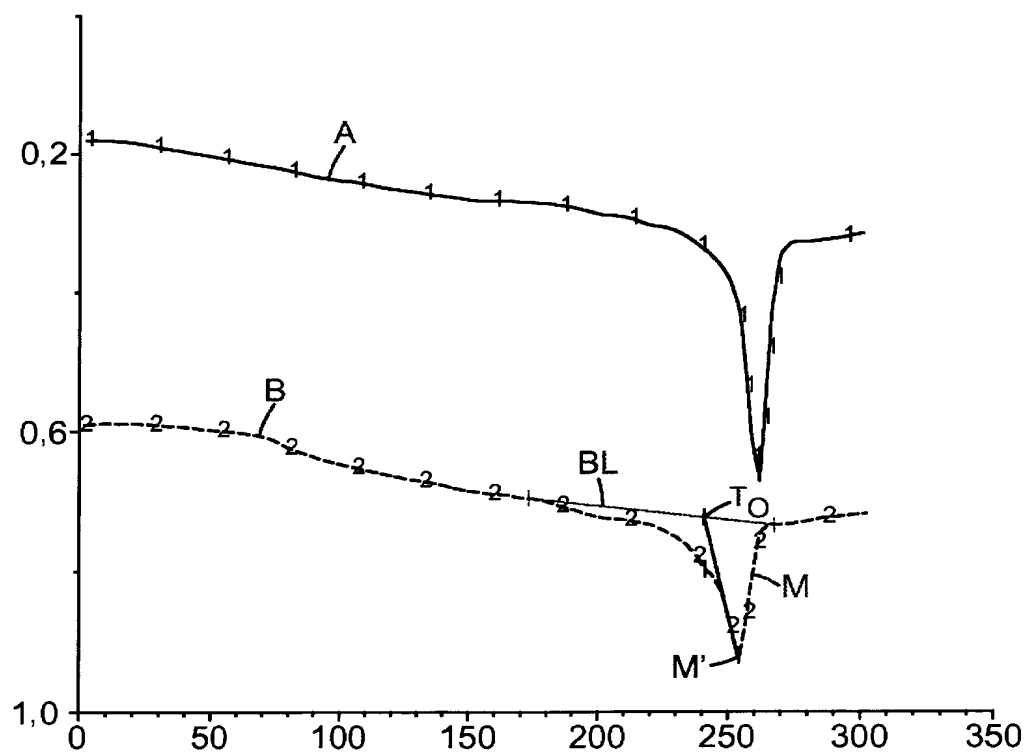
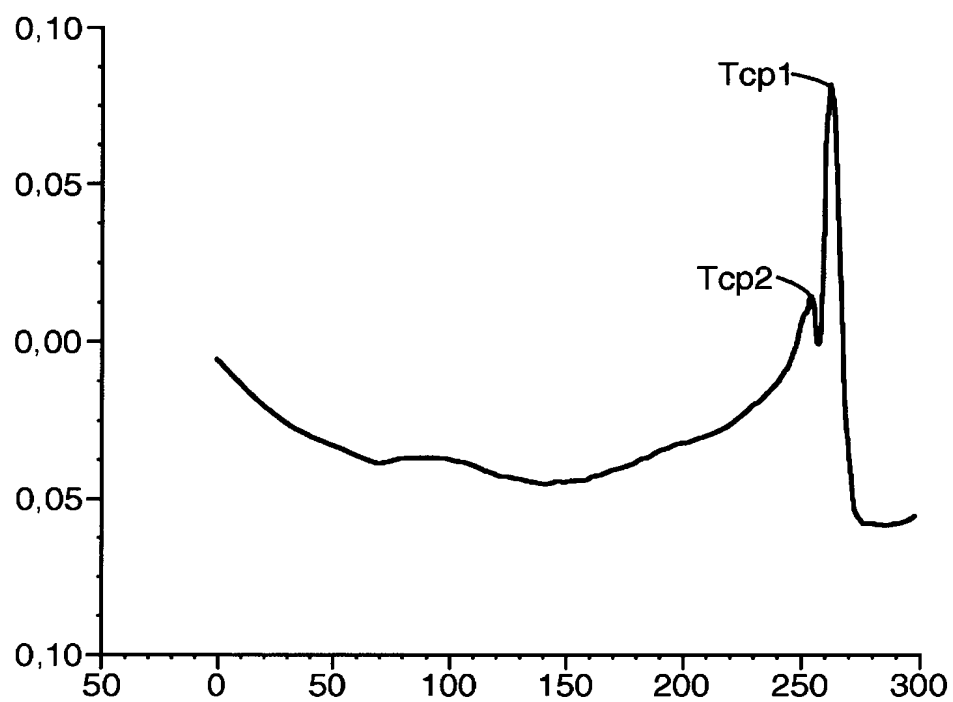
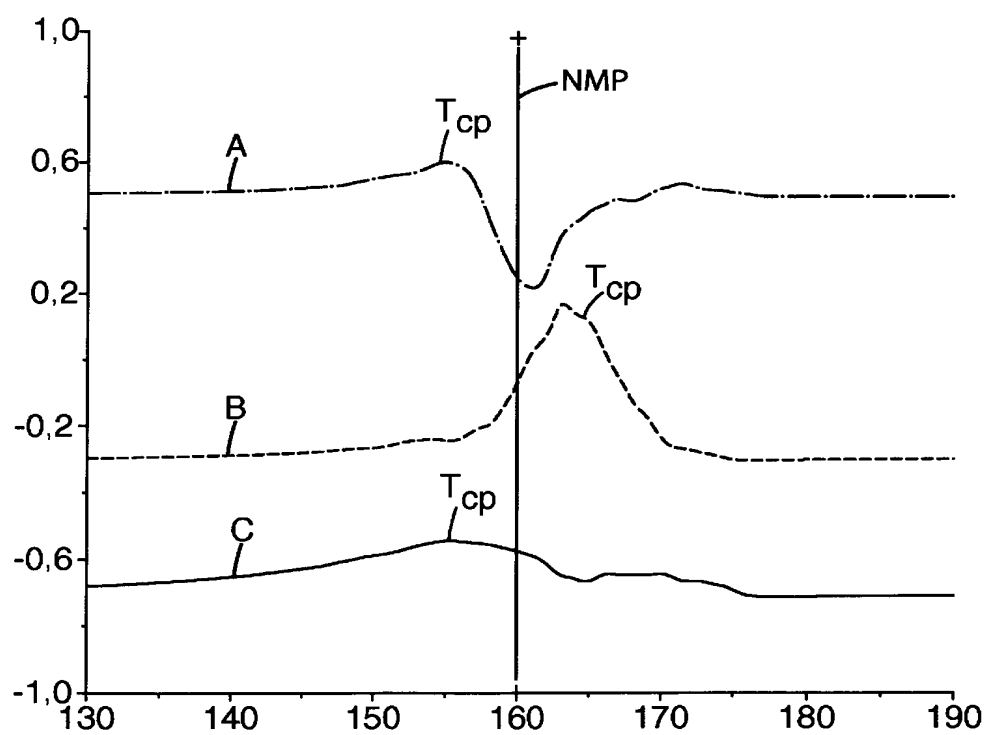
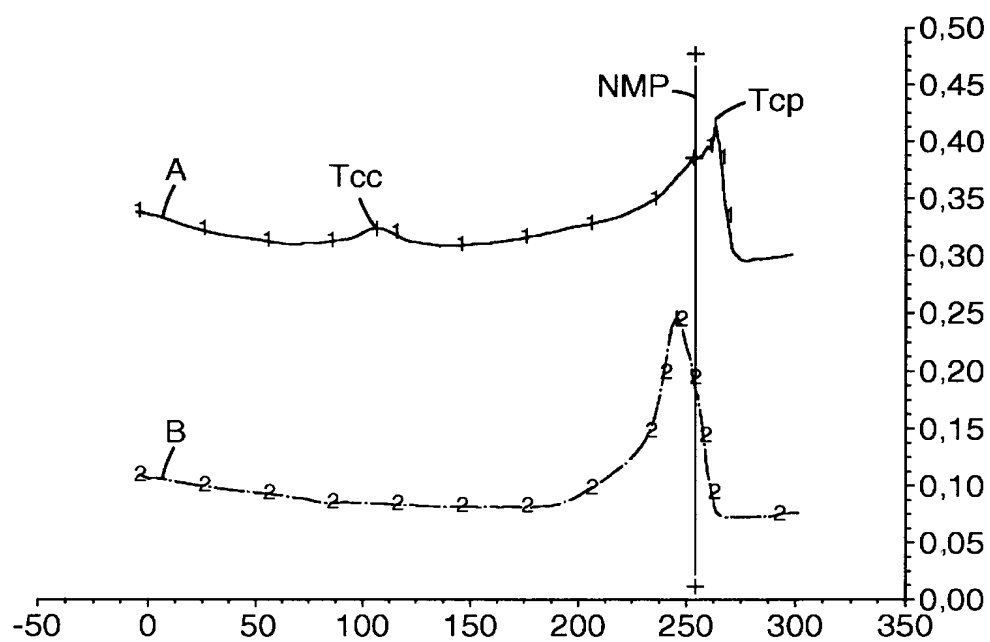
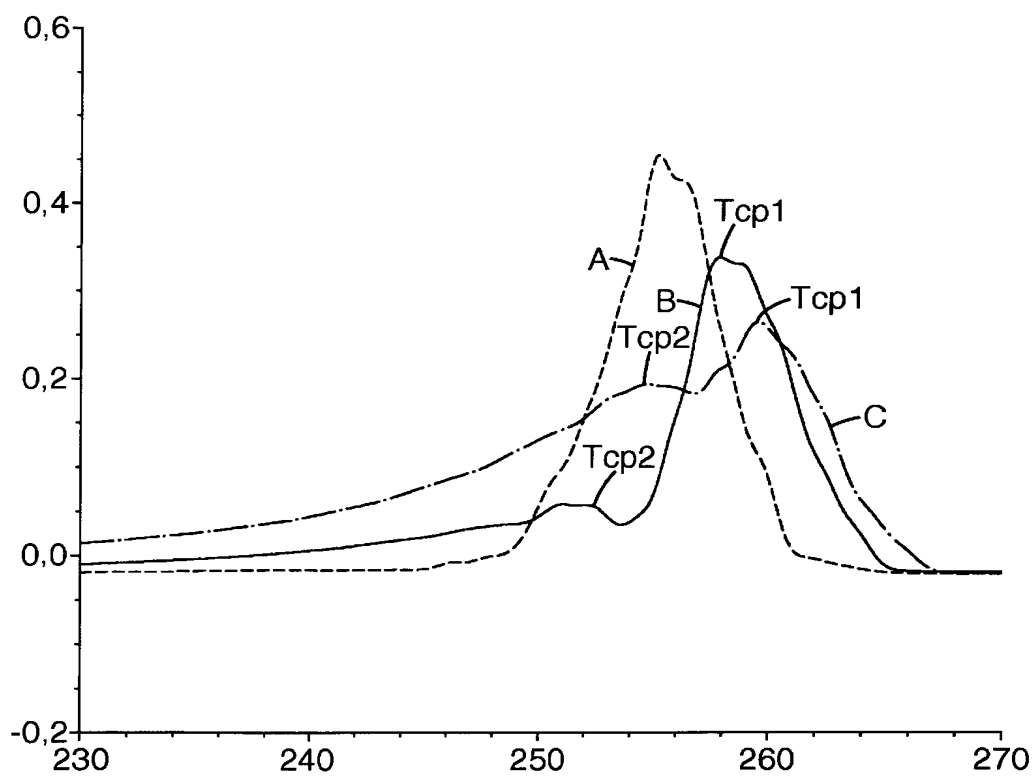
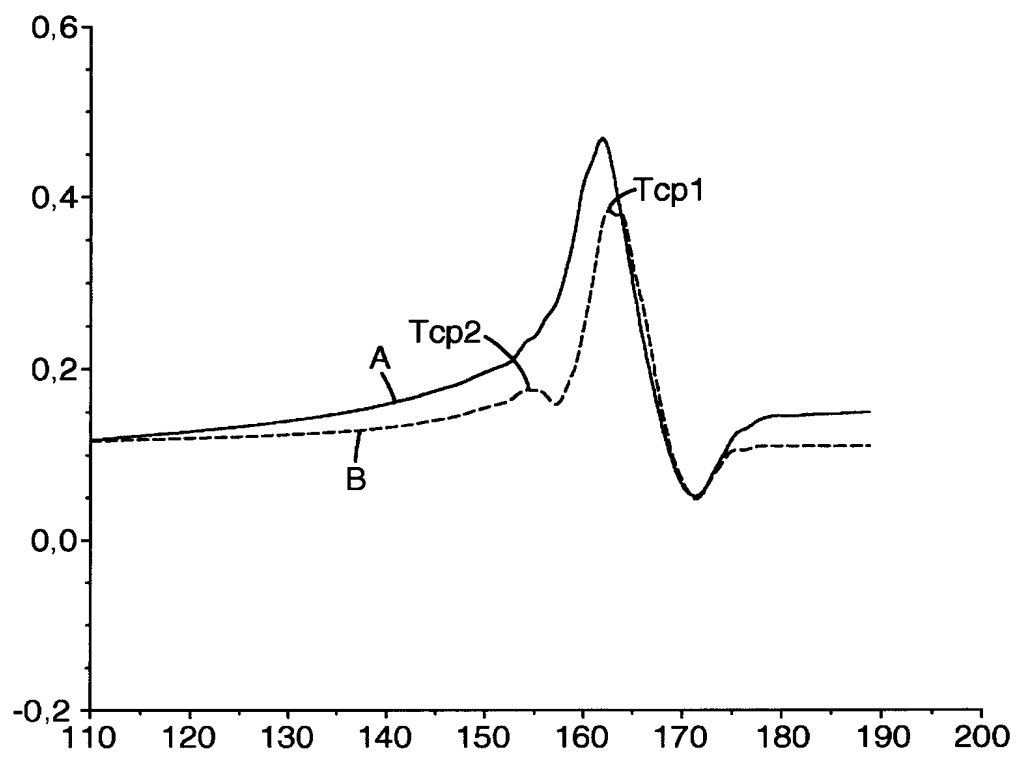
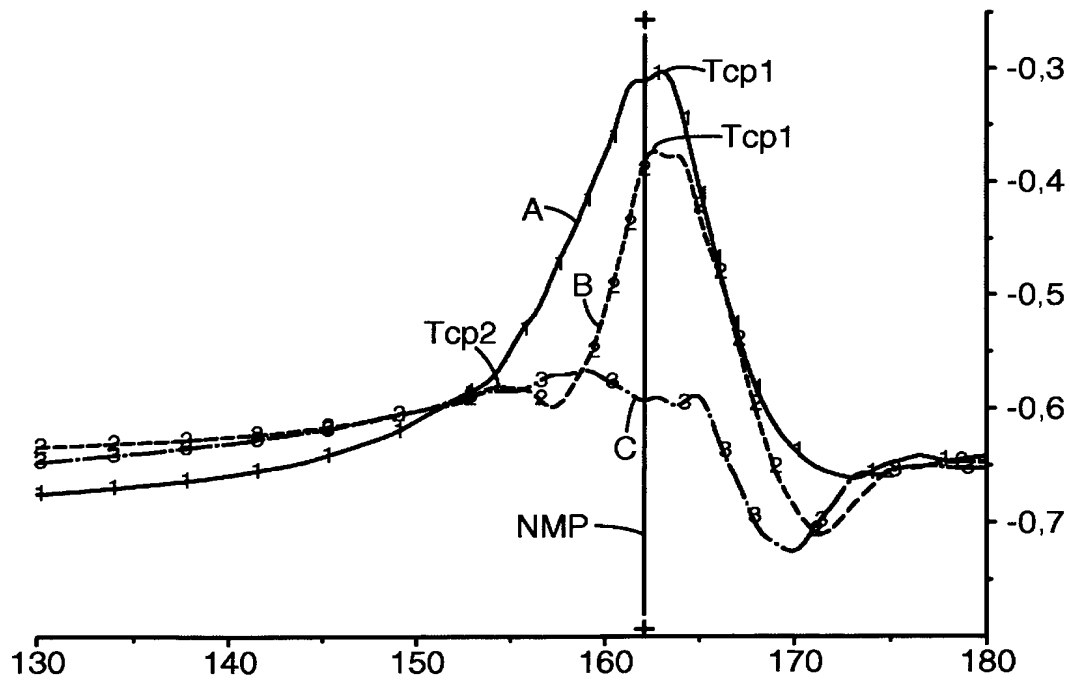
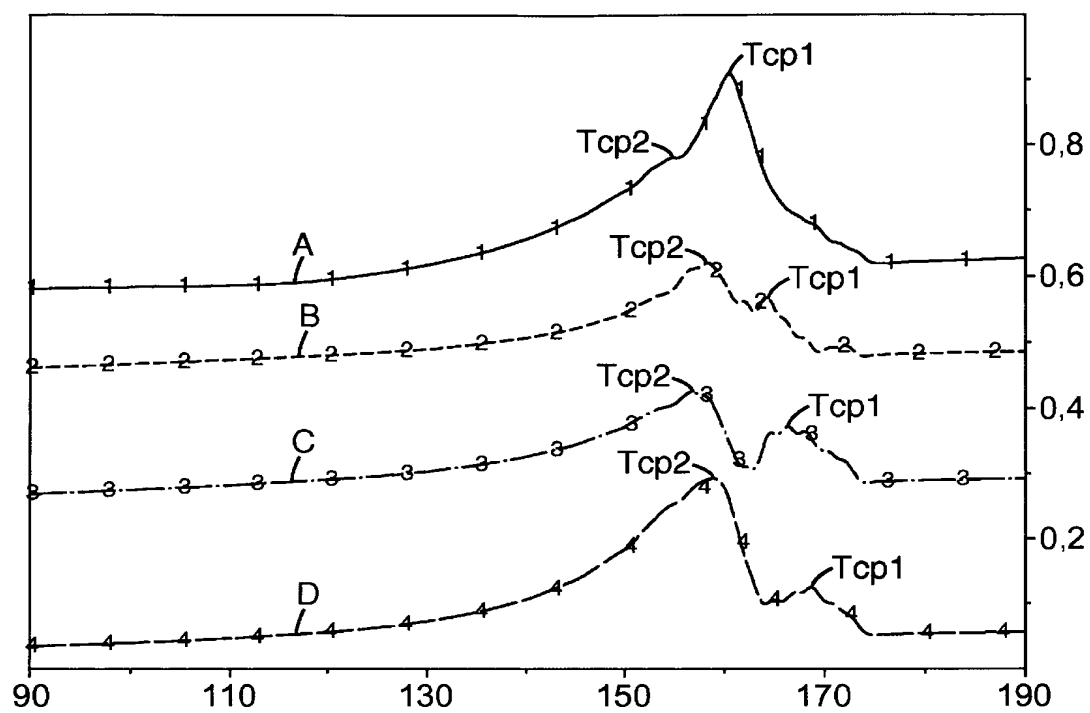
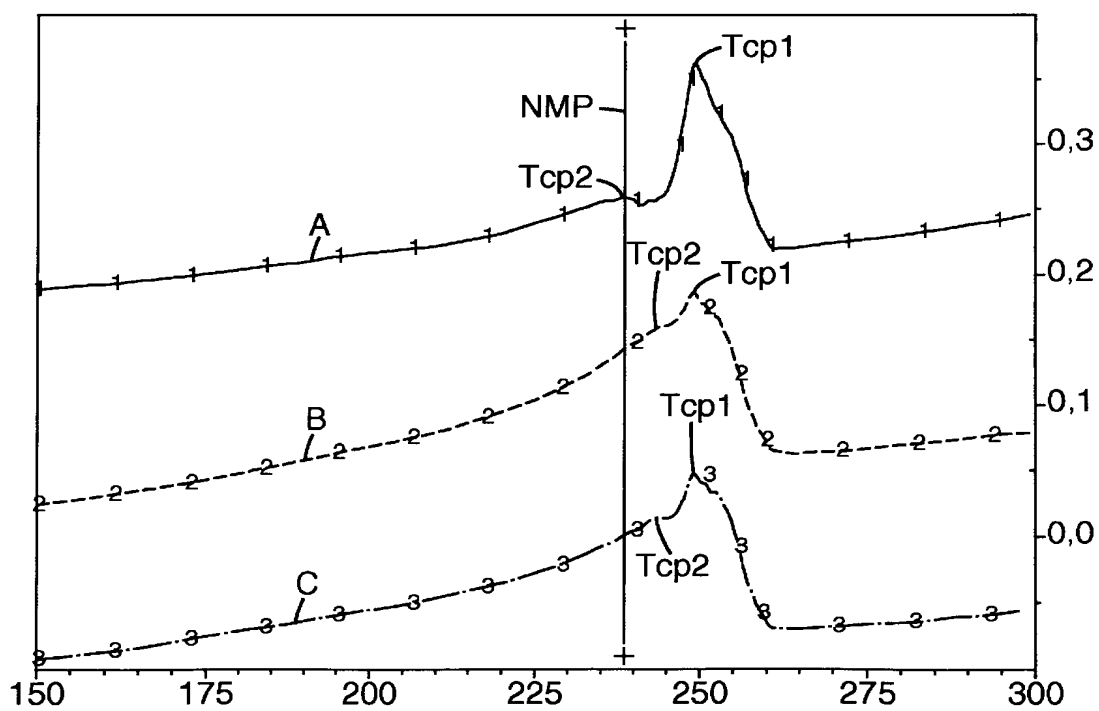


Fig. 7

**Fig. 8****Fig. 9**

**Fig. 10****Fig. 11**

*Fig. 12**Fig. 13*

**Fig. 14****Fig. 15**

RESUMO

"MANTAS FIBROSAS DE NÃO-TECIDO LIGADAS QUE COMPREENDEM FIBRAS POLIMÉRICAS SEMI-CRISTALINAS ORIENTADAS AMACIÁVEIS E UM APARELHO E MÉTODOS PARA PREPARAÇÃO DE TAIS MANTAS"

5 A presente invenção refere-se a um método para a produção de uma manta fibrosa não-tecida ligada que compreende 1) fornecimento de uma manta fibrosa não-tecida que compreende fibras poliméricas semi-cristalinas orientadas e 2) submissão da manta a uma operação controlada de aquecimento e arrefecimento que inclui a) passagem forçada, através da manta, de um fluido aquecido, pelo menos, até a temperatura de fusão inicial do dito material polimérico, por um tempo muito curto para fundir totalmente as fibras e b) arrefecimento imediato da manta mediante a passagem forçada, através da manta, de um fluido a uma temperatura pelo menos 50°C menor que o ponto de fusão nominal do material das fibras. As fibras da manta tratada geralmente têm i) uma fase caracterizada por amorfismo que exhibe amaciamento repetível (fazendo com que as fibras se amaciem) e ii) uma fase caracterizada por cristaltos que reforça a estrutura da fibra durante o amaciamento da fase caracterizada por amorfismo, de modo que as fibras podem ser ligadas autogenamente enquanto mantém sua orientação e estrutura de fibra. Um aparelho para executar o método pode compreender 1) uma esteira transportadora para mover uma manta a ser tratada, 2) um aquecedor montado de forma adjacente ao primeiro lado da esteira transportadora e que compreende a) uma câmara contendo uma parede que está voltada para a manta, b) um ou mais condutos através dos quais um gás aquecido pode ser introduzido na câmara sob pressão e c) uma fenda na dita parede da câmara através da qual gás aquecido flui da câmara para a manta na esteira transportadora, 3) uma fonte de gás de arrefecimento abaixo da manta a partir do aquecedor, no primeiro lado da esteira transportadora, com o gás de arrefecimento contendo uma temperatura substancialmente menor que a do gás aquecido, 4) um meio de remoção de gás disposto no segundo lado da esteira transportadora, oposto ao aquecedor, com o meio de remoção de gás contendo uma porção em alinhamento com a fenda, a fim de remover o gás aquecido da fenda através da manta e também de uma porção abaixo da manta na fenda, em alinhamento com a fonte de gás de arrefecimento, a fim de remover o gás de arrefecimento através da manta para arrefecer a mesma. Um meio de restrição de fluxo é, de preferência, disposto sobre o segundo lado da esteira transportadora na trajetória, pelo menos, do gás aquecido ou do gás de arrefecimento, a fim de se igualar a distribuição do gás através da manta.

10

15

20

25

30