



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

(21) **PI0619014-6 A2**



(22) Data de Depósito: 04/10/2006
(43) Data da Publicação: 20/09/2011
(RPI 2124)

(51) *Int.Cl.:*
A61F 7/03
F24J 1/00
C09K 5/18

(54) **Título:** DISPOSITIVO TÉRMICO TENDO UM PERFIL DE AQUECIMENTO CONTROLADO

(30) **Prioridade Unionista:** 15/12/2005 US 11/303.007

(73) **Titular(es):** Kimberly-Clark Worldwide, INC

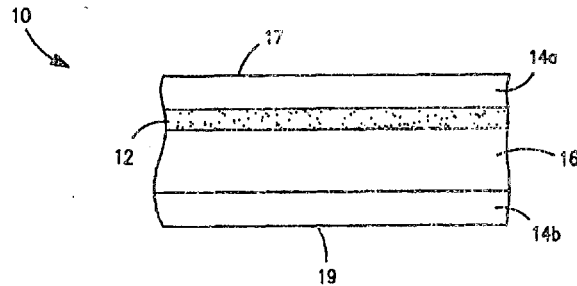
(72) **Inventor(es):** Eugenio G. Varona, Roger Bradshaw Quincy III

(74) **Procurador(es):** Nellie Anne Daniel-shores

(86) **Pedido Internacional:** PCT US2006038935 de 04/10/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/070152de 21/06/2007

(57) **Resumo:** DISPOSITIVO TÉRMICO TENDO UM PERFIL DE AQUECIMENTO CONTROLADO. Um dispositivo térmico que contém uma composição exotérmica é fornecido. A composição exotérmica inclui um metal que é capaz de submeter-se a uma reação de oxidação na presença de umidade e oxigênio para gerar calor. Certos aspectos do dispositivo térmico podem ser otimizados para fornecer uma quantidade controlada de umidade e/ou oxigênio à composição exotérmica durante o uso. Através do controle seletivo sobre o fornecedor destes reagentes, um perfil de aquecimento pode ser obtido em que uma temperatura elevada é alcançada rapidamente e mantida durante um período prolongado de tempo.





"DISPOSITIVO TÉRMICO TENDO UM PERFIL DE
AQUECIMENTO CONTROLADO"

Antecedente da Invenção

Certos pós de metal (por exemplo, pó de ferro) são
5 oxidados na presença de ar e umidade. Porque a reação de o-
xidação é exotérmica e gera calor, os pós de metal foram in-
corporados em composições exotérmicas para fornecer calor.
Por exemplo, composições exotérmicas convencionais continham
um pó de metal, carbono ativado e haleto de metal. O carbono
10 ativado agiu como um catalisador para facilitar a reação e-
xotérmica, enquanto o haleto de metal removeu películas de
óxido de superfície no pó de metal para permitir a reação
proceder em uma extensão suficiente. Infelizmente, vários
problemas existiram ao tentar aplicar tais composições exo-
15 térmicas a um substrato. Especificamente, se a composição
exotérmica foi exposta à umidade durante aplicação, a reação
exotérmica poderia ocorrer prematuramente. Isto finalmente
diminuiria a qualidade da composição exotérmica e daria ori-
gem a vários outros problemas, tal como uma dificuldade au-
20 mentada no manuseio devido à coagulação. Várias técnicas fo-
ram desenvolvidas em uma tentativa de superar estes e outros
problemas. Por exemplo, Patente U.S. No. 6.436.128 por Usui
descreve uma composição exotérmica que contém uma substância
exotérmica, um polímero absorvente de água e/ou aderente, um
25 componente de carbono e/ou haleto de metal e água. Uma quan-
tidade excessiva de água é utilizada na composição para su-
primir uma reação de oxidação prematura com ar. Logo que
formulada, a composição exotérmica de Usui é laminada e se-

lada em uma bolsa fina. A bolsa absorve água da composição de forma que, quando o selo é rompido, a reação exotérmica pode proceder na exposição ao ar e umidade. Apesar de superar certos problemas de técnicas convencionais, Usui é ainda
5 muito complexo para muitas aplicações de consumidor. Além disso, é freqüentemente difícil de controlar a taxa de reação da substância exotérmica em tais dispositivos.

Como tal, uma necessidade atualmente existe quanto a um dispositivo térmico melhorado que é simples, eficaz, e
10 relativamente barato de fazer, e da mesma forma facilmente controlável.

Sumário da Invenção

De acordo com uma modalidade da presente invenção, um dispositivo térmico é descrito o qual compreende uma com-
15 posição exotérmica formada de um metal oxidável, em que a exposição da composição exotérmica ao oxigênio e umidade ativa uma reação exotérmica para gerar calor. O dispositivo térmico também compreende uma camada de sustentação de umi-
dade e uma solução aquosa aplicada à camada de sustentação
20 de umidade que é capaz de fornecer umidade à composição exotérmica, em que a solução aquosa compreende um ou mais solutos.

De acordo com outra modalidade da presente invenção, é descrito um método para gerar calor. O método compre-
25 ende expor um dispositivo térmico ao oxigênio para alcançar um perfil de aquecimento controlado em que uma ou mais superfícies do dispositivo térmico alcancem uma temperatura elevada de cerca de 35°C a cerca de 55°C em 20 minutos ou

menos. O dispositivo térmico compreende uma composição exotérmica formada de um metal oxidável e uma camada de sustentação de umidade que contém uma solução aquosa que evapora em uma taxa de cerca de 0,05% a cerca de 0,5%, determinada em uma umidade relativa inicial de cerca de 51% e temperatura de cerca de 22°C.

Outras características e aspectos da presente invenção são descritos em mais detalhes abaixo.

Breve Descrição dos Desenhos

10 Uma descrição de facilitadora e completa da presente invenção, incluindo o melhor modo desta, direcionada a alguém de experiência ordinária na técnica, é mencionada mais particularmente no restante da especificação, que faz referência às figuras anexadas em que:

15 Fig. 1 ilustra uma vista em corte de uma modalidade de um dispositivo térmico da presente invenção;

Fig. 2 ilustra uma vista em corte de outra modalidade de um dispositivo térmico da presente invenção;

20 Fig. 3 é uma curva de resposta térmica que mostra temperatura (°C) versus tempo (minutos) para as amostras dos Exemplos 1-4;

Fig. 4 é uma curva de resposta térmica que mostra a temperatura (°C) versus tempo (minutos) para as amostras dos Exemplos 6-9;

25 Fig. 5 é uma curva de resposta térmica que mostra temperatura (°C) versus tempo (minutos) para as amostras de Exemplos 11-14;

Fig. 6 é uma curva de resposta térmica (°C) versus

tempo (minutos) para as amostras dos Exemplos 16-19; e

Fig. 7 é uma curva de resposta térmica que mostra temperatura (°C) versus tempo (minutos) para as amostras dos Exemplos 21-24; e

5 Fig. 8 é uma de curva de evaporação que mostra a perda de peso líquido (%) versus tempo (minutos) para as camadas de sustentação de umidade do Exemplo 27.

Descrição Detalhada de Modalidades Representativas

Definições

10 Quando aqui utilizado, o termo "teia ou tecido não trançado" significa uma teia que tem uma estrutura de fibras individuais ou linhas que são intertrançadas, mas não de uma maneira identificável como em um tecido tricotado. Teias ou tecidos não trançados foram formados de muitos processos
15 tais como, por exemplo, processos de sopro por fusão, processos de não tecido, processos de teia cardada unida, etc.

Quando aqui utilizado, o termo "sopro por fusão" refere-se a um processo no qual as fibras são formadas extrusando-se um material termoplástico fundido através de uma
20 pluralidade de capilares de matriz, normalmente circulares, finos como fibras fundidas em correntes de gás (por exemplo, ar) de alta velocidade convergentes que enfraquecem as fibras do material termoplástico fundido para reduzir seu diâmetro, que podem estar no diâmetro de microfibras. Depois
25 disso, as teias sopradas por fusão são levadas pela corrente de gás de alta velocidade e são depositadas em uma superfície coletora para formar uma teia de fibras sopradas por fusão aleatoriamente desembolsadas. Um tal processo é descri-

to, por exemplo, na Pat. U.S. No. 3.849.241 por Butin, e outro, que está incorporada aqui em sua totalidade através de referência para todos os propósitos. Em geral, fibras sopradas por fusão podem ser microfibras que podem ser contínuas ou descontínuas, são geralmente menores que 10 microns no diâmetro, e são geralmente pegajosas quando depositadas sobre uma superfície coletora.

Quando aqui utilizado, o termo "não tecido" refere-se a um processo em que as fibras substancialmente contínuas de diâmetro pequeno são formadas extrusando-se um material termoplástico fundido de uma pluralidade de capilares, normalmente circulares, finos de um *spinnerette* com o diâmetro das fibras extrusadas, em seguida, sendo rapidamente reduzido como por, por exemplo, desenho educativo e/ou outros mecanismos não tecidos bem conhecidos. A produção de teias não trançadas não tecidas é descrita e é ilustrada, por exemplo, nas Patentes U.S. Nos. 4.340.563 por Appel, e outro, 3.692.618 por Dorschner, e outro, 3.802.817 por Matsuki, e outro, 3.338.992 por Kinney, 3.341.394 por Kinney. 3.502.763 por Hartman, 3.502.538 por Levy, 3.542.615 por Dobo, e outro, e 5.382.400 por Pike, e outro, que estão incorporadas aqui em sua totalidade através de referência para todos os propósitos. Fibras não tecidas são geralmente pegajosas quando elas são depositadas sobre uma superfície coletora. Fibras não tecidas podem, às vezes, ter diâmetros menores que cerca de 40 microns, e estão freqüentemente entre cerca de 5 a cerca de 20 microns.

Quando aqui utilizado, o termo "coforma" geralmen-

te refere-se a materiais de compostos que compreendem uma mistura ou matriz estabilizada de fibras termoplásticas e um segundo material não termoplástico. Como um exemplo, materiais de coforma podem ser feitos por um processo em que pelo menos uma cabeça de molde soprado por fusão é organizada perto de uma calha através da qual outros materiais são adicionados à teia enquanto estiver formando. Tais outros materiais podem incluir, mas não estão limitados a, materiais orgânicos fibrosos tal como polpa lenhosa ou não lenhosa tal como algodão, raiom, papel reciclado, felpa de polpa e da mesma forma partículas super-absorventes, materiais absorventes orgânicos e/ou inorgânicos, fibras têxteis poliméricas tratadas e assim sucessivamente. Alguns exemplos de tais materiais de coforma são descritos nas Patentes U.S. Nos. 4.100.324 por Anderson, e outro; 5.284.703 por Everhart, e outro; e 5.350.624 por Georger, e outro; que estão incorporados aqui em sua totalidade através de referência para todos os propósitos.

Como utilizado aqui, a "taxa de transmissão de vapor de água" (WVTR) geralmente refere-se à taxa na qual o vapor de água penetra através de um material quando medido em unidades de gramas por metro quadrado por 24 horas ($\text{g}/\text{m}^2/24 \text{ hrs}$). O teste utilizado para determinar a WVTR de um material pode variar com base na natureza do material. Por exemplo, em algumas modalidades, WVTR pode ser determinada em geral de acordo com ASTM Standard E-96E-80. Este teste pode ser particularmente bem adaptado para materiais pensados ter uma WVTR de até cerca de $3.000 \text{ g}/\text{m}^2/24 \text{ hrs}$. Ou-

tra técnica para medir WVTR envolve o uso de um sistema de análise de permeação de vapor de água PERMATRAN-W 100K, que está comercialmente disponível de Modern Controls, Inc. of Minneapolis, Minnesota. Um tal sistema pode ser particularmente adaptado para materiais pensados ter uma WVTR maior que cerca de 3.000 g/m²/24 hrs. Entretanto, como é bem conhecido na técnica, outros sistemas e técnicas para medir WVTR podem da mesma forma ser utilizados.

Quando aqui utilizado, o termo "respirável" significa penetrável em vapor de água e gases, mas impermeável em água líquida. Por exemplo, "barreiras respiráveis" e "películas respiráveis" permitem o vapor de água passar nelas, mas são substancialmente impenetráveis à água líquida. A "capacidade de respiração" de um material é medida em termos de taxa de transmissão de vapor de água (WVTR), com valores mais altos que representam um material mais penetrável ao vapor e valores mais baixos que representam um material menos penetrável ao vapor. Por exemplo, materiais respiráveis podem, por exemplo, ter uma taxa de transmissão de vapor de água (WVTR) de pelo menos cerca de 100 gramas por metro quadrado por 24 horas (g/m²/24 horas), em algumas modalidades de cerca de 500 a cerca de 20.000 g/m²/24 horas, e em algumas modalidades, de cerca de 1.000 a cerca de 15.000 g/m²/24 horas.

25 Descrição Detalhada

Referência será feita agora em detalhes às várias modalidades da invenção, um ou mais exemplos dos quais são mencionados abaixo. Cada exemplo é fornecido por meio de ex-

plicação, não limitação da invenção. Na realidade, ficará evidente por aqueles versados na técnica que várias modificações e variações podem ser feitas na presente invenção sem afastar-se do escopo ou espírito da invenção. Por exemplo, 5 características ilustradas ou descritas como parte de uma modalidade, podem ser utilizadas em outra modalidade para produzir ainda uma outra modalidade. Desse modo, pretende-se que a presente invenção proteja tais modificações e variações.

10 Em geral, a presente invenção é direcionada a um dispositivo térmico que contém uma composição exotérmica. A composição exotérmica inclui um metal que é capaz de sofrer uma reação de oxidação na presença de umidade e oxigênio para gerar calor. Os presentes inventores descobriram que certos aspectos do dispositivo térmico podem ser aperfeiçoados 15 para fornecer uma quantidade controlada de umidade e/ou oxigênio à composição exotérmica durante o uso. Através do controle seletivo sobre o fornecimento destes reagentes, um perfil de aquecimento pode ser obtido no qual uma temperatura elevada é alcançada rapidamente e mantida durante um período prolongado de tempo. Por exemplo, uma temperatura elevada de cerca de 30°C a cerca de 60°C, em algumas modalidades de cerca de 35°C a cerca de 55°C, e em algumas modalidades de cerca de 37°C a cerca de 43°C, pode ser obtida em 20 minutos ou menos, e em algumas modalidades, 10 minutos ou menos. Esta temperatura elevada pode ser substancialmente mantida durante pelo menos cerca de 1 hora, em algumas modalidades pelo menos cerca de 2 horas, em algumas modalidades 25

pelo menos cerca de 4 horas, e em algumas modalidades, pelo menos cerca de 10 horas (por exemplo, para uso durante a noite).

A composição exotérmica pode ser formada de uma variedade de componentes diferentes, incluindo metais oxidáveis, componentes de carbono, aglutinantes, sais eletrolíticos, e assim sucessivamente. Exemplos de tais metais incluem, mas não estão limitados a, ferro, zinco, alumínio, magnésio, e assim sucessivamente. Embora não requerido, o metal pode ser fornecido inicialmente em forma de pó para facilitar a manipulação e reduzir custos. Vários métodos para remover impurezas de um metal cru (por exemplo, ferro) para formar um pó incluem, por exemplo, técnicas de processamento de umidade, tal como extração de solvente, troca iônica, e refinamento eletrolítico para separação de elementos metálicos; processamento de gás hidrogênio (H_2) para remoção de elementos gasosos, tais como oxigênio e nitrogênio; métodos de refinação por fusão de zona flutuante. Utilizando tais técnicas, a pureza do metal pode ser pelo menos cerca de 95%, em algumas modalidades pelo menos cerca de 97%, e em algumas modalidades, pelo menos cerca de 99%. O tamanho de partícula do pó de metal pode ser da mesma forma menor de cerca de 500 micrômetros, em algumas modalidades menor de cerca de 100 micrômetros, e em algumas modalidades, menor de cerca de 50 micrômetros. O uso de tais partículas pequenas pode aumentar a superfície de contato do metal com ar, desse modo melhorando a probabilidade e eficiência da reação exotérmica desejada. A concentração do pó de metal utilizado

pode geralmente variar dependendo da natureza do pó de metal, e da extensão desejada da reação de oxidação/exotérmica. O pó de metal está presente na composição exotérmica em uma quantidade de cerca de 40 % em peso a cerca de 95% em peso, em algumas modalidades de cerca de 50% em peso a cerca de 90% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 60% em peso a cerca de 80% em peso.

Além de um metal oxidável, um componente de carbono pode da mesma forma ser utilizado na composição exotérmica da presente invenção. Sem pretender ser limitado na teoria, acredita-se que um tal componente de carbono promove a reação de oxidação do metal e age como um catalisador para gerar calor. O componente de carbono pode ser carbono ativado, negro de fumo, grafita, e assim sucessivamente. Quando utilizado, carbono ativado pode ser formado de serragem, madeira, carvão, turfa, lignito, carvão betuminoso, cascas de coco, etc. Algumas formas adequadas de carbono ativado e técnicas para formação destas são descritas nas Patentes U.S. Nos. 5.693.385 por Parks; 5.834.114 por Economy, e outro; 6.517.906 por Economy, e outro; 6.573.212 por McCrae, e outro. bem como Publicação do Pedido de Patente U.S. Nos. 2002/0141961 por Falat, e outro e 2004/0166248 por Hu, e outro, todos dos quais estão incorporados aqui em sua totalidade através de referência para todos os propósitos.

A composição exotérmica pode da mesma forma empregar um aglutinante para realçar a durabilidade da composição exotérmica quando aplicada a um substrato. O aglutinante pode da mesma forma servir como um adesivo para unir um subs-

trato a outro substrato. Em geral, qualquer de uma variedade de aglutinantes pode ser utilizada na composição exotérmica da presente invenção. Aglutinantes adequados podem incluir, por exemplo, aqueles que ficam insolúveis em água na reticulação. A reticulação pode ser obtido em uma variedade de maneiras, incluindo por reação do aglutinante com um agente de reticulação polifuncional. Exemplos de tais agentes de reticulação incluem, mas não são limitados a, dimetilol ureia melamina-formaldeído, uréia-formaldeído, epícloridrina de poli-
5 lamida, etc.
10

Em algumas modalidades, um látex de polímero pode ser empregado como o aglutinante. O polímero adequado para uso nos látex tipicamente tem uma temperatura de transição vítrea de cerca de 30°C ou menos de forma que a flexibilidade do substrato resultante não seja substancialmente restringido. Além disso, o polímero da mesma forma tipicamente tem uma temperatura de transição vítrea de cerca de -25°C ou mais para minimizar a viscosidade do látex de polímero. Por exemplo, em algumas modalidades, o polímero tem uma temperatura de transição vítrea de cerca de -15°C a cerca de 15°C,
15 e em algumas modalidades, de cerca de -10°C a cerca de 0°C. Por exemplo, alguns látex de polímero adequados que podem ser utilizados na presente invenção podem ser baseados em polímeros tais como, mas não estão limitados a, copolímeros de estireno-butadieno, homopolímeros de acetato de polivinila,
20 de estireno-butadieno, homopolímeros de acetato de polivinila, copolímeros de etileno de vinila-acetato, copolímeros acrílicos de vinila-acetato, copolímeros de etileno-cloreto de vinila, terpolímeros de etileno-cloreto de vinila-acetato

de vinila, polímeros de cloreto de polivinila acrílicos, polímeros acrílicos, polímeros de nitrila, e quaisquer outros polímeros de látex de polímero aniônico adequados conhecidos na técnica. A carga dos látexes de polímero descritos acima
5 pode ser variada facilmente, visto que é bem conhecida na técnica, utilizando-se um agente de estabilização tendo a carga desejada durante a preparação do látex de polímero. Técnicas específicas para um sistema de látex de carbono/polímero são descritas em mais detalhes na Patente U.S.
10 No. 6.573.212 por McCrae, e outro. Sistemas de látex de carbono/polímero ativado que podem ser utilizados na presente invenção incluem Nuchar® PMA, DPX-8433-68A, e DPX-8433-68B todos dos quais estão disponíveis de MeadWestvaco Corp of Stamford, Connecticut.

15 Se desejado, o látex de polímero pode ser reticulado empregando-se qualquer técnica conhecida na arte, tal como por aquecimento, ionização, etc. Preferivelmente, o látex de polímero é auto-reticulante visto que os agentes de reticulação externos (por exemplo, *N*-metilol acrilamida) não
20 são requeridos para induzir a reticulação. Especificamente, agentes de reticulação podem levar à formação de ligações entre o látex de polímero e o substrato ao qual é aplicado. Tal ligação pode às vezes interferir com a eficácia do substrato na geração de calor. Desse modo, o látex de polímero
25 pode estar substancialmente livre de agentes de reticulação. Látexes de polímero auto-reticulantes particularmente adequados são copolímeros de etileno-acetato de vinila disponíveis de Celanese Corp. de Dallas, Texas sob a designação

DUR-O-SET® Elite (por exemplo, PE-25220A). Alternativamente, um inibidor pode simplesmente ser empregado que reduz a extensão da reticulação, tais como descontaminantes de radical, metil hidroquinona, t-butilcatecol, agentes de controle de pH (por exemplo, hidróxido de potássio), etc.

Embora látexes de polímero possam ser utilizados como aglutinantes na presente invenção, tais compostos às vezes resultam em uma redução na capacidade de drapear e um aumento no odor residual. Desse modo, os presentes inventores descobriram que os polímeros orgânicos solúveis em água podem da mesma forma ser empregados como aglutinantes, sozinhos ou juntos com os látex de polímero, para aliviar tais relações. Por exemplo, uma classe de polímeros orgânicos solúveis em água constatada ser adequada na presente invenção é polissacarídeos e derivados destes. Polissacarídeos são polímeros que contêm unidades de carboidrato repetidas, que podem ser catiônicos, aniônicos, não iônicos e/ou anfotéricos. Em uma modalidade particular, o polissacarídeo é um éter celulósico não iônico, catiônico, aniônico e/ou anfotérico. Éteres celulósicos não iônicos adequados podem incluir, mas não são limitados a, éteres de alquil celulose, tal como metil celulose e etil celulose; éteres de hidroxialquil celulose, tal como hidroxietil celulose, hidroxipropil celulose, hidroxipropil hidroxibutil celulose, hidroxietil hidroxipropil celulose, hidroxietil hidroxibutil celulose e hidroxietil hidroxipropil hidroxibutil celulose; éteres de alquil hidroxialquil celulose, tal como metil hidroxietil celulose, metil hidroxipropil celulose, etil hidroxietil ce-

lulose, etil hidroxipropil celulose, metil etil hidroxietil celulose e metil etil hidroxipropil celulose; e assim sucessivamente.

Éteres celulósicos adequados podem incluir, por exemplo, aqueles disponíveis de Akzo Nobel de Stamford, Connecticut sob o nome "BERMOCOLL." Ainda outros éteres celulósicos adequados são aqueles disponíveis de Shi-Etsu Chemical Co., Ltd. de Tokyo, Japan sob o nome "METOLOSE", incluindo METOLOSE Tipo SM (metilcelulose), METOLOSE Tipo SH (hidroxipropilmetil celulose), e METOLOSE Tipo SE (hidroxietilmetil celulose). Um exemplo particular de um éter celulósico não iônico adequado é metilcelulose tendo um grau de substituição de metoxil (DS) de 1,8. O grau de substituição de metoxil representa o número médio de grupos de hidroxila presentes em cada unidade de anidroglicose que foi reagida, que pode variar entre 0 e 3. Um tal éter celulósico é METOLOSE SM-100 que é uma metilcelulose comercialmente disponível de Shin-Etsu Chemical Co., Ltd. Outros éteres celulósicos adequados estão da mesma forma disponíveis de Hercules, Inc. de Wilmington, Delaware sob o nome "CULMINAL."

A concentração da componente de carbono e/ou aglutinante na composição exotérmica pode geralmente variar com base nas propriedades desejadas do substrato. Por exemplo, a quantidade do componente de carbono é geralmente adaptada para facilitar a reação de oxidação/exotérmica sem afetar adversamente outras propriedades do substrato. Tipicamente, o componente de carbono está presente na composição exotérmica em uma quantidade de cerca de 0,01% em peso a cerca de

20% em peso, em algumas modalidades de cerca de 0,1% em peso a cerca de 15% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 1% em peso a cerca de 12% em peso. Além disso, embora concentrações de aglutinante relativamente altas podem fornecer propriedades físicas melhores para a composição exotérmica, elas podem igualmente ter um efeito adverso sobre outras propriedades, tal como a capacidade absorvente do substrato ao qual é aplicado. Ao contrário, concentrações de aglutinante relativamente baixas podem reduzir a capacidade da composição exotérmica permanecer afixada no substrato. Desse modo, na maioria das modalidades, o aglutinante está presente na composição exotérmica em uma quantidade de cerca de 0,01% em peso a cerca de 20% em peso, em algumas modalidades de cerca de 0,1% em peso a cerca de 10% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 0,5% em peso a cerca de 8% em peso.

Ainda outros componentes podem da mesma forma ser empregados na composição exotérmica da presente invenção. Por exemplo, como é bem conhecido na arte, um sal eletrolítico pode ser empregado para reagir com e remover qualquer (quaisquer) camada(s) de óxido de passivação que poderia(m) impedir de outra maneira o metal de oxidar. Sais eletrolíticos adequados podem incluir, mas não estão limitados a, sulfatos ou haletos de álcali, tais como cloreto de sódio, cloreto de potássio, etc.; sulfatos ou haletos alcalinos tais como cloreto de cálcio, cloreto de magnésio, etc., e assim sucessivamente. Quando empregado, o sal eletrolítico está tipicamente presente na composição exotérmica em uma

quantidade de cerca de 0,01% em peso a cerca de 10% em peso, em algumas modalidades de cerca de 0,1% em peso a cerca de 8% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 1% em peso a cerca de 6% em peso.

5 Além disso, partículas podem da mesma forma ser empregadas na composição exotérmica que age como retentores de umidade. Isto é, antes da reação de oxidação/exotérmica, estas partículas podem manter a umidade. Entretanto, depois que a reação foi processada até certo ponto e a concentração
10 de umidade é reduzida, as partículas podem liberar a umidade para permitir a reação continuar. Além de agir como um retentor de umidade, as partículas podem da mesma forma fornecer outros benefícios à composição exotérmica da presente invenção. Por exemplo, as partículas podem alterar a cor
15 preta normalmente associada com o componente de carbono e/ou pó de metal. Quando utilizado, o tamanho das partículas de retenção de umidade pode ser menor de cerca de 500 micrômetros, em algumas modalidades menor de cerca de 100 micrômetros, e em algumas modalidades, menor de cerca de 50 micrô-
20 metros. Da mesma maneira, as partículas podem ser porosas. Sem pretender ser limitadas através de teoria, acredita-se que partículas porosas podem fornecer uma passagem para o ar e/ou vapores de água para contatar melhor o pó de metal. Por exemplo, as partículas podem ter poros/canais com um diâmetro médio maior que cerca de 5 angströms, em algumas modali-
25 dades maiores que cerca de 20 angströms, e em algumas modalidades, maiores que cerca de 50 angströms. A área de superfície de tais partículas pode da mesma forma ser maior que

cerca de 15 metros quadrados por grama, em algumas modalidades maior que cerca de 25 metros quadrados por grama, e em algumas modalidades, maior que cerca de 50 metros quadrados por grama. Área de superfície pode ser determinada pelo método de adsorção de gás físico (B.E.T.) de Bruanauer, Emmet, e Teller, *Journal of American Chemical Society*, Vol. 60, 1938, pág. 309, com nitrogênio como o gás de adsorção.

Em uma modalidade particular, partículas de carbonato porosas (por exemplo, carbonato de cálcio) são empregadas para manter a umidade e da mesma forma alterar a cor preta normalmente associada com carbono ativada e/ou pó de metal. Um tal mudança de cor pode ser mais esteticamente agradável a um usuário, particularmente quando o revestimento é empregado sobre substratos projetados para uso do consumidor/pessoal. Partículas de carbonato de cálcio brancas adequadas estão comercialmente disponíveis tanto em forma de lama aquosa quanto seca de Omya, Inc. de Proctor, Vermont. Ainda outras partículas inorgânicas adequadas que podem manter a umidade incluem, mas não são limitadas a, silicatos, tais como silicato de cálcio, silicatos de alumina (por exemplo, pó de mica, argila, etc.), silicatos de magnésio (por exemplo, talco), quartzito, fluorita de silicato de cálcio, vermiculita, etc.; alumínio; sílica; e assim sucessivamente. A concentração das partículas pode variar, geralmente dependendo da natureza das partículas, e da extensão desejada de reação exotérmica e alteração de cor. Por exemplo, as partículas podem estar presentes na composição exotérmica em uma quantidade de cerca de 0,01% em peso a cerca

de 30% em peso, em algumas modalidades de cerca de 0,1% em peso a cerca de 20% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 1% em peso a cerca de 15% em peso.

Além dos componentes anteriormente mencionados, outros componentes, tais como surfactantes, ajustadores de pH, tinturas/pigmentos/tintas, modificadores de viscosidade, etc., podem da mesma forma ser incluídos no revestimento exotérmico da presente invenção. Modificadores de viscosidade podem ser empregados, por exemplo, para ajustar a viscosidade da formulação de revestimento com base no processo de revestimento desejado e/ou desempenho do substrato revestido. Modificadores de viscosidade adequados podem incluir gomas, tal como goma xantana. Aglutinantes, tais como os éteres celulósicos, podem da mesma forma funcionar como modificadores de viscosidade adequados. Quando empregados, tais componentes adicionais tipicamente constituem menos de cerca de 5 % em peso, em algumas modalidades menos de cerca de 2% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 0,001% em peso a cerca de 1% em peso do revestimento exotérmica.

Embora não necessariamente requerido, é normalmente desejado que a composição exotérmica seja revestida sobre um substrato que realiza outras funções do dispositivo térmico ou simplesmente age como o portador físico para a composição exotérmica. Qualquer tipo de substrato pode ser aplicado com a composição exotérmica de acordo com a presente invenção. Por exemplo, tecidos não trançados, tecidos trançado, tecidos tricotados, teia de papel, película, espumas, etc., podem ser aplicados com a composição exotérmica. Quan-

do utilizados, os tecidos não trançados podem incluir, mas não estão limitados a, teias não tecidas (abertas ou não abertas), teias sopradas por fusão, teias cardadas ligadas, teias trançadas por ar, teias de coforma, teias hidraulicamente emaranhadas, e assim sucessivamente. Tipicamente, os polímeros utilizados para formar o substrato têm uma temperatura de fusão ou abrandamento que é mais alto que a temperatura necessária para evaporar a umidade. Um ou mais componentes de tais polímeros pode(m) ter, por exemplo, uma temperatura de abrandamento de cerca de 100°C a cerca de 400°C, em algumas modalidades de cerca de 110°C a cerca de 300°C, e em algumas modalidades, de cerca de 120°C a cerca de 250°C. Exemplos de tais polímeros podem incluir, mas não estão limitados a, polímeros sintéticos (por exemplo, polietileno, polipropileno, tereftalato de polietileno, náilon 6, náilon 66, KEVLAR™, poliestireno sindiotático, poliésteres cristalinos líquidos, etc.); polímeros celulósicos (polpa de madeira macia, polpa de madeira dura, polpa termomecânica, etc.); combinações destes; e assim sucessivamente.

Para aplicar a composição exotérmica da presente invenção a um substrato, os componentes podem inicialmente ser dissolvidos ou dispersados em um solvente. Por exemplo, um ou mais dos componentes anteriormente mencionado pode(m) ser misturado(s) com um solvente, consecutivamente ou simultaneamente, para formar uma formulação de revestimento que pode ser aplicada facilmente a um substrato. Qualquer solvente capaz de dispersar ou dissolver os componentes é adequado, por exemplo, água; álcoois tal como etanol ou meta-

nol; dimetilformamida; dimetil sulfóxido; hidrocarbonetos tais como pentano, butano, heptano, hexano, tolueno e xileno; éteres tal como éter dietílico e tetraidrofurano; cetonas e aldeídos tais como acetona e metil etil cetona; ácidos tais como ácido acético e ácido fórmico; e solventes halogenados tais como diclorometano e tetracloreto de carbono; bem como misturas destes. Em uma modalidade particular, por exemplo, água é utilizada como o solvente de forma que uma formulação de revestimento aquosa seja formada. A concentração do solvente é geralmente alta o suficiente para inibir a oxidação do metal antes do uso. Especificamente, quando presente em uma concentração alta o suficiente, o solvente pode agir como uma barreira para impedir o ar de contatar prematuramente o metal oxidável. Se a quantidade de solvente é muito pequena, entretanto, a reação exotérmica pode ocorrer prematuramente. Da mesma maneira, se a quantidade de solvente for muito grande, a quantidade de metal depositado sobre o substrato pôde ser muito baixa para fornecer o efeito exotérmico desejado. Embora a concentração atual de solvente (por exemplo, água) empregada dependerá geralmente do tipo de metal oxidável e do substrato no qual é aplicado, está todavia presente em uma quantidade de cerca de 10% em peso a cerca de 80% em peso, em algumas modalidades de cerca de 20% em peso a cerca de 70% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 25% em peso a cerca de 60% em peso da formulação de revestimento.

A quantidade dos outros componentes adicionada à formulação de revestimento pode variar dependendo da quanti-

dade de calor desejada, a pegada úmida do método de aplicação utilizado, etc. Por exemplo, a quantidade do metal oxidável (em forma de pó) dentro da formulação de revestimento geralmente varia de cerca de 20% em peso a cerca de 80% em peso, em algumas modalidades de cerca de 30% em peso a cerca de 70% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 35% em peso a cerca de 60% em peso. Além disso, o componente de carbono pode constituir de cerca de 0,1% em peso a cerca de 20% em peso, em algumas modalidades de cerca de 0,1% em peso a cerca de 15% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 0,2% em peso a cerca de 10% em peso da formulação de revestimento. Aglutinantes podem constituir de cerca de 0,01% em peso a cerca de 20% em peso, em algumas modalidades de cerca de 0,1% em peso a cerca de 15% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 1% em peso a cerca de 10% em peso da formulação de revestimento. Sais eletrolíticos podem constituir de cerca de 0,01% em peso a cerca de 10% em peso, em algumas modalidades de cerca de 0,1% em peso a cerca de 8% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 1% em peso a cerca de 5% em peso da formulação de revestimento. Além disso, partículas de retenção de umidade (por exemplo, carbonato de cálcio) podem constituir de cerca de 2% em peso a cerca de 30% em peso, em algumas modalidades de cerca de 3% em peso a cerca de 25% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 4% em peso a cerca de 10% em peso da formulação de revestimento. Outros componentes, tais como surfactantes, ajustadores de pH, modificadores de viscosidade, etc., podem da mesma forma constituir de cerca de 0,001% em peso a cerca

de 5% em peso, em algumas modalidades de cerca de 0,01% em peso a cerca de 1% em peso, e em algumas modalidades de cerca de 0,02% em peso a cerca de 0,5% em peso da formulação de revestimento.

5 O teor de sólidos e/ou viscosidade da formulação de revestimento pode ser variado para alcançar a quantidade desejada de geração de calor. Por exemplo, a formulação de revestimento pode ter teor de sólidos de cerca de 30% a cerca de 80%, em algumas modalidades de cerca de 40% a cerca de 10 70%, e em algumas modalidades, de cerca de 50% a cerca de 60%. Através da variação do teor de sólidos da formulação de revestimento, a presença do pó de metal e outros componentes na composição exotérmica pode ser controlada. Por exemplo, para formar uma composição exotérmica com um nível mais alto 15 de pó de metal, a formulação de revestimento pode ser fornecida com um teor de sólidos relativamente alto de forma que uma porcentagem maior do pó de metal seja incorporada na composição exotérmica durante o processo de aplicação. Além disso, a viscosidade da formulação de revestimento pode da 20 mesma forma variar dependendo do método de revestimento e/ou tipo de aglutinante utilizado. Por exemplo, viscosidades mais baixas podem ser empregadas por técnicas de revestimento por saturação (por exemplo, revestimento por imersão), enquanto viscosidades mais altas podem ser empregadas para 25 técnicas de revestimento por gotejamento. Geralmente, a viscosidade é menor que cerca de 2×10^6 centipoise, em algumas modalidades menor que cerca de 2×10^5 centipoise, em algumas modalidades menor que cerca de 2×10^4 centipoise, e em

algumas modalidades, menor que cerca de 2×10^3 centipoise, tal como medido com um viscosímetro Brookfield DV-1 com um fuso de LV. Se desejado, espessantes ou outros modificadores de viscosidade podem ser empregados na formulação de revestimento para aumentar ou diminuir a viscosidade.

A formulação de revestimento pode ser aplicada a um substrato utilizando-se qualquer técnica convencional, tais como técnicas com barra, cilindro, faca, cortina, tinta (por exemplo, rotogravura), spray, matriz com fenda, revestimento por gotejamento, ou revestimento por imersão. Os materiais que formam o substrato (por exemplo, fibras) podem ser revestidos antes e/ou depois da incorporação no substrato. O revestimento pode ser aplicado a uma ou ambas superfícies do substrato. Por exemplo, a composição exotérmica pode estar presente em uma superfície do substrato que é oposta àquela faceando o consumidor ou usuário para evitar a possibilidade de queimar. Além disso, a formulação de revestimento pode cobrir uma superfície inteira do substrato, ou pode cobrir apenas uma porção da superfície. Ao aplicar a composição exotérmica às superfícies múltiplas, cada superfície pode ser revestida consecutivamente ou simultaneamente.

Embora a maneira na qual o revestimento é aplicado, o substrato térmico resultante é aquecido tipicamente a uma certa temperatura para remover o solvente e qualquer umidade do revestimento. Por exemplo, o substrato térmico pode ser aquecido a uma temperatura de pelo menos cerca de 100°C , em algumas modalidades em pelo menos cerca de 110°C , e em algumas modalidades, pelo menos cerca de 120°C . Desta

maneira, a composição exotérmica seca resultante é anidrosa, isto é, geralmente livre de água. Minimizando-se a quantidade de umidade, a composição exotérmica é menos provável de reagir prematuramente e gerar calor. Isto é, o metal oxidável geralmente não reage com oxigênio a menos que alguma quantidade mínima de água esteja presente. Assim, a composição exotérmica pode permanecer inativa até que colocada nos arredores da umidade (por exemplo, junto a uma camada que contém umidade) durante o uso. Deveria ser entendido, entretanto, que quantidades relativamente pequenas de água ainda podem estar presentes na composição exotérmica sem causar uma reação exotérmica significativa. Em algumas modalidades, por exemplo, a composição exotérmica contém água em uma quantidade menos que cerca de 0,5% em peso, em algumas modalidades menos que cerca de 0,1% em peso, e em algumas modalidades, menos que cerca de 0,01% em peso.

O nível de adição de sólidos da composição exotérmica pode da mesma forma ser variado quando desejado. O "nível de adição de sólidos" é determinado subtraindo-se o peso do substrato não tratado do peso do substrato tratado (depois da secagem), dividindo-se este peso calculado pelo peso do substrato não tratado, e multiplicando-se em seguida por 100%. Níveis de adição mais baixos podem otimizar certas propriedades (por exemplo, absorvência), enquanto níveis de adição mais altos podem otimizar a geração de calor. Em algumas modalidades, por exemplo, o nível de adição é de cerca de 100% a cerca de 5000%, em algumas modalidades de cerca de 200% a cerca de 2400%, e em algumas modalidades, de cerca de

400% a cerca de 1200%. A espessura da composição exotérmica podem da mesma forma variar. Por exemplo, a espessura pode variar de cerca de 0,01 milímetro a cerca de 5 milímetros, em algumas modalidades, de cerca de 0,01 milímetro a cerca de 3 milímetro, e em algumas modalidades, de cerca de 0,1 milímetro a cerca de 2 milímetro. Em alguns casos, um revestimento relativamente fino pode ser empregado (por exemplo, de cerca de 0.01 milímetro a cerca de 0,5 milímetro). Um tal revestimento fino pode realçar a flexibilidade do substrato, enquanto ainda fornecendo-se o aquecimento uniforme.

Para manter a absorvência, porosidade, flexibilidade, e/ou alguma outra característica do substrato, pode às vezes ser desejado aplicar a composição exotérmica para cobrir menos que 100%, em algumas modalidades de cerca de 10% a cerca de 80%, e em algumas modalidades, de cerca de 20% a cerca de 60% da área de uma ou mais superfícies do substrato. Por exemplo, em uma modalidade particular, a composição exotérmica é aplicada ao substrato em um padrão pré-selecionado (por exemplo, padrão reticular, grades em forma de diamante, pontos e assim sucessivamente). Embora não requerida, uma tal composição exotérmica padronizada pode fornecer aquecimento suficiente ao substrato sem cobrir uma porção significativa da área da superfície do substrato. Isto pode ser desejado para otimizar a flexibilidade, absorvência, ou outras características do substrato. Deveria ser entendido, entretanto, que o revestimento pode ser aplicado da mesma forma uniformemente a uma ou mais superfícies do substrato. Além disso, uma composição exotérmica padronizada

pode da mesma forma fornecer funcionalidade diferente a cada zona. Por exemplo, em uma modalidade, o substrato é tratado com dois ou mais padrões de regiões cobertas que podem ou não podem sobrepor. As regiões podem estar nas mesmas ou em diferentes superfícies do substrato. Em uma modalidade, uma região de um substrato é revestida com uma primeira composição exotérmica, enquanto outra região é revestida com uma segunda composição exotérmica. Se desejada, uma região pode fornecer uma quantidade diferente de calor que outra região.

10 Além de ter benefícios funcionais, o substrato térmico pode da mesma forma ter vários benefícios estéticos também. Por exemplo, embora contendo carbono ativado, o substrato térmico pode ser feito sem a cor preta geralmente associada com carbono ativado. Em uma modalidade, partículas de cor leve ou branca (por exemplo, carbonato de cálcio, dióxido de titânio, etc.) são empregadas na composição exotérmica de forma que o substrato resultante tenha uma cor cinzenta ou azulada. Além disso, vários pigmentos, tinturas, e/ou tintas podem ser empregadas para alterar a cor da composição exotérmica. O substrato pode da mesma forma ser aplicado com regiões padronizadas da composição exotérmica para formar um substrato que tem regiões diferentemente coloridas.

25 Outros substratos podem da mesma forma ser empregados para melhorar as propriedades exotérmicas do substrato térmico. Por exemplo, um primeiro substrato térmico pode ser empregado junto com um segundo substrato térmico. Os substratos podem funcionar juntos para fornecer calor a uma su-

perfície, ou pode cada qual fornecer calor à superfícies diferentes. Além disso, substratos podem ser empregados os quais não são aplicados com a composição exotérmica da presente invenção, mas ao invés de aplicados com um revestimen-
5 to que simplesmente facilita a reatividade da composição exotérmica. Por exemplo, um substrato pode ser empregado próximo ou adjacente ao substrato térmico da presente invenção que inclui um revestimento de partículas de retenção de umidade. Como descrito acima, as partículas de retenção de umi-
10 dade podem reter e libertar umidade para ativar a reação exotérmica.

Como indicado acima, umidade e oxigênio são fornecidos à composição exotérmica para ativar a composição exotérmica. Para fornecer o perfil de aquecimento desejado, a taxa à qual a umidade é permitida contatar a composição exotérmica é seletivamente controlado de acordo com a presente invenção. Isto é, se muita umidade é fornecida dentro de um determinado período de tempo, a reação exotérmica pode produzir uma quantidade excessiva de calor que esquenta demais
15 ou queima o usuário. Por outro lado, se muito pouca umidade é fornecida dentro de um determinado período de tempo, a reação exotérmica pode não ser ativada suficientemente. A taxa de aplicação desejada pode, é claro, ser obtida aplicando-se
20 manualmente a quantidade desejada de umidade, por exemplo, através da mão ou com o auxílio de equipamento externo, tal como uma seringa. Alternativamente, o próprio dispositivo térmico pode conter um mecanismo para controlar a taxa de liberação de umidade.

Uma técnica para empregar o dispositivo térmico como um mecanismo para controlar a taxa de aplicação de umidade envolve o uso de uma camada de sustentação de umidade. A camada de sustentação de umidade pode ser empregada no dispositivo térmico para sustentar a umidade e controlavel-mente liberá-la à composição exotérmica durante um período prolongado de tempo. A camada de sustentação de umidade pode incluir uma teia absorvente formada empregando-se qualquer técnica, tal como uma técnica de formação seca, uma técnica de trançamento por ar, uma técnica de cardação, uma técnica soprada por fusão ou não tecida, uma técnica de formação de umidade, uma técnica de formação de espuma, etc. Em um processo de trançamento por ar, por exemplo, pacotes de fibras pequenas que têm comprimentos típicos que variam de cerca de 3 a cerca de 19 milímetros são separados e arrastados em um fornecimento de ar e em seguida depositados sobre uma tela formadora, normalmente com a ajuda de um fornecimento de vácuo. As fibras aleatoriamente depositadas são em seguida unidas uma a outra utilizando-se, por exemplo, ar quente ou um adesivo.

A camada de sustentação de umidade tipicamente contém fibras celulósicas, tais como fibras de polpa de felpa naturais e/ou sintéticas. As fibras de polpa de felpa podem ser polpas de kraft, polpas de sulfito, polpa termomecânica, etc. além disso, as fibras de polpa de felpa podem incluir polpa de comprimento de fibra alto-médio, polpa de comprimento de fibra baixo-médio ou misturas dos mesmos. Um exemplo de fibras de polpa de felpa de comprimento alto-

médio adequadas incluem fibras de polpa de *kraft* de madeira macia. Fibras de polpa de *kraft* de madeira macia são derivadas de árvores coníferas e incluem fibras de polpa tais como, mas não limitadas às espécies de madeira macia do norte, oeste e sul, incluindo sequóia canadense, cedro vermelho, cicutá, abeto de Douglas, abetos verdadeiros, pinheiro (por exemplo, pinheiros do sul), espruce (por exemplo, espruce preto), combinações destes, e assim sucessivamente. Fibras de polpa de *kraft* de madeira macia do norte podem ser utilizadas na presente invenção. Um exemplo de fibras de polpa de *kraft* de madeira macia do sul comercialmente disponíveis adequadas para uso na presente invenção inclui aquelas disponíveis de Weyerhaeuser Company com escritórios em Way Federal, Washington sob a designação comercial de "NB-416". Outro tipo de polpa de felpa que pode ser utilizada na presente invenção é identificada com a designação comercial CR1654, disponível de U.S. Alliance of Childersburg, Alabama, e é uma polpa de madeira de sulfato altamente absorvente, alvejada que contém principalmente fibras de madeira macia. Ainda outra polpa de felpa adequada para uso na presente invenção é uma polpa de madeira de sulfato, alvejada que contém principalmente fibras de madeira macia que estão disponíveis de Bowater Corp. com escritórios em Greenville, South Carolina sob o nome comercial CoosAbsorb S. pulp. Fibras de comprimento baixo-médio podem da mesma forma ser utilizadas na presente invenção. Um exemplo de fibras de polpa de comprimento baixo-médio adequadas é fibras de polpa de *kraft* de madeira dura. Fibras de polpa de *kraft* de madeira

dura são derivadas de árvores decíduas e incluem fibras de polpa tal como, mas não limitadas a, eucalipto, bordo, bétula, álamo tremedor, etc. Fibras de polpa de *kraft* de eucalipto podem ser desejadas particularmente para aumentar a
5 suavidade, realçar o brilho, aumentar a opacidade, e mudar a estrutura do poro da folha para aumentar sua capacidade de absorvência.

Se desejado, a camada de sustentação de umidade pode da mesma forma conter fibras sintéticas, tais como fi-
10 bras de monocomponente e multicomponente (por exemplo, bicomponente). Fibras de multicomponente são fibras formadas de pelo menos dois polímeros termoplásticos que são extrusados de extrusores separados, mas girados juntos para formar uma fibra. Em uma fibra de multicomponente de bainha/núcleo,
15 um primeiro componente de polímero é cercado por um segundo componente de polímero. Os polímeros das fibras de multicomponente são organizados em zonas distintas substancialmente constantemente distintas pelo corte transversal da fibra e estendem-se continuamente ao longo do comprimento das fi-
20 bras. Várias combinações de polímeros para a fibra de multicomponente podem ser úteis na presente invenção, mas o primeiro componente de polímero derrete tipicamente em uma temperatura mais baixa que a temperatura de fusão do segundo componente de polímero. DA fusão do primeiro componente de
25 polímero permite as fibras formar uma estrutura esquelética pegajosa, que no resfriamento, captura e liga muitas das fibras de polpa. Tipicamente, os polímeros das fibras de multicomponente são feitos de materiais termoplásticos diferen-

tes, tais como fibras de bicomponente de poliolefina/poliéster (bainha/núcleo) em que a poliolefina (por exemplo, bainha de polietileno) derrete em uma temperatura menor que a do núcleo (por exemplo, poliéster). Polímeros

5 termoplásticas exemplares incluem poliolefinas (por exemplo, polietileno, polipropileno, polibutileno e copolímeros destes), politetrafluoroetileno, poliésteres (por exemplo, tereftalato de polietileno), acetato de polivinila, acetato de cloreto de polivinila, polivinil butiral, resinas acrílicas

10 (por exemplo, poliacrilato, polimetilacrilato, e polimetilmetacrilato), poliamidas (por exemplo, fibra sintética), cloreto de polivinila, cloreto de polivinilideno, poliestireno, álcool polivinílico, poliuretanos, resina celulósica (por exemplo, nitrato celulósico, acetato celulósico, butirato de acetato celulósico e etil celulose), e copolímeros

15 de quaisquer destes materiais acima, tais como copolímeros de etileno-acetato de vinila, copolímeros de etileno-ácido acrílico, copolímeros de bloco de estireno-butadieno, e assim sucessivamente.

20 A camada de sustentação de umidade pode da mesma forma incluir um material super-absorvente, tais como materiais natural, sintético e natural modificado. Materiais super-absorbentes são materiais dilatáveis em água capazes de absorver pelo menos cerca de 20 vezes seu peso e, em alguns

25 casos, pelo menos cerca de 30 vezes seu peso em uma solução aquosa que contém 0,9 por cento em peso de cloreto de sódio. Exemplos de polímeros de material super-absorventes sintéticos incluem o metal alcalino e sais de amônio de ácido poli-

acrílico e ácido polimetacrílico, poliacrilamidas, éteres polivinílicos, copolímeros de anidrido maléico com éteres de vinila e alfa-olefinas, vinil polipirrolidona, polivinilmorfolinona, álcool polivinílico, e misturas e copolímeros destes. Outros materiais super-absorventes incluem polímeros naturais e naturais modificados, tais como acrilonitrila hidrolizada-amido enxertado, amido enxertado de ácido acrílico, metil celulose, quitosana, carboximetil celulose, hidroxipropil celulose, e as gomas naturais, tais como alginatos, goma xantana, goma de feijão alfarrobeira e assim sucessivamente. Misturas de polímeros super-absorventes naturais e completamente ou parcialmente sintéticos podem da mesma forma ser úteis na presente invenção. Outros materiais de gelificação absorventes adequados são descritos nas Patentes U.S. Nos. 3.901.236 por Assarsson e outro; 4.076.663 por Masuda e outro; e 4.286.082 por Tsubakimoto e outro, que estão incorporadas aqui em sua totalidade através de referência a estes para todos os propósitos.

Quando utilizado, o material super-absorvente pode constituir de cerca de 1% em peso a cerca de 40% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 5% em peso a cerca de 30% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 10% em peso a cerca de 25% em peso da camada de sustentação de umidade (em uma base seca). Da mesma maneira, fibras de multicomponente podem constituir de cerca de 1% em peso a cerca de 30% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 2% em peso a cerca de 20% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 5% em peso a cerca de 15% em peso da camada de sustentação de umi-

dade (em uma base seca). As fibras celulósicas podem consti-
tuir da mesma forma até 100% em peso, em algumas modalidades
de cerca de 50% em peso a cerca de 95% em peso, e em algumas
modalidades, de cerca de 65% em peso a cerca de 85% em peso
5 da camada de sustentação de umidade (em uma base seca).

De acordo com a presente invenção, foi descoberto
que a taxa de evaporação de umidade da camada de sustentação
de umidade pode ser controlada para alcançar o perfil de a-
quecimento desejado. Controlando-se a taxa de evaporação, a
10 quantidade desejada de umidade pode ser liberada à composi-
ção exotérmica dentro de um determinado período de tempo.
Por exemplo, é normalmente desejado que a "taxa de evapora-
ção" média de umidade da camada de sustentação de umidade
seja de cerca de 0,05% a cerca de 0,5%, em algumas modalida-
15 des de cerca de 0,10% a cerca de 0,25%, e em algumas modali-
dades, de cerca de 0,15% a cerca de 0,20% por minuto. A "ta-
xa de evaporação" é determinada medindo-se o peso da camada
de sustentação de umidade em um certo momento, subtraindo-se
este peso medido do peso úmido inicial da camada, dividindo-
20 se este valor pelo peso úmido inicial e em seguida multipli-
cando-se por 100. As taxas de evaporação são calculadas por
vários tempos diferentes e em seguida são calculadas a mé-
dia. A taxa de evaporação é determinada na presente invenção
em uma umidade relativa de 51% e temperatura de cerca de
25 22°C. Deveria ser entendido que esta umidade relativa e con-
dições de temperatura são condições "iniciais" visto que e-
las podem variar durante o teste devido à presença aumentada
de vapor de água na atmosfera.

BIO619014-6

Em algumas modalidades, a taxa de evaporação dese-
da de umidade é obtida através do controle da natureza da so-
lução aquosa aplicada à camada de sustentação de umidade. Isto
é, os presentes inventores descobriram que a aplicação de ape-
5 nas água (pressão de vapor de 23,7 mm Hg (3,16 KPa) a 25°C) à
camada de sustentação de umidade pode às vezes resultar em uma
taxa de evaporação muito grande. Desse modo, um soluto pode
ser adicionado à solução aquosa para reduzir sua pressão de
vapor, isto é, a tendência das moléculas de água evaporar. A
10 25°C, por exemplo, o soluto pode ser adicionado de forma que a
solução aquosa adicionada à camada de sustentação de umidade
tenha uma taxa de evaporação menor que 23,7 mm Hg (3,16 KPa),
em algumas modalidades menos que cerca de 23,2 mm Hg (3,09
KPa), e em algumas modalidades, de cerca de 20,0 mm Hg (2,67
15 KPa) a cerca de 23,0 mm Hg (3,07 KPa). Uma classe particular-
mente adequada de solutos inclui sais de metal orgânicas e/ou
inorgânicas. Os sais de metal podem conter cátions monovalen-
tes (por exemplo, Na⁺), divalentes (por exemplo, Ca²⁺), e/ou
polivalentes. Exemplos de cátions de metal preferidos incluem
20 os cátions de sódio, potássio, cálcio, alumínio, ferro, magné-
sio, zircônio, zinco, e assim sucessivamente. Exemplos de ân-
ions preferidos incluem haletos, cloridratos, sulfatos, ci-
tratos, nitrato, acetato, e assim sucessivamente. Exemplos
particulares de sais de metal adequados incluem cloreto de só-
25 dio, brometo de sódio, cloreto de potássio, brometo de potás-
sio, cloreto de cálcio, etc. A concentração atual do soluto na
solução aquosa pode variar, dependendo da natureza do soluto, da
configuração particular do dispositivo térmico, e do perfil de

aquecimento desejado. Por exemplo, o soluto pode estar presente na solução aquosa em uma quantidade de cerca de 0,1% em peso a cerca de 25% em peso, em algumas modalidades de cerca de 1% em peso a cerca de 20% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 5% em peso a cerca de 15% em peso da solução.

Além de controlar aspectos da solução aquosa, a própria camada de sustentação de umidade pode ser seletivamente adaptada para alcançar a taxa de evaporação desejada. Por exemplo, os presentes inventores descobriram que as camadas de sustentação de umidade tendo uma densidade de relativamente baixa e o peso de base tende a liberar uma quantidade muito grande de umidade em comparação àquelas que têm uma densidade e peso de base mais altos. Sem pretender ser limitado por teoria, acredita-se que tais teias de peso de base alto e densidade alta podem ter uma porosidade mais baixa, tornando-se mais difícil para a umidade escapar da camada durante um período prolongado de tempo. Desse modo, em uma modalidade da presente invenção, a camada de sustentação de umidade (por exemplo, teia trançada por ar) pode ter uma densidade de cerca de 0,01 a cerca de 0,50, em algumas modalidades de cerca de 0,05 a cerca de 0,25, e em algumas modalidades, de cerca de 0,05 a cerca de 0,15 grama por centímetros cúbicos (g/cm^3). A densidade é baseado na massa seca em forno da amostra e uma medida de espessura feita em uma carga de 0,34 kilopascals (kPa) com um rolo de impressão circular de 7,62 cm de diâmetro em 50% de umidade relativa e 23°C. Além disso, o peso de base da camada de sustentação de

umidade pode ser de cerca de 50 a cerca de 500 gramas por metro quadrado ("glm²"), em algumas modalidades de cerca de 100 a cerca de 300 glm², e em algumas modalidades, de cerca de 150 a cerca de 300 glm².

5 Outras técnicas podem da mesma forma podem ser empregadas para alcançar a taxa de evaporação desejada de umidade da camada de sustentação de umidade. Por exemplo, materiais super-absorventes são capazes de dilatar-se na presença de uma solução aquosa. A dilatação aumenta a capacidade
10 de absorção da camada de sustentação de umidade, mas também reduz a taxa de evaporação de umidade quando os materiais exibem uma maior tendência a "sustentar-se sobre" as moléculas de água. Desse modo, a taxa de evaporação pode ser aumentada reduzindo-se o grau de dilatação. Uma técnica para
15 reduzir o grau de dilatação de um material super-absorvente envolve a redução da temperatura da solução aquosa abaixo da temperatura ambiente, tal como menor que cerca de 25°C, e em algumas modalidades, de cerca de 5°C a cerca de 20°C. O grau de dilatação do material super-absorvente pode da mesma forma
20 ser reduzido através da incorporação de um ou mais compostos iônicos na solução aquosa para aumentar sua resistência iônica. Os compostos iônicos podem ser os mesmos como os solutos descritos acima. A "resistência iônica" de uma solução pode ser determinada de acordo com a equação seguinte:

25
$$I = 0,5 * \sum z_i^2 * m_i$$

em que z_i o fator de valência; e

m_i é a concentração. Por exemplo, a resistência iônica de uma solução que contém 1 molar de cloreto de cálcio e 2 mo-

lares de cloreto de sódio é "3" e determinado como segue:

$$I = 0,5 * [(2^2 * 1) + (1^2 * 2)] = 3$$

Sem pretender estar limitado através de teoria, acredita-se que materiais super-absorventes têm uma atmosfera de contra-íon que cerca a cadeia principal iônica das cadeias de polímero que desmorona quando sua resistência iônica é aumentada. Especificamente, a atmosfera de contra-íon é feita de íons de carga oposta às cargas ao longo da cadeia principal de um polímero super-absorvente e está presente no composto iônico (por exemplo, cátions de sódio ou potássio que cerca os ânions de carboxilato distribuídos ao longo da cadeia principal de um polímero aniônico de poliacrilato). Quando a concentração de íons que contatam o polímero super-absorvente aumenta, o gradiente de concentração de íon na fase líquida do exterior para o interior do polímero começa a diminuir e a espessura da atmosfera de contra-íon ("espessura de Debye") pode ser reduzida de cerca de 20 nanômetros (em água pura) a cerca de 1 nanômetro ou menos. Quando a atmosfera de contra-íon é altamente estendida, os contra-íons são mais osmoticamente ativos e, portanto, promovem um grau mais alto de absorvência líquida. Ao contrário, quando a concentração de íon no líquido absorvido aumenta, a atmosfera de contra-íon desmorona e a capacidade de absorção é diminuída. Como um resultado da redução na capacidade de absorção, o material super-absorvente exibe menos de uma tendência a sustentar as moléculas de água, desse modo permitindo sua liberação à composição exotérmica.

O dispositivo térmico pode da mesma forma empregar

uma camada respirável que é impermeável a líquidos, mas permeável a gases. Este permite o fluxo de vapor de água e ar ativar a reação exotérmica, mas impede uma quantidade excessiva de líquidos de contatar o substrato térmico, que poderia suprimir a reação ou resultar em uma quantidade excessiva de calor que esquenta ou queima demais o usuário. A camada respirável pode geralmente ser formada de uma variedade de materiais como é bem conhecido na técnica. Por exemplo, a camada respirável pode conter uma película respirável, tal como uma película microporosa ou monolítica. A película pode ser formada de um polímero de poliolefina, tal como polipropileno ou polietileno de baixa densidade, linear (LLDPE). Exemplos de polímeros de poliolefina predominantemente lineares incluem, sem limitação, polímeros produzidos dos seguintes monômeros: etileno, propileno, 1-buteno, 4-metilpenteno, 1-hexeno, 1-octeno e olefinas superiores bem como copolímeros e terpolímeros do anterior. Além disso, copolímeros de etileno e outras olefinas incluindo buteno, 4-metil-penteno, hexeno, hepteno, octeno, deceno, etc., é da mesma forma exemplos de polímeros de poliolefina predominantemente lineares.

Se desejado, a película respirável pode conter um polímero elastomérico, tais como poliésteres elastoméricos, da mesma forma poliuretanos elastoméricos, poliamidas elastoméricas, poliolefinas elastoméricas, copolímeros elastoméricos, e assim sucessivamente. Exemplos de copolímeros elastoméricos incluem copolímeros de bloco que tem a fórmula geral A-B-A' ou A-B, em que A e A' é cada qual um bloco final

de polímero termoplástico que contém uma porção estirênica (por exemplo, poli(vinil areno)) e em que B é um meio bloco de polímero elastômero, tal como um dieno conjugado ou um polímero de alceno inferior (por exemplo, copolímeros de bloco de poliestireno-poli(etileno-butileno)-poliestireno). Da mesma forma adequados são polímeros compostos de um copolímero de tetrabloco de A-B-A-B, tal como discutido na Patente U.S. No. 5.332.613 por Taylor, e outro, que está incorporada aqui em sua totalidade através de referência a estes para todos os propósitos. Um exemplo de um tal copolímero de tetrabloco é um copolímero de bloco de estireno-poli(etileno-propileno)-estireno-poli(etileno-propileno) ("S-EP-S-EP"). Copolímeros de A-B-A' e A-B-A-B incluem várias formulações diferentes de Kraton Polymers of Houston, Texas sob a designação comercial KRATON®. Copolímeros de bloco KRATON® estão disponíveis em várias formulações diferentes, vários dos quais são identificados nas Patentes U.S. Nos. 4.663.220, 4.323.534, 4.834.738, 5.093.422 e 5.304.599, que estão aqui incorporadas em sua totalidade através de referência a estes para todos os propósitos. Outros copolímeros de bloco comercialmente disponíveis incluem o S-EP-S ou copolímero elastomérico de estireno-poli(etileno-propileno)-estireno disponível de Kuraray Company, Ltd. de Okayama, Japan, sob o nome comercial SEPTON®.

Exemplos de poliolefinas elastoméricas incluem polietilenos e polipropilenos elastoméricos de densidade ultra baixa, tais como aqueles produzidos através de métodos de catálise de "metaloceno" ou de "sítio único". Tais polímeros

de olefina elastoméricos estão comercialmente disponíveis de ExxonMobil Chemical Co. Houston, Texas sob as designações comerciais ACHIEVE® (com base em propileno), EXACT® (com base em etileno), e EXCEED® (com base em etileno). Polímeros

5 de olefina elastoméricos estão da mesma forma comercialmente disponíveis de DuPont Dow Elastômeros, LLC (um perigo de junção entre DuPont e a Dow Chemical Co.) sob a designação comercial ENGAGE® (com base em etileno) e AFFINITY® (com base em etileno). Exemplos de tais polímeros são da mesma forma

10 descritos nas Patentes U.S. Nos. 5.278.272 e 5.272.236 por Lai, e outro, que estão incorporadas aqui em sua totalidade através de referência a estes para todos os propósitos. Da mesma forma úteis são certos polipropilenos elastoméricos, tal como descrito nas Patentes U.S. Nos. 5.539.056 por

15 Yang, e outro e 5.596.052 por Resconi, e outro, que estão incorporadas aqui em sua totalidade através de referência a estes para todos os propósitos.

Se desejado, misturas de dois ou mais polímeros podem da mesma forma ser utilizadas para formar a película

20 respirável. Por exemplo, a película pode ser formada a partir de uma mistura de um elastômero de alto desempenho e um elastômero de baixo desempenho. Um elastômero de alto desempenho é geralmente um elastômero tendo um nível baixo de histerese, tal como menor do que cerca de 75%, e em algumas

25 modalidades, menor do que cerca de 60%. Igualmente, um elastômero de baixo desempenho é geralmente um elastômero tendo um nível alto de histerese, tal como maior do que cerca de 75%. O valor de histerese pode ser determinado primeiro pro-

longando-se uma amostra a um prolongamento final de 50% e em seguida permitindo a amostra retratar-se a uma quantidade onde a quantidade de resistência é zero. Elastômeros de alto desempenho particularmente adequados podem incluir copolímeros de bloco com base estirênica, tal como descrito acima e comercialmente disponíveis de Kraton Polymers of Houston, Texas sob a designação comercial KRATON®. Da mesma forma, elastômeros de baixo desempenho particularmente adequados incluem poliolefinas elastoméricas, tais como poliolefinas catalisadas por metaloceno (por exemplo, polietileno de densidade baixa linear catalisado por metaloceno de único sítio) comercialmente disponível de DuPont Dow Elastomers, LLC sob a designação comercial AFFINITY®. Em algumas modalidades, o elastômero de alto desempenho pode constituir-se de cerca de 25% em peso a cerca de 90% em peso do componente de polímero da película, e elastômero de baixo desempenho pode igualmente constituir-se a partir de cerca de 10% em peso a cerca de 75% em peso do componente de polímero da película. Outros exemplos de uma tal mistura de elastômero de alto desempenho / baixo desempenho são descritos na Patente U.S. No. 6.794.024 por Walton, e outro, que está incorporada aqui em sua totalidade através de referência a esta para todos os propósitos.

Como declarado, a película respirável pode ser microporosa. Os microporos formam-se os quais são frequentemente referidos como trilhas tortuosas através da película. Líquido que contata um lado da película não tem uma passagem direta através da película. No lugar, uma rede de canais mi-

croporosos na película impede os líquidos de passar, porém permite os gases e vapor de água passar. Películas microporosas podem ser formadas a partir de um polímero e uma carga (por exemplo, carbonato de cálcio). Cargas são particulados ou outras formas de material que podem ser adicionados à combinação de extrusão de polímero de película e que não interferirão quimicamente com a película extrusada, porém que podem ser uniformemente dispersas através da película. Geralmente, em uma base de peso seco, com base no peso total da película, a película inclui de cerca de 30% a cerca de 90% em peso de um polímero. Em algumas modalidades, a película inclui de cerca de 30% a cerca de 90% em peso de uma carga. Exemplos de tais películas são descritos nas Patentes U.S. Nos. 5.843.057 por McCormack; 5.855.999 por McCormack; 5.932.497 por Morman, e outro; 5.997.981 por McCormack e outro; 6.002.064 por Kobylivker, e outro; 6.015.764 por McCormack, e outro; 6.037.281 por Mathis, e outro; 6.111.163 por McCormack, e outro; e 6.461.457 por Taylor, e outro, que estão incorporadas aqui em sua totalidade através de referência a estas para todos os propósitos.

As películas são geralmente tornadas respiráveis estendendo-se as películas preenchidas para criar as passagens microporosas quando o polímero rompe a longo da carga (por exemplo, carbonato de cálcio) durante a extensão. Por exemplo, o material respirável contém uma película afinada por extensão que inclui pelo menos dois componentes básicos, isto é, um polímero de poliolefina e carga. Estes componentes são misturados juntos, aquecidos, e em seguida extrusa-

dos em uma camada de película utilizando-se qualquer um dentre uma variedade de processos de produção de película conhecidos por aqueles de experiência ordinária na técnica de processamento de película. Tais processos de preparação de película incluem, por exemplo, processos de película soprada, por fundição simples e por resfriamento e moldada por fundição.

Outro tipo de película respirável é uma película monolítica que é uma película contínua, não porosa, que por causa de sua estrutura molecular, é capaz de formar uma barreira impermeável a líquido, permeável a vapor. Entre as várias películas poliméricas que incluem-se neste tipo incluem películas feitas a partir de uma quantidade suficiente de poli(álcool vinílico), acetato de polivinila, álcool etileno vinílico, poliuretano, acrilato de etileno metila, e ácido etileno metil acrílico para torná-las respiráveis. Sem pretender ser sustentada por um mecanismo particular de operação, acredita-se que películas feitas a partir de tais polímeros solubilizam moléculas de água e permitem o transporte dessas moléculas de uma superfície da película à outra. Desta maneira, estas películas podem ser suficientemente contínuas, isto é, não porosas, para torná-las substancialmente impermeáveis a líquido, porém, ainda permitem a permeabilidade ao vapor.

Películas respiráveis, tal como descrito acima, podem constituir o material respirável inteiro, ou podem ser parte de uma película de multicamada. Películas de multicamada podem ser preparadas através da co-extrusão de película

fundida ou soprada das camadas, através de revestimento por extrusão, ou por qualquer processo de formação de camadas convencional. Além disso, outros materiais respiráveis que podem ser adequados para uso na presente invenção são descritos nas Patentes U.S. Nos. 4.341.216 por Obenour; 4.758.239 por Yeo, e outro; 5.628.737 por Dobrin, e outro; 5.836.932 por Buell; 6.114.024 por Forte; 6.153.209 por Vega, e outro; 6.198.018 por Curro; 6.203.810 por Alemanv, e outro; e 6.245.401 por Ying. e outro que estão incorporadas aqui em sua totalidade através de referência a estes para todos os propósitos.

Se desejado, a película respirável pode da mesma forma ser unida a uma teia não trançada, tecido tricotado, e/ou tecido trançado utilizando-se técnicas bem conhecidas. Por exemplo, técnicas adequadas por unir uma película a uma teia não trançada são descritas nas Patentes U.S. Nos. 5.843.057 por McCormack; 5.855.999 por McCormack; 6.002.064 por Kobylyvker, e outro; 6.037.281 por Mathis, e outro; e WO 99/12734, que estão incorporados aqui em sua totalidade através de referência a estas para todos os propósitos. Por exemplo, um material laminado não trançado/ película respirável pode ser formado a partir de uma camada não trançada e uma camada de película respirável. As camadas podem ser organizadas de forma que a camada de película respirável seja ligada à camada não trançada. Em uma modalidade particular, o material respirável é formado a partir de um tecido não trançado (por exemplo, teia não tecida de polipropileno) laminada em uma película respirável.

Embora várias configurações de um dispositivo térmico tenham sido descritas acima, deveria ser entendido que outras configurações são da mesma forma incluídas dentro do escopo da presente invenção. Por exemplo, outras camadas podem da mesma forma ser utilizadas para melhorar as propriedades exotérmicas do dispositivo térmico. Por exemplo, um substrato pode ser empregado próximo ou adjacente ao substrato térmico da presente invenção que inclui um revestimento de partículas de retenção de umidade. Como descrito acima, as partículas de retenção de umidade podem reter e liberar umidade para ativação da reação exotérmica. Além disso, de benefício particular, uma ou mais das camadas anteriormente mencionadas pode realizar funções múltiplas do dispositivo térmico. Em algumas modalidades, a camada respirável, camada de sustentação de umidade, etc., podem ser revestidas com uma composição exotérmica e desse modo da mesma forma servem como um substrato térmico. Embora não expressamente mencionado aqui, deve ser entendido que numerosas outras possíveis combinações e configurações estariam bem incluídas na experiência ordinária daqueles na arte.

As camadas respiráveis e/ou de sustentação de umidade descritas acima podem geralmente ser organizadas em qualquer posição desejada relativa à composição exotérmica. Nesta consideração, várias configurações do dispositivo térmico da presente invenção serão descritas agora em mais detalhes. Deve ser entendido, entretanto, que a descrição abaixo é meramente exemplar, e que outras configurações de dispositivo térmico são da mesma forma consideradas pelos

presentes inventores.

Referindo-se a Fig. 1, por exemplo, uma modalidade de um dispositivo térmico 10 que pode ser formado de acordo com a presente invenção é mostrada. Como mostrado, o dispositivo térmico 10 define duas superfícies externas 17 e 19, e está na forma de um material substancialmente plano, semelhante, e dobrável. O tamanho total e forma do dispositivo térmico 10 não são críticos. Por exemplo, o dispositivo térmico 10 pode ter uma forma que é geralmente triangular, quadrada, retangular, pentagonal, hexagonal, circular, elíptica, etc. Como mostrado, o dispositivo térmico 10 inclui um substrato térmico 12 que contém uma ou mais composições exotérmicas. Nesta modalidade, camadas respiráveis 14a e 14b são incluídas dentro do dispositivo térmico 10 que são impermeáveis a líquidos, porém permeáveis a gases. Deve ser entendido que, embora mostrado aqui como tendo duas camadas respiráveis, qualquer número de camadas respiráveis (se houver) pode ser empregado na presente invenção. O dispositivo térmico 10 da mesma forma inclui uma camada de sustentação de umidade 16 que é configurada para absorver e sustentar a umidade durante um período prolongado de tempo. As camadas respiráveis 14a e 14b e a camada de sustentação de umidade 16 podem ser posicionados de várias maneiras relativo ao substrato térmico 12. Na Fig. 1, por exemplo, as camadas respiráveis 14a e 14b estão posicionadas diretamente adjacentes ao substrato térmico 12. Como um resultado, as camadas respiráveis 14a e 14b podem impedir líquidos externos de contatar o substrato 12 e podem da mesma forma controlar a

quantidade de ar que contata o substrato 12 durante um determinado período de tempo. A camada de sustentação de umidade 16 pode da mesma forma ser posicionada em vários locais, porém, geralmente é posicionada para ajudar a facilitar a fonte de umidade para o substrato térmico 12. Deve ser entendido que, embora mostrado aqui como tendo uma camada de sustentação de umidade, qualquer número de camadas (se houver) pode ser empregado na presente invenção.

Embora não especificamente ilustrado, o dispositivo térmico 10 pode da mesma forma incluir várias outras camadas. Por exemplo, o dispositivo térmico 10 pode empregar uma camada termicamente condutora para ajudar a distribuir calor na direção de um usuário (isto é, direção -z) e/ou ao longo do plano x-y do dispositivo 10, desse modo melhorando a uniformidade de aplicação de calor sobre uma área selecionada. A camada termicamente condutora pode ter um coeficiente de condutividade térmica de pelo menos cerca de 0,1 Watts por metro-Kelvin (W/m-K), e em algumas modalidades, de cerca de 0,1 a cerca de 10 W/m-k. Embora qualquer material termicamente condutor possa geralmente ser empregado, é frequentemente desejado que o material selecionado seja ajustado para realçar o conforto e flexibilidade do dispositivo 10. Materiais ajustados adequados incluem, por exemplo, materiais fibrosos (por exemplo, teias não trançadas), películas, e assim sucessivamente. Opcionalmente, a camada termicamente condutora pode ser permeável a gás e/ou vapor de forma que o ar possa contatar o substrato térmico 12 quando desejado para ativar a reação exotérmica. Um tipo de material ajustado

permeável a vapor que pode ser empregado na camada termicamente condutora é um material de teia não trançada. Por exemplo, a camada termicamente condutora pode conter um laminado não trançado, tal como um laminado não tecido/soprado por fusão/ não tecido ("SMS"). Tais laminados SMS podem da mesma forma fornecer proteção através de pancada do líquido e capacidade de respiração. O laminado SMS é formado através de métodos bem conhecidos, tal como descrito em Patente U.S. No. 5.213.881 por Timmons, e outro, que está incorporada aqui em sua totalidade através de referência a este para todos os propósitos. Outro tipo de material ajustado permeável a vapor que pode ser utilizado na camada termicamente condutora é uma película respirável. Por exemplo, a camada termicamente condutora pode algumas vezes utilizar um laminado não trançado/ película respirável.

Uma variedade de técnicas pode ser empregada para fornecer condutividade à camada termicamente condutora. Por exemplo, um revestimento metálico pode ser utilizado para fornecer condutividade. Metais adequados para um tal propósito incluem, porém não são limitados a, cobre, prata, níquel, zinco, estanho, paládio, chumbo, cobre, alumínio, molibdênio, titânio, ferro, e assim sucessivamente. Revestimentos metálicos podem ser formados em um material utilizando qualquer de uma variedade de técnicas conhecidas, tais como evaporação a vácuo, revestimento eletrolítico, etc. Por exemplo, Patentes U.S. Nos. 5.656.355 por Cohen; 5.599.585 por Cohen; 5.562.994 por Abba, e outro; e 5.316.837 por Cohen que estão incorporadas aqui em sua totalidade através de

referência a estes para todos os propósitos, descrevem técnicas adequadas para depositar um revestimento de metal sobre um material. Além de um revestimento de metal, ainda outras técnicas podem ser empregadas para fornecer a condutividade. Por exemplo, um aditivo pode ser incorporado no material (por exemplo, fibras, película, etc.) para realçar a condutividade. Exemplos de tais aditivos incluem, porém não são limitados a, fibras de carbono, tais como fibras de carbono e pós; cargas metálicas, tais como pó de cobre, aço, pó de alumínio, e flocos de alumínio; e cargas cerâmicas, tal como nitreto de boro, nitreto de alumínio, e óxido de alumínio. Exemplos comercialmente disponíveis de materiais condutores adequados incluem, por exemplo, compostos termicamente condutores disponíveis a partir de LNP Engineering Plastics, Inc. de Exton, PA sob o nome Konduit® ou de Cool polymers de Warwick, Rhode Island sob o nome CoolPoli®. Embora vários exemplos de materiais condutores tenham sido descritos acima, deve ser entendido que qualquer material termicamente condutor conhecido pode ser geralmente empregado na presente invenção.

Além de uma camada termicamente condutora, ainda outras camadas opcionais podem ser empregadas para realçar a eficácia do dispositivo térmico 10. Por exemplo, uma camada de isolamento pode ser empregada para inibir a dissipação de calor ao ambiente externo de forma que o calor seja focalizado no lugar ao paciente ou usuário. Porque a camada de isolamento aumenta a eficiência de produção de calor total do dispositivo 10, o aumento da temperatura desejada pode ser

alcançado com uma quantidade mais baixa de revestimento exortérmico ou outro reagente (isto é, umidade ou oxigênio). A camada de isolamento pode ter um coeficiente de condutividade térmica menor do que cerca de 0,1 Watts por metro-Kelvin (W/m-K), e em algumas modalidades, de cerca de 0,01 a 5 cerca de 0,05 W/m-k. Qualquer material de isolamento conhecido pode ser empregado na presente invenção. Se desejado, o material de isolamento selecionado pode ser fibroso na natureza para melhorar a flexibilidade total do dispositivo térmico 10. O material fibroso pode possuir água furtada alto para realçar suas propriedades isoladoras. Materiais de água furtada alto adequados podem incluir materiais tecidos porosos, materiais não tecidos poroso, etc. Materiais de água furtada alto particularmente adequados são teias poliméricas 15 de multicomponente não trançadas (por exemplo, bicomponente). Por exemplo, os polímeros multicomponentes de tais teias podem ser mecanicamente ou quimicamente franzidas para aumentar a água furtada. Exemplos de materiais de água furtada alto adequados são descritos em mais detalhes nas Patentes U.S. Nos. 5.382.400 por Pike, e outro: 5.418.945 por 20 Pike, e outro e 5.906.879 por Huntoon, e outro, que estão incorporadas aqui em sua totalidade através de referência a estes para todos os propósitos. Ainda outros materiais adequados para uso como um material de isolamento são descritos 25 na Patente U.S. No. 6.197.045 por Carson, que está incorporada aqui em sua totalidade através de referência a estes para todos os propósitos.

O dispositivo térmico 10 pode da mesma forma in-

cluír camadas que opcionalmente formam as superfícies externas 17 e 19, respectivamente, do dispositivo térmico 10. Estas camadas podem apresentar uma superfície compatível, de sensação suave, e não irritante à pele do usuário. Por exemplo, as camadas podem ser formadas a partir de materiais que são permeáveis a líquido e vapor, impermeáveis a líquido e permeável a vapor ("respirável"), e assim sucessivamente. Por exemplo, as camadas podem ser formadas a partir de uma teia soprada por fusão ou não trançada de fibras de poliolefina, bem como uma teia cardada unida, de fibra têxtil, e/ou hidraulicamente emaranhada de fibras naturais e/ou sintéticas. Em outra modalidade, as camadas podem ser formadas a partir de um laminado não trançado respirável (por exemplo, laminado de película respirável/ teia não tecida), tal como descrito acima. As camadas podem também incluir uma composição que é configurada para transferir à pele do consumidor para melhorar a saúde da pele. Composições adequadas são descritas na Patente U.S. No. 6.149.934 por Krzvsik e outro, que está incorporado aqui em sua totalidade através de referência a estas para todos os propósitos.

As várias camadas e/ou componentes do dispositivo térmico 10 podem ser reunidos juntos utilizando-se qualquer mecanismo de ligação conhecido, tais como ligações adesivas, ultra-sônicas, térmicas, etc. Adesivos adequados podem incluir, por exemplo, adesivos de fusão quentes, adesivos sensíveis a pressão, e assim sucessivamente. Quando utilizado, o adesivo pode ser aplicado como uma camada uniforme, uma camada padronizada, um padrão pulverizado, ou quaisquer das

linhas separadas, turbilhões ou pontos. Em algumas modalidades, a composição exotérmica pode servir os propósitos duais de gerar calor e da mesma forma agir como o adesivo. Por exemplo, o aglutinante da composição exotérmica pode ligar-se
5 juntamente uma ou mais camadas do dispositivo térmico 10.

Para também realçar a quantidade de calor gerado pelo dispositivo térmico, substratos térmicos múltiplos podem algumas vezes ser empregados. Os substratos térmicos múltiplos podem ser colocados adjacentes um ao outro ou espaçados separadamente por uma ou mais camadas. Por exemplo, referindo-se a Fig. 2, uma modalidade de um dispositivo térmico 100 é mostrada a qual contém um primeiro substrato térmico 112a e um segundo substrato térmico 112b. Embora não
10 requerido, o dispositivo térmico 100 da mesma forma inclui uma primeira camada respirável 114a e uma segunda camada respirável 114b. O dispositivo térmico 100 da mesma forma
15 inclui uma camada de sustentação de umidade 116 para facilitar o fornecimento de umidade aos substratos térmicos 112a e 112b. A camada de sustentação de umidade 116 é posicionada
20 entre o substrato térmico 112a / camada respirável 114a e o substrato térmico 112b / camada respirável 114b. Desta maneira, a quantidade de umidade fornecida a cada substrato é relativamente uniforme. Deve ser entendido, entretanto, que qualquer colocação, seleção, e/ou número de camadas pode(m)
25 ser empregado(s) na presente invenção.

Umidade pode ser aplicada a qualquer hora antes ou durante o uso do dispositivo térmico, tal como exatamente antes do uso ou durante a fabricação. Por exemplo, água pode

ser pré-aplicada à camada de sustentação de umidade como descrito acima. A umidade é adicionada em uma quantidade eficaz para ativar uma reação exotérmica, eletroquímica entre o elemento eletroquimicamente oxidável (por exemplo, pó de metal) e o elemento eletroquimicamente redutível (por exemplo, oxigênio). Embora esta quantidade possa variar dependendo das condições de reação e a quantidade de calor desejado, a umidade é tipicamente adicionada em uma quantidade de cerca de 20% em peso a cerca de 500% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 50% em peso a cerca de 200% em peso, do peso da quantidade de metal oxidável presente na camada. Embora não necessariamente requerido, pode ser desejado selar tais dispositivos térmicos tratados com água dentro de um material substancialmente impermeável a líquido (permeável a vapor ou impermeável a vapor) que inibe a composição exotérmica de contatar oxigênio suficiente para prematuramente ativar a reação exotérmica. Para gerar calor, o dispositivo térmico é simplesmente removido a partir do pacote e exposto a ar.

O dispositivo térmico da presente invenção pode ser empregado em uma ampla faixa de artigos para fornecer um efeito de aquecimento. Por exemplo, o dispositivo térmico pode ser utilizado como um bloco de aquecimento, bandagem, aquecedor de alimento, aquecedor de animal, aquecedor de água, e assim sucessivamente. O dispositivo térmico pode da mesma forma ser utilizado para liberar calor em várias outras aplicações, tais como cortinas ou mantas para esquentar os pacientes durante procedimentos cirúrgicos ou médicos.

A presente invenção pode ser melhor entendida com referência aos seguintes exemplos.

EXEMPLO 1

A capacidade de formar um dispositivo térmico de acordo com a presente invenção foi demonstrada. Inicialmente, pedaços de 7 polegadas por 12,5 polegadas (178mm por 318mm) de um tecido de teia cardada unida foram fornecidos os quais tinham um peso de base de 0,9 onças por jarda quadrada (30,5 gramas por metro quadrado). O tecido foi formado de uma combinação de 75% em peso de fibras de bicomponente e 25% em peso de fibras de poliéster. As fibras de bicomponente foram obtidas de Fibervisions, Inc. de Covington, Georgia sob o nome "ESC 215" que tinha uma bainha de polietileno e núcleo de polipropileno, um denier de 3,0, e acabamento "HR6" de 0,55% em peso. As fibras de poliéster foram obtidas de Invista de Wichita, Kansas sob o nome "T-295" que tinha um denier de 6,0 e continha um acabamento L1 de 0,5% em peso. A formulação de revestimento foi preparada como segue. Em uma proveta de pyrex de 400 ml, 5,0 gramas de METOLOSE SM-100 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.) e 12,5 gramas de cloreto de sódio (Mallinckrodt) foram adicionados a 150,0 gramas de água destilada que foi agitada e aquecida a 69°C. A mistura foi agitada e permitida resfriar quando os seguintes ingredientes adicionais foram adicionados consecutivamente: 17,3 gramas de emulsão de etileno-acetato de vinila DUR-O-SET® Elite PE 25-220A (Celanese Emulsions), 39,7 gramas de lama de carbonato e cálcio XC4900 amostra de #04.1919704 (Omya), 15,0 gramas de carbono ativado Nuchar SA-20 (MeadWestvaco), e 170,0 gramas de pó de ferro A-131

(North American Höganäs). Depois de cerca de 30 minutos de agitar a formulação com todos os ingredientes, a temperatura foi reduzida com um banho de gelo de cerca de 23°C a cerca de 18°C. Um aumento notável na viscosidade ocorreu quando a temperatura alcançou cerca de 20°C. A viscosidade da formulação foi medida em 2.538 cP (Viscômetro de Brookfield, fuso de LV-4 a 100 rpm). A concentração calculada de cada componente da formulação aquosa é mencionada abaixo na Tabela 1.

Tabela 1: Componentes da Formulação Aquosa

Componente	Quantidade Calculada
Ferro	41,5%
Carbono Ativado	3,7%
SM-100	1,2%
Elite PE	2,0%
Carbonato de Cálcio	3,9%
Cloreto de Sódio	3,1%
Água	44,6%
Ferro	41,5%

10 A formulação aquosa foi aplicada em um lado dos pedaços de tecido de 0,9 osy utilizando-se um bastão de Meyer de ferimento simples #60. Os pedaços revestidos foram secados em um forno durante cerca de 15 minutos a 110°C. A concentração dos componentes da composição exotérmica foi calculada em seguida a partir dos pedaços de tecido seco e revestido ($16,4 \pm 0,4$ grama), dos pedaços não tratados de tecido ($1,9 \pm 0,1$ grama), e da composição da formulação aquosa. Os resultados são mencionados abaixo na Tabela 2.

Tabela 2: Componentes da Composição Exotérmica

Componente	Quantidade calculada
Ferro	74,9%
Carvão ativado	6,6%
SM-100	2,2%
Elite PE	3,7%
Cloreto de Sódio	5,5%
Carbonato de cálcio	7,1%
Nível de Adição de Sólidos	~ 763%

Uma estrutura de sete camadas de 3,5" x 4" (88,9 mm x 101,6mm) foi projetada em seguida para ativar a reação exotérmica. Especificamente, a estrutura de sete camadas in-

5 cluiu três dos pedaços de tecido revestidos posicionados em um lado de uma camada de sustentação de umidade, e os outros três pedaços de tecido revestidos posicionados no outro lado da camada de sustentação de umidade. O lado não revestido dos pedaços de tecido faceou a camada de sustentação de umi-

10 dade. O peso total das seis camadas de tecido revestido foi de 15,4 gramas (10,2 gramas de ferro). A camada de sustentação de umidade foi formada de 75% em peso de felpa de polpa de madeira, 15% em peso de super-absorvente, e 10% em peso de fi-

15 bra de bicomponente KoSa T255. A camada de sustentação de umidade tinha um peso de base de 225 gramas por metro quadrado e uma densidade de 0,12 grama por centímetro cúbico. A felpa de polpa de madeira foi obtida de Weyerhaeuser sob o nome

"NB416". O super-absorvente foi obtido de Degussa AG sob o nome "SXM 9543".

Antes de formar a estrutura de multi-camada, cada lado da camada de sustentação de umidade (2,2 gramas) foi umedecida através da pulverização de água (6,6 gramas) em uma quantidade que aumentou a massa da camada através de um fator de 4.0. Esta estrutura de sete camadas foi em seguida colocada dentro de uma bolsa retangular de 4" x 4,5" (101,6mm x 114,3mm) feita de um laminado de película microporosa não tecida de náilon. O laminado foi obtido de Mitsubishi International Corp. e rotulado TSF 5035-TYPE. O WVTR do laminado foi medido em 455 g/m²/24 hrs utilizando-se o método de copo (ASTM Standard E-96E-80). A bolsa foi selada com fita metalizada obtida de Nashua.

15

EXEMPLO 2

Um dispositivo térmico foi formado como descrito no Exemplo 1, a não ser que tenha sido selado por calor em uma bolsa de armazenamento metalizada durante 16 horas antes de ativar a reação. A bolsa de armazenamento metalizada foi KAL-ML5 de Kapak Corporation, uma estrutura de duas camadas que contém uma camada de poliéster metalizada que foi adesivamente laminada em uma película de polietileno de baixa densidade linear. O peso total das seis camadas de tecido revestido foi de 14,8 gramas (9,8 gramas de ferro). A camada de sustentação de umidade (2,1 gramas) foi umedecida em ambos os lados através de pulverização de água (6,2 gramas) em uma quantidade que aumentou a massa da camada através de um fator de 3,9.

25

EXEMPLO 3

Uma formulação de revestimento similar àquela descrita no Exemplo 1 foi preparada e aplicada a um lado da teia cardada unida de 0,9 osy da mesma maneira como descrito no Exemplo 1. A concentração calculada de cada componente da formulação aquosa é mencionada abaixo na Tabela 3.

Tabela 3: Componentes da Formulação Aquosa

Componente	Valor calculado
Ferro	38,8%
Carvão ativado	3,9%
SM-100	1,3%
Elite PE	2,2%
Carbonato de cálcio	3,9%
Cloreto de Sódio	3,2%
Água	46,7%

A concentração dos componentes da composição exotérmica foi calculada a partir dos pedaços de tecido seco e revestido ($11,6 \pm 0,3$ gramas), dos pedaços não tratados de tecido ($1,6 \pm 0,1$ grama), e da composição da formulação aquosa. Os resultados são mencionados abaixo na Tabela 4.

Tabela 4: Componentes da Composição Exotérmica

Componente	Quantidade Calculada
Ferro	72,8%
Carbono Ativado	7,3%
SM-100	2,4%
Elite PE	4,1%

Cloreto de Sódio 6,1%

Carbonato de Cálcio 7,3%

Nível de Adição de Sólidos ~625%

Um dispositivo térmico (3" x 8" ou 76,2mm x 203,2mm) com uma estrutura de sete camadas foi projetado em seguida para ativar a reação exotérmica. O dispositivo térmico foi selado por calor no meio para produzir um dispositivo segmentado com duas seções iguais de 3" x 4" (76,2mm x 101,6mm). O tamanho dos componentes de sete camadas que foram colocados em cada seção foi de 2,5" x 3,5" (63,5mm x 88,9mm). O peso total das seis camadas revestidas foi de 8,3 gramas (5,2 gramas de ferro) para uma seção e 8,6 gramas (5,4 gramas de ferro) para a outra seção. Além disso, 3,9 gramas de uma solução de sal aquosa foram aplicados à camada de sustentação de umidade da primeira seção e 4,0 gramas da solução foi aplicado à segunda seção. A solução de sal continha 9,9% em peso de cloreto de sódio em água, e aumentou a massa da camada de sustentação de umidade de ambas as seções através de um fator de 4,0. A estrutura de sete camadas foi colocada dentro de uma bolsa (segmentada em duas seções iguais como descrito acima) de laminado de película microporosa não tecida de náilon (descrito no EXEMPLO 1) e as bordas da bolsa foram seladas por calor. O dispositivo térmico resultante foi selado por calor em uma bolsa de armazenamento metalizada durante 44 horas antes de ativar a reação.

EXEMPLO 4

Um dispositivo térmico segmentado foi formado como descrito no Exemplo 3, a não ser que o peso total das seis camadas revestidas seja de 8,2 gramas (5,2 gramas de ferro)

para uma seção e 8,9 gramas (5,6 gramas de ferro) para a outra seção. Além disso, 4,1 gramas e 4,0 gramas de uma solução de sal aquosa foram aplicados à camada de sustentação de umidade da primeira e segunda seções, respectivamente. A solução de sal continha 9,9% em peso cloreto de sódio em água de torneira, e aumentou a massa da camada de sustentação de umidade da primeira e segunda seções através de um fator de 3,9 e 3,8, respectivamente. O dispositivo térmico resultante foi selado por calor em uma bolsa de armazenamento metalizada durante 189 horas antes de ativar a reação.

EXEMPLO 5

A capacidade de alcançar um perfil de aquecimento controlado utilizando-se um dispositivo térmico da presente invenção foi demonstrada. Especificamente, os dispositivos térmicos dos Exemplos 1-4 foram testados. Porque o Exemplo 1 não foi selado na bolsa de armazenamento metalizada, ele foi testado imediatamente depois da formação. Para os Exemplos 2-4, a bolsa de armazenamento metalizada foi aberta para iniciar a reação. O teste foi administrado ligando-se um termo-elemento aramado em um dispositivo de coleta de dados a um lado do dispositivo térmico. Para os dispositivos térmicos segmentados descritos pelos Exemplos 3-4, ambas as seções foram testadas. A temperatura foi registrada como uma função de tempo (em intervalos de 5 segundos) para produzir as curvas de resposta térmica mostradas na Fig. 3. Os resultados apenas para um segmento dos dispositivos descritos pelos Exemplos 3-4 são mostrados. A curva de resposta térmica para o outro segmento do dispositivo de Exemplo 3 foi bem

parecida ao primeiro segmento (1-2°C mais quente), enquanto o outro segmento do dispositivo do Exemplo 4 foi cerca de 6-8°C mais quente, mais provavelmente devido ao teor de ferro mais alto. Como ilustrado, as curvas de resposta térmicas para as amostras dos Exemplos 3-4 (aplicados com uma solução de sal aquosa) alcançou 38°C dentro de cerca de 10 minutos depois de abrir a bolsa de armazenamento, e da mesma forma permaneceu de cerca de 38 a 42°C durante pelo menos 3 horas.

EXEMPLO 6

10 A capacidade de formar um dispositivo térmico de acordo com a presente invenção foi demonstrada. Uma formulação de revestimento similar àquela descrita no Exemplo 3 foi preparada, mas um nível mais alto de cloreto de sódio foi utilizado. A formulação de revestimento foi aplicada a um lado da teia cardada unida de 0,9 osy da mesma maneira como descrito no Exemplo 1. A concentração calculada de cada componente da formulação aquosa é mencionada abaixo na Tabela 5.

Tabela 5: Componentes da Formulação Aquosa

Componente	Quantidade Calculada
Ferro	37,3%
Carbono Ativado	3,7%
SM-100	1,2%
Elite PE	2,3%
Carbonato de Cálcio	3,9%
Cloreto de Sódio	6,2%
Água	

A concentração dos componentes da composição exotérmica foi calculada a partir do pedaço de tecido seco e revestido (16,3 gramas), do pedaço não tratado de tecido (1,9 gramas), e da composição da formulação aquosa. Os resultados são mencionados abaixo na Tabela 6.

Tabela 6: Componentes da Composição Exotérmica

Componente	Quantidade Calculada
Ferro	68,3%
Carbano Ativado	6,8%
SM-100	2,3%
Elite PE	4,1%
Cloreto de Sódio	11,4%
Carbonato de Cálcio	7,1%
Nível de Adição de Sólidos	~758%

Um dispositivo térmico de 4" x 4,5" (101,6mm x 114,3mm) com uma estrutura de sete camadas foi projetado em seguida para ativar a reação exotérmica. O dispositivo térmico foi formado como descrito no Exemplo 1, com o tamanho dos componentes de sete camadas da mesma forma sendo 3,5" x 4" (88,4mm x 101,6mm). O peso total das seis camadas revestidas foi de 15,6 gramas (9,4 gramas de ferro). Além disso, cada lado da camada de sustentação de umidade (2,2 gramas) foi umedecida através da pulverização de 6,1 gramas de água em uma quantidade que aumentou a massa da camada através de um fator de 3,8. A estrutura de sete camadas foi colocada dentro de uma bolsa de laminado de película microporosa não tecida de náilon (descrita no Exemplo 1) e as bordas da bolsa foram seladas com fita metalizada,

obtida de Nashua. O dispositivo térmico resultante foi selado por calor em uma bolsa de armazenamento metalizada durante 20 horas antes de ativar a reação.

EXEMPLO 7

5 Um dispositivo térmico foi formado como descrito no Exemplo 1, a não ser que uma "camada de separação" tenha sido utilizada para separar a camada de sustentação de umidade das 3 camadas revestidas em cada lado. A camada de separação foi um laminado de película/ tecido com buracos per-
10 furados pequenos para permitir vapor e gás para passar impedindo a passagem de líquido. Foi obtido de Tredegar Film Products com o rótulo FM-425 lote no. SHBT040060. Cada lateral da camada de sustentação de umidade (2,2 gramas) foi umedecida pulverizando-se 6,3 gramas de água em uma quantidade
15 de que aumentou a massa da camada através de um fator de 3,9. Em seguida, a camada de separação foi colocada ao redor com o lado de tecido da camada de separação em contato com a camada de sustentação de umidade úmida. As três camadas revestidas foram em seguida colocadas em cada lado com o lado
20 não revestido em contato com o lado da película da camada de separação. O peso total das seis camadas revestidas foi de 14,2 gramas (9,2 gramas de ferro). A estrutura de nove camadas foi em seguida colocada dentro de uma bolsa de laminado de película microporosa não tecida de náilon (descrita no
25 Exemplo 1) e as bordas da bolsa foram seladas com fita metalizada, obtida de Nashua. O dispositivo térmico resultante foi selado por calor em uma bolsa de armazenamento metalizada durante 20 horas antes de ativar a reação.

EXEMPLO 8

Um dispositivo térmico foi formado como descrito no Exemplo 7, a não ser que as seis camadas revestidas contenham um nível de cloreto de sódio mais baixo. A concentração calculada de cada componente da formulação aquosa que foi utilizada para revestir um lado da teia cardada unida de 0,9 osy para produzir as camadas revestidas é mencionada abaixo na Tabela 7.

Tabela 7: Componentes da Formulação Aquosa

Componente	Quantidade Calculada
Ferro	42,4%
Carbono Ativado	3,8%
SM-100	1,2%
Elite PE	2,3%
Carbonato de Cálcio	3,9%
Cloreto de Sódio	0,8%
Água	45,6%

A concentração dos componentes da composição exotérmica foi em seguida calculada a partir do pedaço de tecido seco e revestido (16,1 gramas), do pedaço não tratado de tecido (1,9 gramas), e da composição da formulação aquosa. Os resultados são mencionados abaixo na Tabela 8.

Tabela 8: Componentes da Composição exotérmica

Componente	Quantidade Calculada
Ferro	78,0%
Carbono Ativado	6,9%

SM-100	2,3%
Elite PE	4,2%
Cloreto de Sódio	1,5%
Carbonato de Cálcio	7,2%
Nível de Adição de Sólidos	~747%

Uma estrutura de nove camadas de 3,5" x 4" (88,9mm x 101,6mm) como descrito no Exemplo 7 foi em seguida projetada para ativar a reação exotérmica. A camada de sustentação de umidade (2,1 gramas) foi umedecida em ambos os lados através de pulverização de 6.0 gramas de água em uma quantidade que aumentou a massa da camada através de um fator de 3,8. O peso total das seis camadas revestidas foi de 15,6 gramas (10,7 gramas de ferro). A estrutura de nove camadas foi colocada dentro de uma bolsa de laminado de película microporosa não tecida de náilon (descrita no Exemplo 1) e as bordas da bolsa foram seladas com fita metalizada, obtida de Nashua. O dispositivo térmico resultante foi selado por calor em uma bolsa de armazenamento metalizada durante 20 horas antes de ativar a reação.

15

EXEMPLO 9

Um dispositivo térmico foi formado como descrito no Exemplo 8, a não ser que a camada de sustentação de umidade contenha uma solução de sal aquosa em vez de água. Além disso, 6,0 gramas da solução de sal aquosa foram aplicados à camada de sustentação de umidade (2,2 gramas) através da pulverização de ambos os lados, uma quantidade que aumentou a massa da camada através de um fator de 3,7. A solução de

20

sal continha 10,0% em peso cloreto de sódio em água destilada. O peso total das seis camadas revestidas foi de 15,5 gramas (10,7 gramas de ferro). O dispositivo térmico resultante foi selado por calor em uma bolsa de armazenamento metalizada durante 20 horas antes de ativar a reação.

EXEMPLO 10

A capacidade de alcançar um perfil de aquecimento controlado utilizando um dispositivo térmico da presente invenção foi demonstrada. Especificamente, os dispositivos térmicos dos Exemplos 6-9 foram testados. A bolsa de armazenamento metalizada foi aberta para iniciar a reação. O teste foi conduzido ligando-se um termo-elemento aramado a um dispositivo de coleta de dados em um lado do dispositivo térmico. A temperatura foi registrada como uma função de tempo (em intervalos de 5 segundos) para produzir a curva de resposta térmica mostrada na Fig. 4.

Como mostrado na Fig. 4, a amostra do Exemplo 9 (camada de sustentação de umidade contendo solução de sal aquosa) forneceu uma taxa de aquecimento rápida (temperatura de pelo menos 38°C dentro de cerca de 10 minutos) depois de abrir a bolsa de armazenamento. A amostra do Exemplo 8 (camada de sustentação de umidade contendo água) forneceu uma taxa de aquecimento mais lenta. Entretanto, as amostras dos Exemplos 8 e 9 que contêm uma composição exotérmica com menos sal, forneceu curvas de resposta térmicas de temperatura mais alta comparadas às amostras dos Exemplos 6 e 7 que continham níveis mais altos de sal na composição exotérmica dos tecidos revestidos. Portanto, aparece que a composição do

líquido na camada de sustentação de umidade e na composição do revestimento exotérmico pode ser utilizada para controlar o perfil de aquecimento do dispositivo térmico. Mais especificamente, o teor de sal em ambas as composições pode ser ajustado para obter o perfil de aquecimento desejado.

EXEMPLO 11

A capacidade de formar um dispositivo térmico de acordo com a presente invenção foi demonstrada. Uma formulação de revestimento similar àquela descrita no Exemplo 6 foi preparada, mas nenhum cloreto de sódio foi utilizado. A formulação de revestimento foi aplicada a um lado da teia carregada unida de 0,9 osy da mesma maneira como descrito no Exemplo 1. A concentração calculada de cada componente da formulação aquosa é mencionada abaixo na Tabela 9.

15 Tabela 9: Componentes da Formulação Aquosa

Componente	Quantidade Calculada
Ferro	78,0%
Carbono Ativado	6,9%
SM-100	2,3%
Elite PE	4,2%
Cloreto de Sódio	1,5%
Carbonato de Cálcio	7,2%
Nível de Adição de Sólidos	~747%

A concentração dos componentes da composição exotérmica foi calculada a partir do pedaço de tecido seco e revestido (14,9 gramas), do pedaço não tratado de tecido

(2,0 gramas), e da composição da formulação aquosa. Os resultados são mencionados abaixo na Tabela 10.

Tabela 10: Componentes da Composição exotérmica

Componente	Quantidade Calculada
Ferro	77,0%
Carbono Ativado	7,7%
SM-100	2,6%
Elite PE	4,8%
Cloreto de Sódio	0%
Carbonato de Cálcio	7,9%
Nível de Adição de Sólidos	~645%

Um dispositivo térmico de 4,25" x 4,5" (108mm x 114,3mm) com uma estrutura de nove camadas foi em seguida projetado para ativar a reação exotérmica. O dispositivo térmico foi formado como descrito no Exemplo 7, com o tamanho dos componentes de formação de nove camadas sendo de 3,5" x 4" (88,9mm x 101,6mm). O peso total das seis camadas revestidas foi de 13,9 gramas (9,2 gramas de ferro). Além disso, cada lateral da camada de sustentação de umidade (2,4 gramas) foi umedecida através da pulverização de 6,7 gramas de água, uma quantidade que aumentou a massa da camada através de um fator de 3,8. A estrutura de nove camadas foi colocada dentro de uma bolsa de laminado de película microporosa não tecida de náilon (descrita no Exemplo 1) e as bordas da bolsa foram seladas com fita metalizada, obtida de Nashua. O dispositivo térmico resultante foi selado por calor em uma bolsa de armazenamento metalizada durante 19,5 horas antes de ativar a reação.

EXEMPLO 12

Um dispositivo térmico foi formado como descrito no Exemplo 11, a não ser que a camada de sustentação de umidade (2,2 gramas) seja umedecida em ambos os lados através da pulverização de 6,2 gramas de uma solução de sal aquosa, uma quantidade que aumentou a massa da camada através de um fator de 3,8. A solução de sal continha 10% em peso cloreto de sódio em água destilada. O peso total das seis camadas revestidas foi de 13,7 gramas (9,1 gramas de ferro). O dispositivo térmico resultante foi selado por calor em uma bolsa de armazenamento metalizada durante 19,5 horas antes de ativar a reação.

EXEMPLO 13

Um dispositivo térmico foi formado como descrito no Exemplo 7, a não ser que a camada de sustentação de umidade (2,2 gramas) seja umedecida em ambos os lados através da pulverização de 6,0 gramas de uma solução de sal aquosa, uma quantidade que aumentou a massa da camada através de um fator de 3,7. A solução de sal contém 10% em peso de cloreto de sódio em água destilada. O dispositivo térmico foi da mesma forma ligeiramente maior que no Exemplo 7 em 4,25" x 4,5" (108mm x 114,3mm).

O peso total das seis camadas revestidas foi de 14,6 gramas (9,6 gramas de ferro). A estrutura de nove camadas foi em seguida colocada dentro de uma bolsa de laminado de película microporosa não tecida de náilon (descrito no Exemplo 1) e as extremidades da bolsa foram seladas com fita metalizada, obtida a partir de Nashua. O dispositivo térmico

resultante foi selado com calor em um saco armazenado metalizado durante 18 horas antes de agir a reação.

EXEMPLO 14

Um dispositivo térmico foi formado como descrito
5 no Exemplo 9. Além disso, a camada de sustentação de umidade
(2,2 gramas) foi umedecida em ambos os lados pulverizando-se
6,1 gramas de uma solução de sal aquosa, uma quantidade que
aumentou a massa da camada por um fator de 3,8. A solução de
sal continha 10,0% em peso de cloreto de sódio em água des-
10 tilada. O peso total das seis camadas revestidas foi de 16,6
gramas (11,4 gramas de ferro). O dispositivo térmico resul-
tante foi selado por calor em uma bolsa de armazenamento me-
talizada durante 18 horas antes de ativar a reação.

EXEMPLO 15

15 A capacidade de obter um perfil de aquecimento
controlado utilizando um dispositivo térmico da presente in-
venção foi demonstrada. Especificamente, os dispositivos
térmicos dos Exemplos 11-14 foram testados. A bolsa de arma-
zenamento metalizada foi aberta para iniciar a reação. Teste
20 foi conduzido ligando-se um termo-elemento ligado a um dis-
positivo de coleta de dados a um lado do dispositivo térmi-
co. A temperatura foi registrada como uma função de tempo
(em intervalos de 5 segundos) para produzir as curvas térmi-
cas mostradas na Fig. 5.

25

EXEMPLO 16

A capacidade de formar um dispositivo térmico, de a-
cordo com a presente invenção foi demonstrada. Inicialmente, um
rolo de 7" (177,8mm) de largura de um tecido de teia cardada

unida foi fornecido contanto que tenha um peso de base de 1,5 onça por jarda quadrada (50,91 gramas por metro quadrado). O tecido foi formado a partir de uma mistura de 60% em peso de fibras de bicomponente e 40% em peso de fibras de poliéster. As fibras de bicomponente foram obtidas a partir de FiberVisions, Inc. of Covington, Georgia sob o nome "ESC 215", que tem uma bainha de polietileno e núcleo de polipropileno, um denier de 1,5, e 0,55% em peso de acabamento de "HR6". As fibras de poliéster foram obtidas a partir de In-

10 vista de Wichita, Kansas sob o nome "T-295" que tem um denier de 6,0 e continha 0,5% em peso de acabamento de L1.

A formulação de revestimento foi preparada como segue. Em um balde de metal de 1 galão, (0,004 m³) 34,5 gramas de METOLOSE SM-100 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.) e 25,0

15 gramas de cloreto de sódio (Mallinckrodt) foram adicionados a 1172,0 gramas de água destilada que foi agitada e aquecida a 68°C. A mistura foi agitada e permitida resfriar como os seguintes ingredientes adicionais foram adicionados sequencialmente: 139,6 gramas de emulsão de etileno-acetato de vinila DUR-O-SET® Elite PE 25-220A (Celanese Emulsions), 330,2

20 gramas de amostra de lama de carbonato de cálcio XP-5200-6 #05.2435503 (Omya), 60,1 gramas de carbono ativado de A-400 (MeadWestvaco), e 1181,1 gramas de pó de ferro A-131 (North American Höganäs). Depois de cerca de 30 minutos de agitação

25 a formulação com todos os ingredientes, a temperatura foi reduzida com um banho de gelo a cerca de 10°C. Um aumento notável em viscosidade ocorreu quando a temperatura foi reduzida. A concentração calculada de cada componente da for-

mulação aquosa é mencionada abaixo na Tabela 11.

Tabela 11: Componentes da Formulação Aquosa

Componente	Quantidade Calculada
Ferro	40,1%
Carbono Ativado	2,0%
SM-100	1,2%
Elite PE	2,3%
Carbonato de Cálcio	3,8%
Cloreto de Sódio	0,8%
Água	49,8%

A formulação aquosa foi aplicada a um lado do tecido de 1,5 osy em um processo de linha piloto empregando um revestidor de lâmina. A abertura entre a lâmina e rolo de aço que carregou o tecido foi fixa em 900 microns. A velocidade de linha foi de 0,25 metros por minuto. O revestidor de linha piloto continha um secador de quatro pés fixo a 145°C que foi empregado para parcialmente secar o tecido revestido. O tecido revestido parcialmente seco foi cortado em pedaços de 43,18 centímetros e colocado em um forno de laboratório a 110°C durante cerca de 20 minutos para completar a etapa de secagem. A concentração dos componentes da composição exotérmica foi calculada a partir dos pedaços de tecido revestidos e secos ($56,5 \pm 1,5$ grama), o pedaço não tratado de tecido (4,3 gramas), e a composição da formulação aquosa. Os resultados são mencionados abaixo na Tabela 12.

Tabela 12: Componentes da Composição Exotérmica

Componente	Quantidade Calculada
Ferro	79,7%
Carbono Ativado	4,0%
SM-100	2,3%
Elite Pe	4,6%
Cloreto de Sódio	1,7%
Carbonato de Cálcio	7,6%
Nível de Adição de Sólidos	~1214%

Uma estrutura de cinco camadas de 1,6" x 8" (40,6mm x 203,2mm) foi em seguida designada para ativar a reação exotérmica. Especificamente, a estrutura de cinco camadas incluiu um dos pedaços de tecido revestido posicionado em um lado de uma camada de sustentação de umidade, e outro pedaço de tecido revestido posicionado no outro lado da camada de sustentação de umidade. O lado não revestido dos pedaços de tecido revestiu a camada de sustentação de umidade. A camada de sustentação de umidade foi formada a partir de 90% em peso de felpa de polpa de madeira (Weyerhaeuser NF401) e 10% em peso de fibra de bicomponente KoSa T255. A camada de sustentação de umidade tem um peso de base de 175 gramas por metro quadrado e uma densidade de 0,08 gramas por centímetro cúbico. Uma "camada de separação" foi empregada para separar a camada de sustentação de umidade da camada revestida em cada lado. A camada de separação foi um laminado de tecido / película com buracos perfurados pequenos para permitir o vapor e gás passar enquanto impedindo a passagem de líquido. Foi obtido a partir de Tredegar Film Products com o rótulo FM-425 lote no.

SHBT040060.

Antes de formar a estrutura multicamada, a camada de sustentação de umidade (1,5 gramas) foi umedecida em cada lado pulverizando-se 4,2 gramas de água destilada, uma quantidade que aumentou a massa da camada por um fator de 3,8. Em seguida a camada de separação foi colocada redor com o lado de tecido da camada de separação em contato com o camada de sustentação de umidade umedecida. Uma camada revestida foi em seguida colocada em cada lado com o lado não revestido em contato com o lado de película da camada de separação. O peso total das duas camadas revestidas foi de 13,5 gramas (9,9 gramas de ferro). A estrutura de cinco camadas foi em seguida colocada dentro de uma bolsa de 3" x 9" (76,2mm x 228,6mm) que foi selada com um selador de calor. A bolsa foi feita a partir de um laminado de película microporosa não tecido de náilon (descrito no Exemplo 1) que tem uma camada de calor de tecido de *stapleknit* selada ao lado de não tecido de náilon. O tecido de *stapleknit* foi produzido a partir de 20% de felpa de polpa de madeira (50% fibras de *kraft* de madeira macia do norte/50% de madeira macia descolorida de Pinheiro do Alabama), 58% de fibra de poliéster de denier de 1,5 (Invista Type 103), e 22% de não tecido de polipropileno (Kimberly-Clark Corp.). A bolsa da mesma forma continha dois pedaços de arame plano, um pedaço selado por calor dentro de cada borda de 9" (228,6mm). O arame media aproximadamente 8,5" (215,9mm) no comprimento, 0,1-polegada (2,54mm) em largura, e 0,01 polegada (0,254mm) na espessura, e foi obtido a partir de Noranda Aluminum, Inc. com a designação de Alloy 8176/EEE. O dispositivo térmico resultante foi selado

por calor em uma bolsa de armazenamento metalizada durante 8 dias antes de ativar a reação.

EXEMPLO 17

Um dispositivo térmico foi formado como descrito no Exemplo 16, exceto que a camada de sustentação de umidade contivesse uma solução de sal aquosa em vez de água de torneira. Além disso, 4,3 gramas da solução de sal aquosa foram aplicadas à camada de sustentação de umidade (1,5 gramas), uma quantidade que aumentou a massa da camada através de um fator de 3,8. A solução de sal continha 10,0% em peso de cloreto de sódio em água destilada. O peso total das duas camadas revestidas foi de 13,7 gramas (10,1 gramas de ferro). O dispositivo térmico resultante foi selado por calor em uma bolsa de armazenamento metalizada durante 8 dias antes de ativar a reação.

EXEMPLO 18

Um dispositivo térmico foi formado como descrito no Exemplo 16, exceto que a camada de sustentação de umidade fosse formada a partir de 75% em peso de felpa de polpa de madeira (Weyerhaeuser NB416), 15% em peso de superabsorvente (Degussa SXM9543), e 10% em peso de fibra de bi-componente KoSa T255, e tem um peso de base de 225 gramas por metro quadrado e uma densidade de 0,12 gramas por centímetro cúbico. A camada de sustentação de umidade da mesma forma continha uma solução de sal aquosa em vez de água de torneira; 5,8 gramas da solução de sal aquosa foram aplicados à camada de sustentação de umidade (2,2 gramas), uma quantidade que aumentou a massa da camada através de um fa-

tor de 3,7. A solução de sal continha 10,0% em peso cloreto de sódio em água destilada. O peso total das duas camadas revestidas foi de 14,6 gramas (10,7 gramas de ferro). O dispositivo térmico resultante foi selado por calor em uma bolsa de armazenamento metalizada durante 66 horas antes de ativar a reação.

EXEMPLO 19

Um dispositivo térmico foi formado como descrito no Exemplo 16, exceto que a camada de sustentação de umidade fosse formada a partir do material descrito no Exemplo 18. A camada de sustentação de umidade da mesma forma continha uma solução de sal aquosa em vez de água de torneira; 6,0 gramas da solução de sal aquosa foram aplicados à camada de sustentação de umidade (2,1 gramas), uma quantidade que aumentou a massa da camada através de um fator de 3,8. A solução de sal continha 10,0% em peso de cloreto de sódio em água destilada. O peso total das duas camadas revestidas foi de 14,7 gramas (10,8 gramas de ferro). O dispositivo térmico resultante foi selado por calor em uma bolsa de armazenamento metalizada durante 66 horas antes de ativar a reação.

EXEMPLO 20

A capacidade de obter um perfil de aquecimento controlado utilizando um dispositivo térmico da presente invenção foi demonstrada. Especificamente, os dispositivos térmicos dos Exemplos 16-19 foram testados. A bolsa de armazenamento metalizada foi aberta para iniciar a reação. Teste foi conduzido ligando-se termo-elemento ligado a um dispositivo de coleta de dados a um lado do dispositivo térmico. A

temperatura foi registrada como uma função de tempo (em intervalos de 5 segundos) para produzir as curvas térmicas mostradas na Fig. 6.

Como mostrado na Fig. 6, as curvas de resposta térmica para as amostras dos Exemplos 17-19 mostra uma taxa de aquecimento rápida (temperatura de pelo menos 38°C dentro de cerca de 10 minutos) e um perfil de temperatura elevado durante um período estendido de tempo. Estas amostras continham sal igualmente na composição exotérmica e no líquido sustentado pela camada de sustentação de umidade. Além disso, uma camada de sustentação de umidade que não continha super-absorvente foi empregada para a amostra do Exemplo 17, e a curva de resposta térmica foi similar às curvas para as amostras dos Exemplos 18 e 19. Note na Fig. 6 que a curva de resposta térmica para a amostra do Exemplo 16 não mostrou uma taxa de aquecimento rápida e a temperatura apenas alcançou cerca de 30°C. Esta amostra apenas continha água na camada de sustentação de umidade.

EXEMPLO 21

A capacidade de formar um Dispositivo térmico, de acordo com a presente invenção foi demonstrada. O tecido revestido descrito no Exemplo 16 foi empregado em uma estrutura de cinco camadas de 2,5" (63,5mm) x T para ativar a reação exotérmica. Especificamente, a estrutura de cinco camadas incluiu um dos pedaços de tecido revestido posicionado em um lado de uma camada de sustentação de umidade, e outro pedaço de tecido revestido posicionado no outro lado da camada de sustentação de umidade. O tecido não revestido dos pedaços de

tecido revestiu a camada de sustentação de umidade. A camada de sustentação de umidade foi formada a partir de 75% em peso de felpa de polpa de madeira, 15% em peso de super-absorvente, e 10% em peso de fibra de bicomponente KoSa T255. A camada de sustentação de umidade tem um peso de base de 225 gramas por metro quadrado e uma densidade de 0,12 gramas por centímetro cúbico. A felpa de polpa de madeira foi obtida a partir de Weyerhaeuser sob o nome "NB416." O super-absorvente foi obtido a partir de Degussa AG sob o nome "SXM 9543. Uma "camada de separação" foi empregada para separar a camada de sustentação de umidade da camada revestida em cada lado. A camada de separação foi laminado de tecido / película com buracos perfurados pequenos para permitir vapor e gás passar enquanto impedindo a passagem de líquido. Foi obtido a partir de Tredegar Film Products com o rótulo FM-425 lote no. SHBT040060.

Antes de formar a estrutura de multicamadas, a camada de sustentação de umidade (2,7 gramas) foi umedecida em cada lado pulverizando-se 7,6 gramas de uma solução de sal aquosa, uma quantidade que aumentou a massa da camada através de um fator de 3,8. A solução de sal continha 3,0% em peso de cloreto de sódio em água destilada. Em seguida a camada de separação foi colocada ao redor com o lado de tecido da camada de separação em contato com a camada de sustentação de umidade umedecida. Uma camada revestida foi em seguida colocada em cada lado com o lado não revestido em contato com o lado de película da camada de separação. O peso total das duas camadas revestidas foi de 18,1 gramas (13,3 gramas

de ferro). A estrutura de cinco em camadas foi em seguida colocada dentro de uma bolsa de 3,2" x 8" (81,3mm x 203,2mm) que foi selada com um selador de calor. A bolsa foi feita a partir de um laminado de película microporosa não tecida de náilon (descrito no Exemplo 1) que tem uma camada de calor de tecido *stapleknit* selada ao lado de não tecido de náilon. O tecido *stapleknit* foi produzido a partir de 20% de felpa de polpa de madeira (50% de fibras de *kraft* de madeira macia do norte/50% fibras de madeira macia de *kraft* descoloridas de Pinheiro do Alabama), 58% de fibra de poliéster de denier de 1,5 (Invista Type 103), e 22% de não tecido de polipropileno (Kimberly-Clark Corp.). O dispositivo térmico resultante foi selado por calor em uma bolsa de armazenamento metalizada durante 64 horas antes de ativar a reação.

15

EXEMPLO 22

Um dispositivo térmico foi formado como descrito no Exemplo 21. A camada de sustentação de umidade (2,7 gramas) continha 7,2 gramas de uma solução de sal aquosa, uma quantidade que aumentou a massa da camada por um fator de 3,7. A solução de sal continha 3,0% em peso de cloreto de sódio em água destilada. O peso total das duas camadas revestidas foi de 17,1 gramas (12,5 gramas de ferro). O dispositivo térmico resultante foi selado por calor em uma bolsa de armazenamento metalizada durante 64 horas antes de ativar a reação.

25

EXEMPLO 23

Um dispositivo térmico foi formado como descrito no Exemplo 21. A camada de sustentação de umidade (2,7 gra-

mas) continha 7,6 gramas de uma solução de sal aquosa, uma quantidade que aumentou a massa da camada através de um fator de 3,8. A solução de sal continha 3,0% em peso de cloreto de sódio em água destilada. O peso total das duas camadas cobertas foi de 17,3 gramas (12,6 gramas de ferro). O dispositivo térmico resultante foi selado por calor em uma bolsa de armazenamento metalizada durante 64 horas antes de ativar a reação.

EXEMPLO 24

10 Um dispositivo térmico foi formado como descrito no Exemplo 21. A camada de sustentação de umidade (2,7 gramas) continha 7,2 gramas de uma solução de sal aquosa, uma quantidade que aumentou a massa da camada através de um fator de 3,7. A solução de sal continha 3,0% em peso de cloreto de sódio em água destilada. O peso total das duas camadas revestidas foi de 18,0 gramas (13,2 gramas de ferro). O dispositivo térmico resultante foi selado por calor em uma bolsa de armazenamento metalizada durante 64 horas antes de ativar a reação.

20

EXEMPLO 25

A capacidade de obter um perfil de aquecimento controlado utilizando um dispositivo térmico da presente invenção foi demonstrada. Especificamente, os dispositivos térmicos dos Exemplos 21-24 foram testados. A bolsa de armazenamento metalizada foi aberta para iniciar a reação. Teste foi conduzido ligando-se um termo-elemento ligado a um dispositivo de coleta de dados em um lado do dispositivo térmico. A temperatura foi registrada como uma função de tempo

(em intervalos de 5 segundos) para produzir as curvas térmicas mostradas na Fig. 7. Nota-se que as curvas de resposta térmica para as amostras dos Exemplos 21-24 são mais baixas em temperatura porém a última mais longa do que aquelas para as amostras dos Exemplos 18 e 19 (Fig. 6). Portanto, a quantidade de sal no líquido sustentada pela camada de sustentação de umidade pode ser empregada para controlar a curva de resposta térmica.

EXEMPLO 26

10 A capacidade de respiração da bolsa foi medida para Exemplos 6-9 e 11-14 para verificar que a diferença grande nas curvas de resposta térmica (Figs. 4 e 5) não foi devida a variabilidade em capacidade de respiração da bolsa. A bolsa para estes Exemplos foi um laminado de película microporosa de não tecido de náilon obtida a partir de Mitsubishi
15 International Corp. e TSF EDFH 5035-TYPE rotulado. O WVTR do laminado foi medido em 455 ± 14 g/m²/24 horas (10 amostras) empregando o método de copo (ASTM Padrão E-96E-80). Este mesmo método foi empregado para medir o WVTR para as bolsas
20 dos Exemplos 6-9 e 11-14 depois que a reação exotérmica fosse concluída. Os resultados são mostrados na Tabela 13.

Tabela 13: Capacidade de respiração (WVTR) para Bolsas dos Exemplos 6-9 & 11-14

Exemplo	Topo da Bolsa (g/m ² /24 hrs)	Base da Bolsa (g/m ² /24 hrs)
6	430	443
7	433	416
8	414	430

9	416	438
11	449	424
12	424	424
13	416	449
14	424	419

Os dados mostrados na Tabela 13 verificam que as bolsas empregadas para os dispositivos térmicos dos Exemplos que 6-9 e 11-14 foram consistentes na capacidade de respiração. Portanto, as diferenças grandes nas curvas de resposta 5 térmicas para estes dispositivos térmicos podem ser atribuídas ao líquido aplicado à camada de sustentação de umidade (água ou 10% de cloreto de sódio em água) e/ou à composição do revestimento exotérmico (isto é quantidade de sal).

EXEMPLO 27

10 A capacidade de controlar a liberação de camada de sustentação de umidade para uso no dispositivo térmico da presente invenção foi demonstrada. Quatro (4) amostras diferentes foram testadas. As amostras A e B foram formadas a partir de uma teia trançada por ar que continha 75% em peso 15 de felpa de polpa de madeira (Weyerhaeuser NB416), 15% em peso de super-absorvente, e 10% em peso de fibras de bicomponente "T255" PE/PP (KoSa). A teia trançada por ar tem um peso de base de 225 gramas por metro quadrado e uma densidade de 0,12 gramas por centímetro cúbico. As amostras C e D 20 foram formadas a partir de uma teia trançada por ar que continha 90% em peso de felpa de polpa de madeira (Weyerhaeuser NF405) e 10% em peso de fibras de bicomponente "T255" PE/PP

(KoSa). A teia trançada por ar tem um peso de base de 175 gramas por metro quadrado e uma densidade de 0,08 gramas por centímetro cúbico. O super-absorvente foi obtido a partir de Degussa AG sob o nome "SXM 9543."

5 Cada substrato trançado por ar foi cortado em um tamanho de 3,5 polegadas (88,9mm) por 4,0 polegadas (101,6mm) e pulverizado em cada lado com uma solução aquosa tal que o peso de umidade foi cerca de 3,7 a 4,0 vezes mais alto do que o peso seco. Para as amostras A e C, a, solução
10 aquosa continha apenas água destilada. Para as amostras B e D, a solução aquosa continha 10% em peso de cloreto de sódio em água destilada. Os substratos de umidade foram colocados em equilíbrios localizados dentro de uma câmara ambiental. A umidade e temperatura dentro da câmara foram em seguida re-
15 gistradas como uma função de tempo. Além disso, o peso de cada substrato de umidade foi da mesma forma registrado para obter a "percentual da perda de umidade" como uma função de tempo. A "percentual da perda de umidade" foi calculada sub-
20 traíndo-se o peso de umidade medido do peso de umidade original, dividindo-se este valor pelo peso de umidade original, e em seguida multiplicando-se por 100. As curvas de evaporação resultantes são mostradas na Fig. 8. Note que A-
mostra B (SAP / solução salina) liberou mais umidade como uma função de tempo (isto é taxa de evaporação mais alta) comparado a Amostra A (SAP / Água). Da mesma forma, a Amos-
25 tra D (Nenhum SAP / solução salina) tem uma taxa de libera-
ção de umidade ligeiramente mais alta do que a Amostra B, porém muito menor do que a Amostra C (Nenhum SAP / Água).

Enquanto a invenção foi descrita em detalhes com respeito às modalidades específicas desta, será apreciado que aqueles versados na técnica, ao atingir um entendimento da anterior, podem facilmente entender de alterações a, variações de, e equivalentes a estas modalidades. Desta maneira, o escopo da presente invenção deve ser avaliado como aquele das reivindicações anexas e quaisquer equivalentes a estas.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo térmico **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender:

5 uma composição exotérmica formada a partir de um metal oxidável, em que a exposição da composição exotérmica a oxigênio e umidade ativa uma reação exotérmica para gerar calor; uma camada de sustentação de umidade; e uma solução aquosa aplicada à camada de sustentação de umidade que é capaz de fornecer umidade à composição exotérmica, em que a solução aquosa compreende um ou mais solutos.

2. Dispositivo térmico, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato da camada de sustentação de umidade conter fibras celulósicas.

15 3. Dispositivo térmico, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADO** pelo fato da camada de sustentação de umidade conter um material super-absorvente.

20 4. Dispositivo térmico, de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato da camada de sustentação de umidade conter um tecido fibroso tendo um peso de base de cerca de 50 a cerca de 500 gramas por metro quadrado e uma densidade de cerca de 0,05 a cerca de 0,25 grama por centímetros cúbicos.

25 5. Dispositivo térmico, de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato dos solutos incluírem um sal de metal.

6. Dispositivo térmico, de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato do sal de metal ser cloreto de sódio.

7. Dispositivo térmico, de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato dos solutos constituírem de cerca de 1 a cerca de 20% em peso da solução aquosa, e preferivelmente de cerca de 5 a cerca de 5 15% em peso da solução aquosa.

8. Dispositivo térmico, de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato da pressão de vapor da solução aquosa ser menor do que cerca de 27,2 mm Hg (3,63 KPa) a 25°C, e preferivelmente de cerca de 10 20,0 mm Hg (2,67 KPa) a cerca de 23,0 mm Hg (3,07 KPa) a 25°C.

9. Dispositivo térmico, de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato da solução aquosa estar presente em uma quantidade de cerca de 15 20% em peso a cerca de 500% em peso do peso do metal oxidável.

10. Dispositivo térmico, de acordo com a quaisquer das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato do dispositivo térmico adicionalmente compreender uma camada 20 respirável que é capaz de regular a quantidade de umidade e oxigênio contatando a composição exotérmica.

11. Dispositivo térmico, de acordo com a quaisquer das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato do metal ser ferro, zinco, alumínio, magnésio ou combinações 25 destes.

12. Dispositivo térmico, de acordo com a quaisquer das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato da composição exotérmica adicionalmente compreender um compo-

nente de carbono, aglutinante e sal eletrolítico.

13. Dispositivo térmico, de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato da composição exotérmica ser revestida em um primeiro substrato
5 térmico.

14. Dispositivo térmico, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato do dispositivo térmico compreender um segundo substrato térmico revestido com uma composição exotérmica.

10 15. Dispositivo térmico, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato da camada de sustentação de umidade estar posicionada entre o primeiro e segundo substratos térmicos.

15 16. Dispositivo térmico, de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADO** pelo fato de adicionalmente compreender a primeira e segunda camadas respiráveis, em que os substratos térmicos e camada de sustentação de umidade estão posicionados entre as camadas respiráveis.

20 17. Dispositivo térmico, de acordo com a quaisquer das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato da camada de sustentação de umidade conter uma solução aquosa que libera umidade à composição exotérmica em uma taxa de evaporação de cerca de 0,05% a cerca de 0,5%, e preferivelmente de cerca de 0,1% a cerca de 0,25%, determinada em uma
25 umidade relativa inicial de cerca de 51% e temperatura de cerca de 22°C.

18. Método para gerar calor, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender expor um dispositivo térmico a oxigênio

para obter um perfil de aquecimento controlado em que uma ou mais superfícies do dispositivo térmico alcançam uma temperatura elevada de cerca de 35°C a cerca de 55°C em 20 minutos ou menos, em que o dispositivo térmico compreende uma
5 composição exotérmica formada a partir de um metal oxidável e uma camada de sustentação de umidade contendo uma solução aquosa que evapora em uma taxa de cerca de 0,05% a cerca de 0,5%, determinada em uma umidade relativa inicial de cerca de 51% e temperatura de cerca de 22°C.

10 19. Método, de acordo com a reivindicação 18, **CARACTERIZADO** pelo fato da solução aquosa evaporar-se em uma taxa de cerca de 0,1% a cerca de 0,25%, determinada em uma umidade relativa inicial de cerca de 51% e temperatura de cerca de 22°C.

15 20. Método, de acordo com a reivindicação 18 ou 19, **CARACTERIZADO** pelo fato de um perfil de aquecimento controlado ser obtido em que uma ou mais superfícies do dispositivo térmico alcançam uma temperatura elevada de cerca de 37°C a cerca de 43°C em 20 minutos ou menos.

20 21. Método, de acordo com quaisquer das reivindicações 18 a 20, **CARACTERIZADO** pelo fato da temperatura elevada ser mantida durante pelo menos cerca de 1 hora, preferivelmente durante pelo menos cerca de 2 horas e mais preferivelmente durante pelo menos cerca de 4 horas.

25 22. Método, de acordo com a quaisquer das reivindicações 18 a 21, **CARACTERIZADO** pelo fato de adicionalmente compreender:

selar o dispositivo térmico dentro de recintos que

inibem a passagem de oxigênio à composição exotérmica; e
abrir o recinto para expor a composição exotérmica
a oxigênio.

23. Método, de acordo com a quaisquer das reivindicações 18 a 22, **CARACTERIZADO** pelo fato da solução aquosa
5 compreender um ou mais solutos.

24. Método, de acordo com a reivindicação 23, **CARACTERIZADO** pelo fato dos solutos constituírem de cerca de
1 a cerca de 20% em peso da solução aquosa, e preferivelmen-
10 te de cerca de 5 a cerca de 15% em peso da solução aquosa.

25. Método, de acordo com a quaisquer das reivindicações 18 a 24, **CARACTERIZADO** pelo fato da pressão de va-
por da solução aquosa ser menor do que cerca de 27,2 mm Hg
(3,63 KPa) a 25°C, e preferivelmente de cerca de 20,0 mm Hg
15 (2,67 KPa) a cerca de 23,0 mm Hg (3,07 KPa) a 25°C.

26. Método, de acordo com quaisquer das reivindicações 18 a 25, **CARACTERIZADO** pelo fato da composição exo-
térmica ser revestida em um substrato térmico.

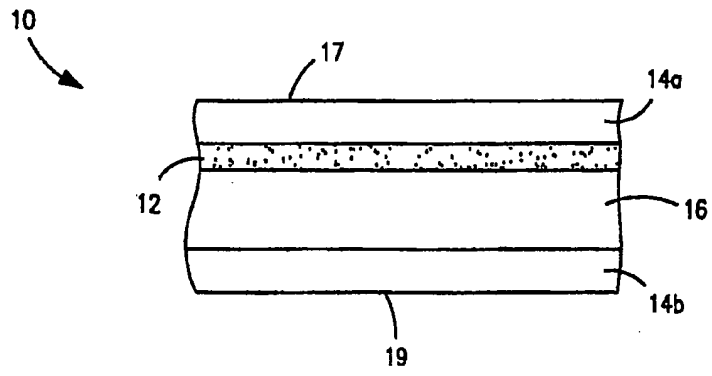


FIG. 1

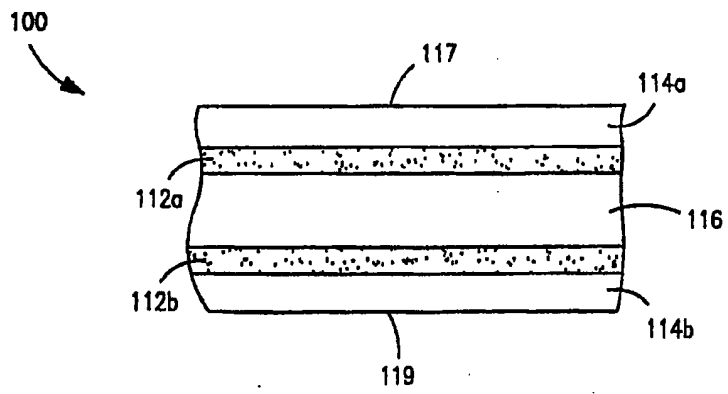


FIG. 2

Curvas de resposta térmica para exemplos 1 - 4

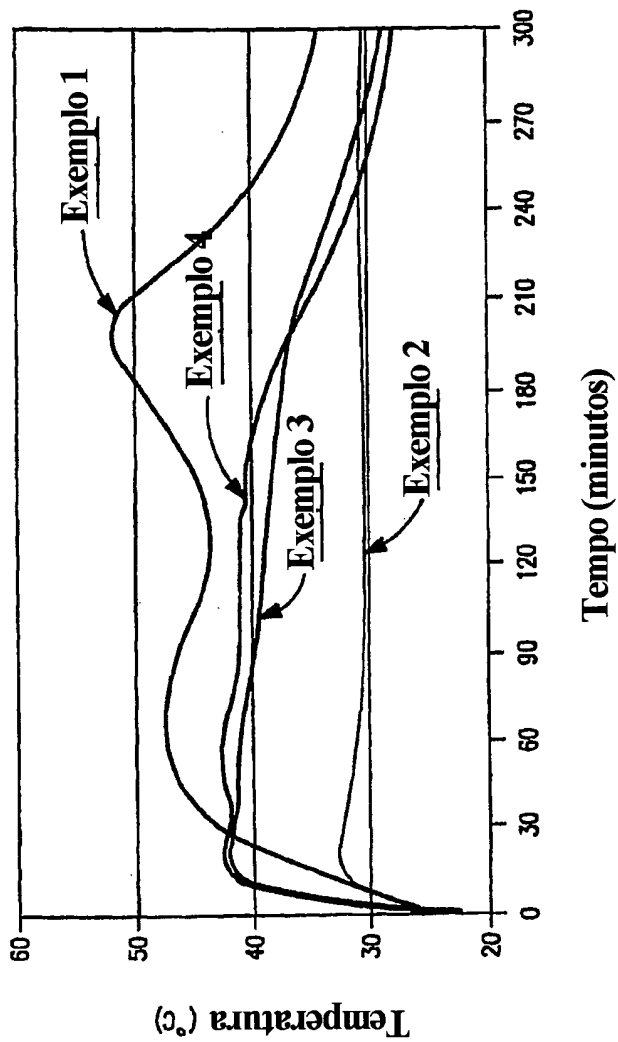


FIG. 3

Curvas de resposta térmica para exemplos 6 - 9

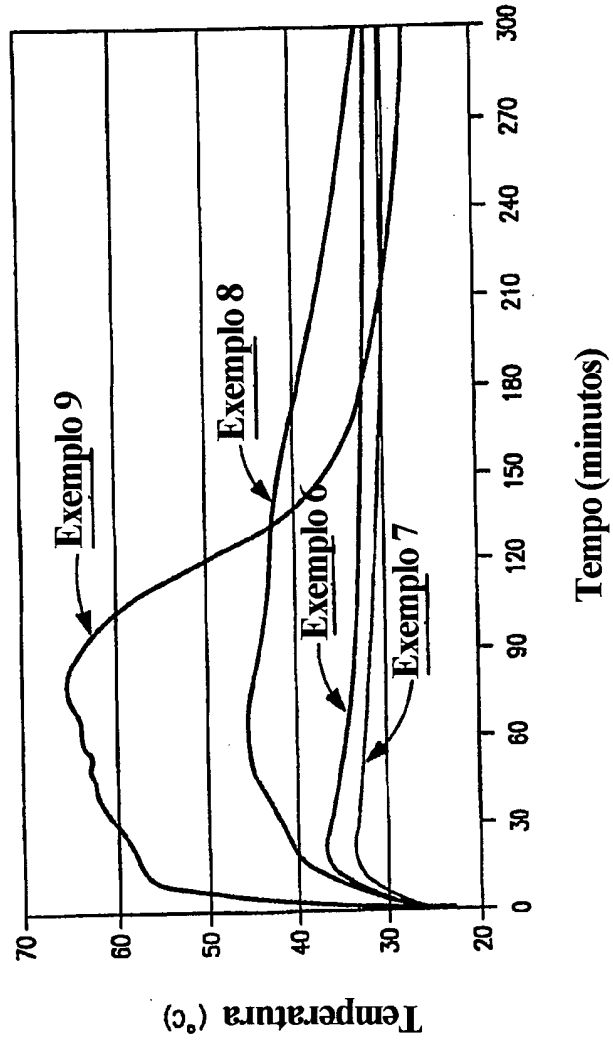


FIG. 4

Curvas de resposta térmica para exemplos 11 - 14

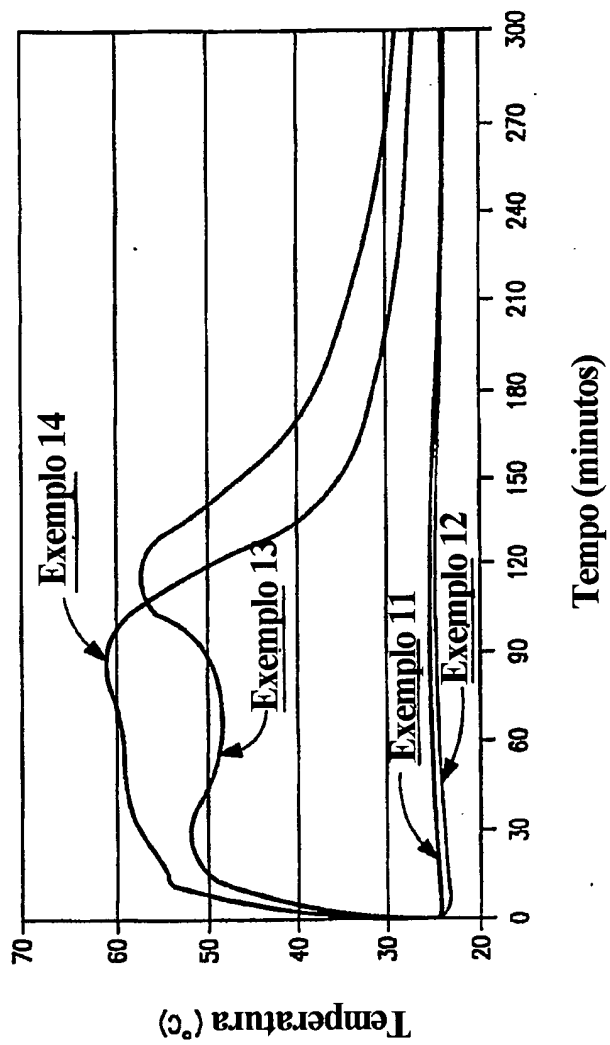


FIG. 5

Curvas de resposta térmicas para exemplos 16-19

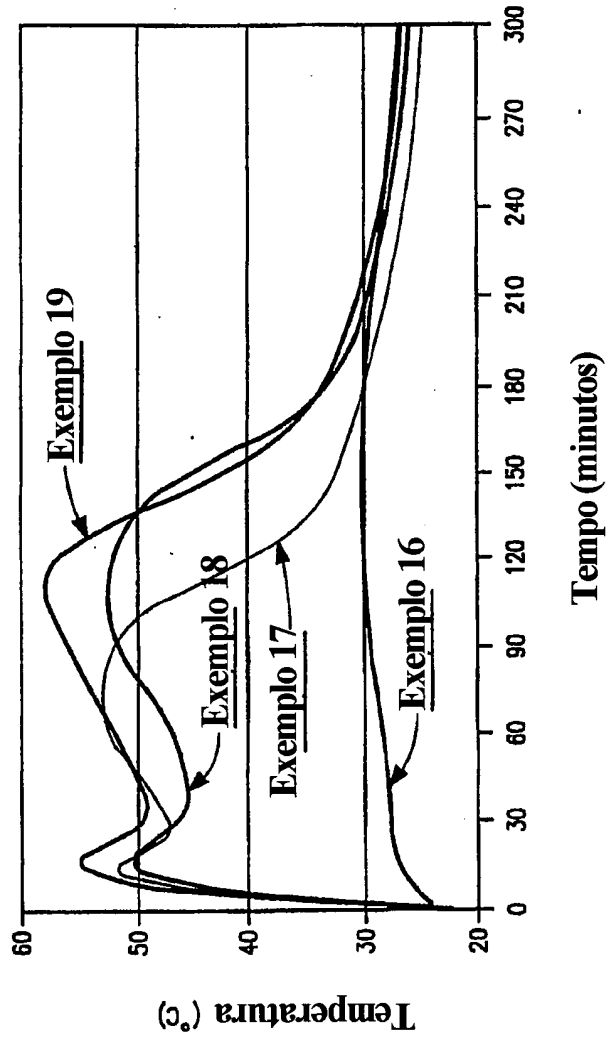


FIG. 6

Curvas de resposta térmica para exemplos 21 - 24

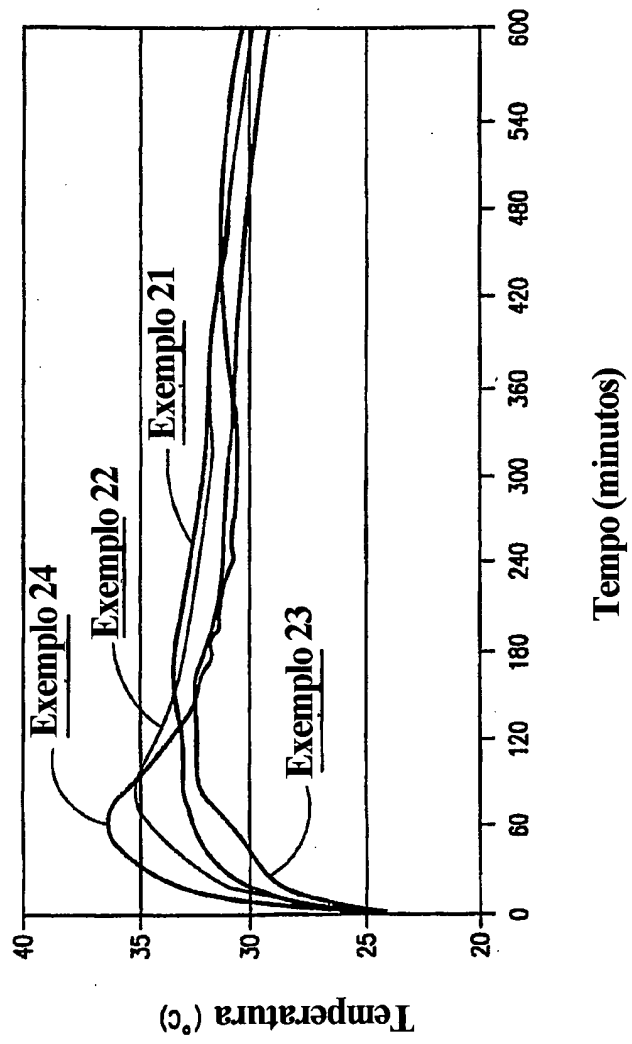


FIG. 7

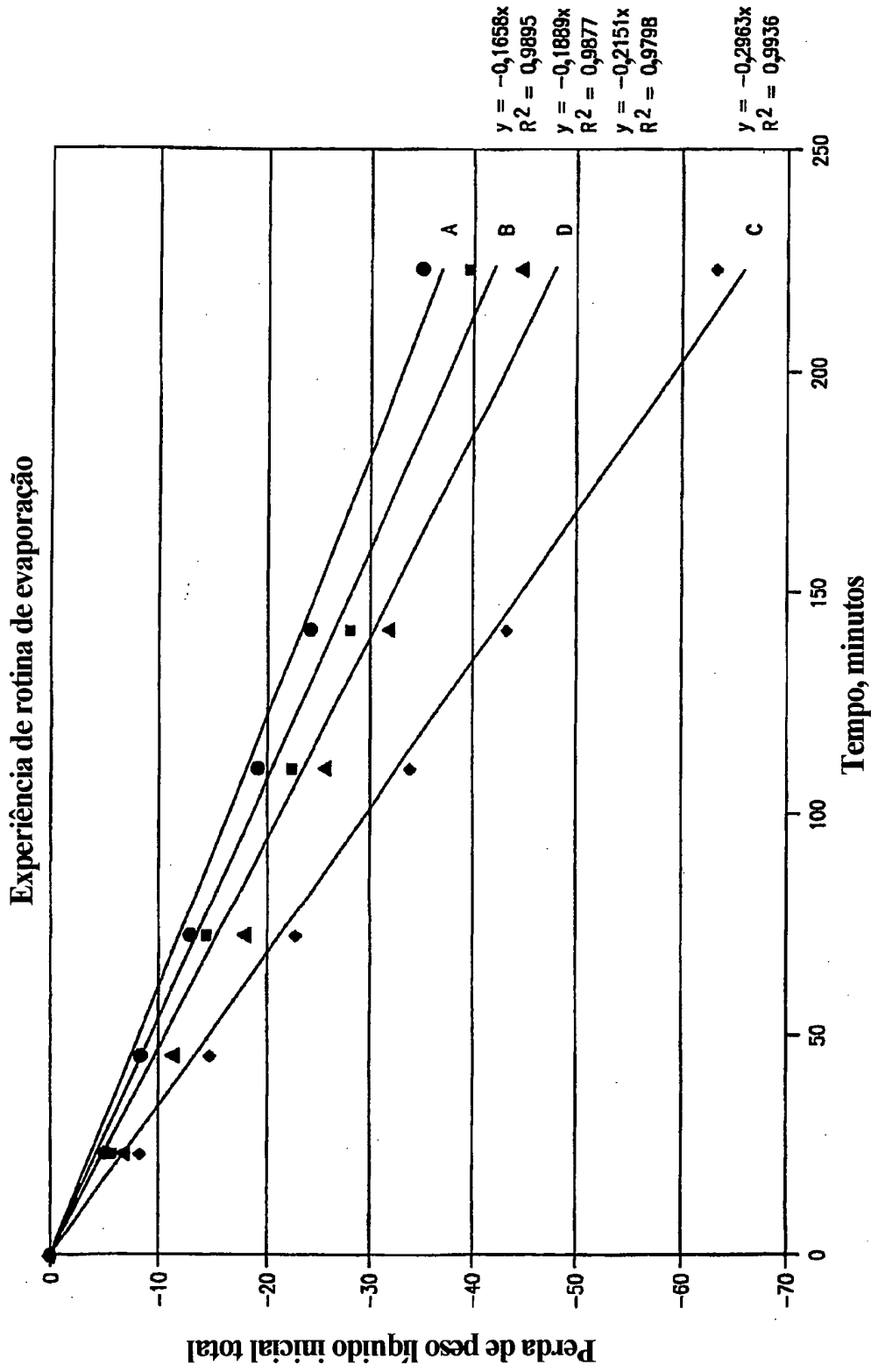


FIG.8

PI06190M-6

RESUMO

"DISPOSITIVO TÉRMICO TENDO UM PERFIL DE
AQUECIMENTO CONTROLADO"

Um dispositivo térmico que contém uma composição
5 exotérmica é fornecido. A composição exotérmica inclui um
metal que é capaz de submeter-se a uma reação de oxidação na
presença de umidade e oxigênio para gerar calor. Certos as-
pectos do dispositivo térmico podem ser otimizados para for-
necer uma quantidade controlada de umidade e/ou oxigênio à
10 composição exotérmica durante o uso. Através do controle se-
letivo sobre o fornecedor destes reagentes, um perfil de a-
quecimento pode ser obtido em que uma temperatura elevada é
alcançada rapidamente e mantida durante um período prolonga-
do de tempo.