



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

(21) **PI0616498-6 A2**

(22) Data de Depósito: 09/08/2006
(43) Data da Publicação: 21/06/2011
(RPI 2111)



(51) *Int.Cl.:*
F41H 5/04 2006.01

(54) Título: **COMPÓSITOS RESISTENTES À PENETRAÇÃO E MÉTODO PARA A FORMAÇÃO DE UM ARTIGO RESISTENTE À PENETRAÇÃO**

(30) Prioridade Unionista: 10/08/2005 US 60/707,201

(73) Titular(es): E.I. Du Pont de Nemours and Company

(72) Inventor(es): Minshon J. Chiou

(74) Procurador(es): Cristiane Araújo Rodrigues

(86) Pedido Internacional: PCT US2006031146 de 09/08/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/133238 de 22/11/2007

(57) Resumo: COMPÓSITOS RESISTENTES À PENETRAÇÃO E MÉTODO PARA A FORMAÇÃO DE UM ARTIGO RESISTENTE À PENETRAÇÃO. A presente invenção refere-se a compósitos resistentes à penetração e a artigos que são leves e estáveis à luz ultravioleta. Um compósito resistente à penetração possui uma placa e uma pluralidade de camadas fibrosas dispostas de modo adjacente a pelo menos uma superfície principal da placa. Pelo menos uma das camadas fibrosas inclui uma fibra polimérica que é estável à luz ultravioleta. O compósito possui uma densidade regional inferior a cerca de 25 kg/m² e é não penetrável de acordo com o padrão NIJ 0101.04 nível III datado de setembro de 2.000.

“COMPÓSITOS RESISTENTES À PENETRAÇÃO É MÉTODO PARA A FORMAÇÃO DE UM ARTIGO RESISTENTE À PENETRAÇÃO”

PEDIDOS RELACIONADOS

O presente pedido de patente reivindica o benefício do Pedido de
5 Patente Provisório US 60/707200, depositado em 10 de agosto de 2005, as
descrições dos quais são incorporadas no presente como referência em sua
totalidade.

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a compósitos resistentes à
10 penetração e a artigos que compreendem o mesmo. Os compósitos incluem,
em geral, uma primeira camada que pode ou não ser uma placa rígida e uma
pluralidade de camadas fibrosas dispostas adjacentes a pelo menos uma
principal superfície da primeira camada.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

15 As armaduras corporais balísticas pessoais, em particular, as
vestimentas, capacetes e outros artigos são formados em geral por materiais
que servem para evitar a penetração de uma bala ou outro projétil e qualquer
outro objeto que é aplicado de modo forçado à armadura, tal como uma faca.
Estes artigos são primariamente utilizados para as forças armadas, mas
20 também possuem aplicações na polícia e nos civis. Há uma demanda
crescente no aprimoramento da vestibilidade e da eficácia total dos sistemas
de armaduras utilizados pelos soldados e pelo corpo policial em ambientes de
combate. A espessura total e o peso dos sistemas de armadura podem afetar a
vestibilidade, mas a redução destes parâmetros nos sistemas atuais
25 conhecidos pode comprometer a eficácia da armadura contra a penetração.

Um sistema conhecido de armadura que foi utilizado para
armaduras corporais balísticas inclui uma placa de cerâmica que é reforçada
por uma ou mais camadas fibrosas. Os sistemas de armadura que empregam

5 fibras produzidas a partir de polímeros aromáticos tradicionais, tais como, por exemplo, polibenzoxazóis e poli(tereftalamida de *p*-fenileno), requerem tipicamente uma cobertura ou blindagem para proteger as fibras contra a radiação ultravioleta (UV) porque a radiação diminui a força tênsil da fibra, que por sua vez diminui a resistência à penetração da armadura. Em alguns casos, a cobertura ou blindagem pode aumentar o peso e/ou a espessura dos sistemas de armadura, que vai diretamente contra a demanda atual mencionada acima.

10 Cunniff et al. (*High Performance "M5" Fiber For Ballistics/Structural Composites* - apresentado na 23ª Army Science Conference, 2 a 5 de dezembro de 2002, Orlando, Florida, EUA) discute o impacto potencial dos sistemas de armadura com base em fibra M5.

15 Salman et al., *Journal of Luminescence* 2003, 102 – 103, 261 – 266, apresenta um estudo molecular e supramolecular dos mecanismos de transferência de prótons do 2-(2'-hidroxienil)-3H-imidazol[4,5-b]piridina e seus derivados. A fibra de M5 com base em poli[diimidazo piridinileno (diidróxi) fenileno].

As patentes US 6.408.733 e US 6.389.594 referem-se a artigos que possuem um elemento cerâmica com uma material cozido antibalístico.

20 A patente US 5.635.288 é direcionada a uma estrutura laminada antibalística que está baseada em uma placa rígida. O laminado possui uma primeira e uma segunda matriz de fibras orientadas unidirecionalmente onde a segunda matriz é empilhada e cruzada em um ângulo com relação a primeira matriz.

25 A patente US 5.376.426 ensina um compósito resistente à penetração que possui uma camada de substrato com pelo menos duas camadas afixadas a uma superfície onde pelo menos uma camada é a camada de metal e pelo menos uma das camadas sendo uma camada fibrosa.

Apesar da pesquisa nesta área, há um método para um compósito leve e estável à luz UV que é eficaz contra a penetração de balas e outros objetos de impacto.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DA INVENÇÃO

5 A presente invenção está direcionada a um compósito leve e resistente à penetração com boa estabilidade ao UV. De acordo com uma realização preferida, é agora fornecido um compósito resistente à penetração que compreende uma placa; e uma pluralidade de camadas fibrosas dispostas adjacentes a pelo menos uma superfície principal da placa, pelo menos uma
10 das camadas fibrosas incluindo uma fibra polimérica que possui uma densidade de $1,6 \text{ g/cm}^3$ ou maior e uma força tênsil de pelo menos cerca de 30 gramas por denier; em que a fibra polimérica é estável ao ultravioleta de modo a reter pelo menos cerca de 70% de sua força tênsil após a exposição a uma lâmpada em arco de xenônio de acordo com o método de teste AATCC 16 –
15 2003, por cerca de 360 horas.

Em certas realizações, a fibra polimérica é estável ao ultravioleta na ausência de aditivos selecionados a partir do grupo que compreende estabilizante ultravioleta e absorvedor ultravioleta.

Em algumas realizações preferidas, a fibra polimérica retém pelo
20 menos cerca de 85% de sua força tênsil após a exposição a uma lâmpada em arco de xenônio de acordo com a o método de teste AATCC 16-2003, por cerca de 360 horas.

A fibra polimérica pode incluir uma fibra de poliarenoazol. Uma
fibra de poliarenoazol é uma fibra de poli{2,6-diimidazo[4,5-b: quatro', cinco'-
25 e]piridinileno-1,4-(2,5-diidróxi)fenileno}.

Em certas realizações, a fibra de polímero possui um módulo tênsil superior a cerca de 1.500 g por denier. Em algumas realizações, o compósito possui uma densidade regional inferior a cerca de 25 kg/m^2 .

Algumas camadas fibrosas possuem uma espessura total inferior a cerca de 7,5 mm.

Em algumas realizações, os artigos possuem camadas fibrosas que são dispostas adjacentes, se opondo às superfícies principais da placa.

5 Em certos aspectos, a presente invenção compreende ainda pelo menos um agente estabilizante ultravioleta. Os agentes estabilizantes ultravioleta apropriados incluem a benzofenona, benzotriazol e suas misturas.

Em algumas realizações, a placa compreende cerâmica, aço, alumínio, vidro ou uma resina polimérica.

10 De acordo com outra realização preferida da presente invenção, foi agora fornecido um compósito resistente à penetração, que compreende uma placa; uma pluralidade de camadas fibrosas dispostas adjacentes a pelo menos uma superfície principal da placa, pelo menos uma das camadas fibrosas incluindo uma fibra polimérica que é estável à luz ultravioleta; em que
15 o compósito possui uma densidade regional inferior a cerca de 25 kg/m², e é não penetrável de acordo com o padrão NIJ 0101.04 nível III datado de setembro de 2.000.

Ainda, de acordo com outra realização preferida da presente invenção, foi agora fornecido um compósito resistente à penetração, que
20 compreende uma primeira camada e uma pluralidade de camadas fibrosas dispostas adjacentes a pelo menos uma superfície principal da primeira camada, em que as camadas fibrosas possuem uma espessura total inferior a cerca de 7,5 mm; em que compósito possui uma densidade regional inferior a cerca de 25 kg/m² e é não penetrável de acordo com o padrão NIJ 0101.04
25 nível III datado de setembro de 2.000.

A presente invenção também está direcionada a artigos resistentes à penetração que podem ser usados, carregados ou unido a diversos dispositivos de proteção, tal como, por exemplo, anteparos e veículos.

As realizações dos artigos preferidos incluem os artigos que empregam os compósitos delineados acima. Em algumas aplicações, pelo menos uma porção das camadas fibrosas do compósito forma uma superfície externa do artigo, isto é, os compósitos são adequadamente estáveis ao UV, tal que uma
5 cobertura ou blindagem adicional são desnecessárias. Deve ser observado que as realizações de compósito e artigos alternativos contemplados pela presente invenção incluem uma cobertura ou blindagem e pode ainda incluir estabilizantes UV e/ou absorvedores UV.

A presente invenção também está direcionada a um método para
10 a formação de um artigo resistente à penetração que compreende fornecer uma primeira camada e dispor uma pluralidade de camadas fibrosas em pelo menos uma superfície principal da primeira camada, em que a fibra polimérica é estável ao ultravioleta de modo a reter pelo menos cerca de 70% de sua força tênsil após a exposição a uma lâmpada em arco de xenônio de acordo
15 com o método de teste AATCC 16-2003, por cerca de 360 horas.

Estas e diversas outras características de inovação e suas respectivas vantagens são destacadas em particular nas reivindicações em anexo ao mesmo e formando uma parte do mesmo. Entretanto, para um melhor entendimento dos aspectos da presente invenção, deve ser feita
20 referência à matéria descritiva em anexo que há realizações preferidas exemplificada.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A presente invenção pode ser entendida mais facilmente com referência à seguinte descrição detalhada das realizações ilustrativas e
25 preferidas que formam uma parte desta descrição. Deve ser entendido que o escopo das reivindicações não está limitado aos dispositivos, métodos, condições ou parâmetros específicos descritos e/ou mostrados no presente, e que a terminologia utilizada no presente é para o propósito de descrever

as realizações particulares apenas como meio de exemplo e não pretende-se limitar a presente invenção reivindicada. Do mesmo modo, conforme utilizado no presente relatório descritivo, incluindo as reivindicações anexas, as formas singulares “um”, “uma”, “a” e “o” incluem o plural e a referência a um valor numérico particular inclui pelo menos aquele valor particular, a menos que o contexto expresse claramente o contrário. Quando um intervalo de valores é expresso, outra realização inclui a partir de um valor particular e/ou ao outro valor particular. De modo análogo, quando os valores são expressos como aproximações, pelo uso de antecedente “cerca de”, deve ser entendido que o valor particular forma outra realização. Todos os intervalos são inclusivos e combináveis.

Os artigos da presente invenção compreendem uma primeira camada, uma placa em algumas realizações e uma pluralidade de camadas fibrosas. Em algumas realizações, a placa pode compreender carboneto de silício, nitreto de silício, carboneto de boro, carboneto de tungstênio ou outros materiais de cerâmica apropriados e híbridos, aço, alumínio, vidro ou uma resina polimérica. As resinas poliméricas apropriadas incluem o poliuretano, poliolefina, fenólico, misturas de borracha de polivinilbutiral fenólico, poliéster e resinas de viniléster.

Os artigos e compósitos resistentes à penetração da presente invenção incluem, de preferência, as camadas fibrosas que são feitas de fibras de polímero. Para os propósitos do presente, o termo “fibra” é definido como um corpo macroscopicamente homogêneo e relativamente flexível que possui uma elevada razão de comprimento para largura através de sua área de seção transversal perpendicular ao seu comprimento. A seção transversal da fibra pode ser de qualquer formato, mas é tipicamente redonda. As fibras podem estar presentes na forma não revestida, revestida ou tratada previamente de outra maneira (por exemplo, estirado previamente

ou tratado por calor). No presente, o termo "filamento" é utilizado intercambiavelmente com o termo "fibra".

As camadas fibrosas podem assumir diversas configurações incluindo, mas não limitadas a, tecidos tricotados ou tecidos ou estruturas não tecidas. Por não tecido entende-se uma rede de fibras, incluindo a unidirecional (se contida dentro de uma matriz de resina), feltro e similares. Por tecido entende-se qualquer trama de tecido, tal como, trama simples, trama curta, trama em cesta, trama acetinada, trama cruzada e similares. Acredita-se que a trama simples seja a trama mais comum utilizada no mercado.

Uma lista representativa de fibras apropriadas para a presente invenção inclui as fibras de poliamida, fibras de poliolefina, fibras de polibenzoxazol, fibras de polibenzotiazol, fibras de poli{2,6-diimidazo[4,5-b4', 5'-e]piridinileno-1,4(2,5-diidróxi)fenileno} (PIPD), ou suas misturas. De preferência, as fibras são feitas de fibras de poli{2,6-diimidazo[4,5-b4', 5'-e]piridinileno-1,4(2,5-diidróxi)fenileno} (PIPD).

Quando o polímero é a poliamida, a aramida é preferida. Por "aramida" entende-se a uma poliamida em que pelo menos 85% das ligações de amida (-CONH-) estão unidas diretamente a dois anéis aromáticos. As fibras de aramida apropriadas são descritas em *Man Made Fibers – Science and Technology*, volume 2, Seção intitulada *Fiber Forming Aromatic Polyamides*, pág 297, W. Black et al., Interscience Publishers, 1968. As fibras de aramida são, também, descritas nas patentes US 4.172.938, US 3.869.429, US 3.819.587, US 3.673.143, US 3.354.127 e US 3.094.511. Os aditivos podem ser utilizados com a aramida e foi inventado que até tanto quanto 10% em peso de um outro material polimérico pode ser misturado com a aramida ou que podem ser utilizados copolímeros que possuam tanto quanto 10% de uma outra diamina substituída em lugar da diamina da aramida ou tanto quanto 10% de um outro cloreto de diácido substituído em lugar do cloreto de diácido da aramida.

A aramida preferida é a *para*-aramida e a *para*-aramida preferida é o poli(tereftalamida de *p*-fenileno) (PPD-T). Por PPD-T, indica-se o homopolímero resultante da polimerização aproximadamente mol por mol de *p*-fenileno diamina e cloreto de tereftaloíla, bem como copolímeros resultantes da incorporação de pequenas quantidades de outras diaminas com a *p*-fenileno diamina e de pequenas quantidades de outros cloretos diácidos com o cloreto de tereftaloíla. Como regra geral, outras diaminas e outros cloretos diácidos podem ser utilizados em quantidades de até cerca de 10% em mol da *p*-fenileno diamina ou do cloreto de tereftaloíla, ou talvez levemente mais altas, desde que apenas as outras diaminas e cloretos diácidos não contenham grupos reativos que interferem na reação de polimerização. O PPD-T também indica copolímeros resultantes da incorporação de outras diaminas aromáticas e outros cloretos diácidos aromáticos, tais como, por exemplo, o cloreto de 2,6-naftaloíla ou cloreto de cloro ou diclorotereftaloíla ou 3,4'-diaminodifeniléter.

Quando o polímero é a poliolefina, o polietileno ou o polipropileno são preferidos. Por polietileno, entende-se um material de polietileno predominantemente linear, de preferência, com peso molecular superior a um milhão que pode conter quantidades pequenas de ramificação de cadeias ou comonômeros, sem exceder 5 unidades de modificação por 100 átomos de carbono da cadeia principal e que também pode conter, misturados a eles, não mais de cerca de 50% em peso de um ou mais aditivos poliméricos, tais como polímeros de 1-alqueno, em particular, polietileno de baixa densidade, propileno e similares, ou aditivos com baixo peso molecular, tais como antioxidantes, lubrificantes, agentes de seleção ultravioleta, corantes e similares que são comumente incorporados. Isso é comumente conhecido como polietileno de cadeia estendida (ECPE). De forma similar, o polipropileno é um material de polipropileno predominantemente linear, de preferência, com

peso molecular superior a um milhão. As fibras de poliolefina linear com elevado peso molecular estão disponíveis comercialmente. A preparação das fibras de poliolefina é discutida na Patente US 4.457.985.

O polímero de poliarenoazol pode produzido pela reação de uma mistura de ingredientes secos com uma solução de ácido fosfórico (PPA). Os ingredientes secos podem compreender os monômeros formadores de azóis e pós metálicos. Bateladas perfeitamente pesadas destes ingredientes podem ser obtidas através do emprego de pelo menos algumas das realizações preferidas da presente invenção.

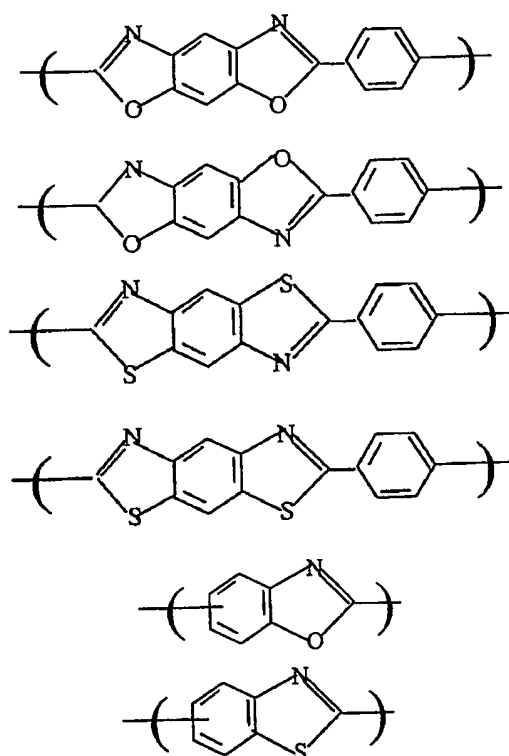
Os monômeros formadores de azóis modelo incluem o 2,5-dimercapto-*p*-fenileno diamina, ácido tereftálico, bis-(ácido 4-benzóico), oxi-bis-(ácido 4-benzóico), ácido 2,5-diidroxitereftálico, ácido isoftálico, ácido 2,5-piridodicarboxílico, ácido 2,6-naftalenodicarboxílico, ácido 2,6-quinolinodicarboxílico, 2,6-bis-(4-carbóxifenil) piridobisimidazol, 2, 3, 5,6-tetraaminopiridina, 4,6-diaminoresorcinol, 2,5-diaminohidroquinona, 1,4-diamino-2,5-ditiobenzeno, ou qualquer de suas combinações. De preferência, os monômeros formadores de azóis incluem o 2, 3, 5,6-tetraaminopiridina e o ácido 2,5-diidroxitereftálico. Em certas realizações, é preferível que os monômeros formadores de azóis sejam fosforilados. De preferência, os monômeros formadores de azóis fosforilados são polimerizados na presença do ácido polifosfórico e do catalisador metálico.

Os pós metálicos podem ser empregados para auxiliar na construção do peso molecular do polímero final. Os pós metálicos incluem tipicamente o pó de ferro, pó de estanho, pó de vanádio, pó de cromo e qualquer combinação dos mesmos.

Os monômeros formadores de azóis e os pós metálicos são misturados e então a mistura é reagida com o ácido polifosfórico para formar uma solução de polímero de poliarenoazol. O ácido polifosfórico adicional pode

ser adicionado à solução polimérica caso desejado. À solução polimérica é tipicamente extrudada ou fiada através de um molde ou uma fiação para preparar ou fiar o filamento.

O polibenzoxazol (PBO) e o polibenzotiazol (PBZ) são dois polímeros apropriados. Estes polímeros estão descritos no documento WO 93/20400. O polibenzoxazol e o polibenzotiazol são, de preferência, constituídos de unidades repetitivas das seguintes estruturas:



Enquanto os grupos aromáticos mostrados unidos ao átomo de nitrogênio podem ser heterocíclicos, eles são, de preferência, carbocíclicos; e enquanto eles podem ser sistemas policíclicos fundidos ou não fundidos, eles são, de preferência, anéis únicos de seis membros. Enquanto o grupo mostrado na cadeia principal dos bis-azóis é o grupo de *p*-fenileno preferido, o grupo pode ser substituído por qualquer grupo orgânico divalente que não interfere na preparação do polímero, ou por nenhum grupo. Por exemplo, aquele grupo pode ser alifático até doze átomos de carbono, tolileno, bifenileno, bis-fenileno éter e similares.

O polibenzoxazol e o polibenzotiazol utilizados para fabricar fibras da presente invenção devem possuir pelo menos 25 e, de preferência, pelo menos 100 unidades de repetição. A preparação dos polímeros e a fiação daqueles polímeros estão descritas no documento mencionado acima
5 WO 93/20400.

A fibra M5 é apropriada para o uso na presente invenção. Esta fibra está baseada no poli[diimidazo piridinileno (diidróxi) fenileno]. As fibras de M5 são conhecidas por possuírem um módulo médio de cerca de 310 GPa e uma tenacidade média de até cerca de 5,8 GPa. As fibras M5 foram
10 descritas por Brew et al., *Composites Science and Technology* 1999, 59, 1109; Van der Jagt and Beukers, *Polymer* 1999, 40, 1035; Sikkema, *Polymer* 1998, 39, 5981; Klop and Lammers, *Polymer*, 1998, 39, 5987; Hageman et al., *Polymer* 1999, 40, 1313.

Uma camada laminada é definida como uma rede de fibras
15 impregnada com uma matriz polimérica que compreende uma resina termoestável e termoplástica, ou suas misturas. Cada camada adiciona espessura e peso à estrutura compósita, reduzindo assim a sua flexibilidade, sua vestibilidade e seu conforto. Portanto, os números de camadas foram selecionados tal que a estrutura compósita total é designada e utilizada para
20 proteger contra uma ameaça específica.

As camadas podem ser mantidas juntas ou unidas de qualquer maneira, tal como, ao serem costuradas juntas ou elas podem ser sobrepostas juntas e mantidas, por exemplo, em um envelope de tecido ou veículo. As camadas que formam as seções podem ser sobrepostas separadamente e
25 unidas, ou toda a pluralidade de camadas pode ser sobreposta e unida como uma unidade única.

As camadas também podem ser mantidas juntas pela matriz polimérica compreendendo uma resina termoestável ou termoplástica, ou suas

misturas. Uma ampla variedade de resinas termoeestáveis e termoplásticas e suas misturas são bem conhecidas no estado da técnica anterior e podem ser utilizadas como o material matriz. Por exemplo, as resinas termoplásticas podem compreender um ou mais de poliuretano, poliimida, polietileno, poliéster, poliéster étercetona, poliamida, policarbonato e similares. As resinas termoeestáveis podem ser uma ou mais resinas com base em epóxi, resina com base em poliéster, resina com base fenólica e similares, de preferência, uma resina fenólica polivinilbutiral. As misturas podem ser qualquer combinação de resinas termoplásticas e de resinas termoeestáveis. A proporção de material matriz em cada camada é de cerca de 10% a cerca de 80% em peso da camada, de preferência, de 20% a 60% em peso da camada.

Diversas quantidades de absorvedores ultravioleta ou estabilizantes podem ser adicionadas às camadas de fibra ou laminadas para absorver a radiação ultravioleta nociva e dissipá-la como energia térmica. Os absorvedores de UV agem ao proteger as camadas de fibra ou laminadas da luz UV, enquanto os estabilizantes UV agem ao retirar os radicais intermediários formados no processo de foto-oxidação para melhorar a vida útil das camadas de fibra ou laminadas quando expostas à luz UV. Os exemplos de absorvedores de UV incluem a benzofenona ou o benzotriazol da Ciba Specialty Chemicals.

A densidade linear de um fio ou fibra é determinada ao pesar um comprimento conhecido de um filamento ou fibra com base nos procedimentos descritos na norma ASTM D1907-97 e D885-98. A fibra “denier” é definida como o peso, em gramas, de 9.000 metros de fibra ou filamento. E decitex ou “dtex” é definido como o peso, em gramas, de 10.000 metros do filamento ou fibra.

Propriedades de tensão: as fibras a serem testadas são condicionadas e então testadas para a tensão com base nos procedimentos descritos em ASTM D 885-98. A tenacidade (tenacidade de quebra), alongação

de quebra e módulo de elasticidade são determinados pelas fibras de teste de quebra em um testador Instron.

Desempenho balístico: os testes de desempenho balístico dos painéis multicamadas são realizados de acordo com padrão NIJ 0101.04, *Ballistic Resistance of Personal Body Armor*, publicado em setembro de 2.000.

A estabilidade UV da fibra a ser testada está baseada no Método de Teste AATCC 16-1998, opção E com fonte de luz de xenônio, "Durabilidade de Cor da Luz". As amostras são ainda testadas quanto às suas propriedades tênsil. O que entende-se por "de maneira substancialmente não destrutiva" é um mecanismo de transporte de prótons similar ao descrito por H. Salaman et al., *Molecular and supramolecular proton transfer processes in 2(2'-hydroxyphenyl)-3H-imidazol[4,5-b]pyridine and its derivatives*, *Journal of Luminescence* 102 – 103 (2003) 261 – 266.

A presente invenção será agora exemplificada pelos seguintes exemplos específicos:

EXEMPLOS

EXEMPLO COMPARATIVO 1

No Exemplo Comparativo 1, 30 camadas de tecidos feitas de 930 dtex de fios de filamentos contínuos de poli(tereftalamida de *p*-fenileno) com uma densidade linear de 1,36 dtex por filamento, disponível pela E. I. DuPont de Nemours com o nome comercial de Kevlar® 129, são utilizadas como reforço com uma construção de tecido de 12,2 x 12,2 extremidades/cm. A força tênsil do fio é de 24,3 g/dtex e a densidade da fibra é de 1,44 g/cm³. Após a exposição a um equipamento de variação da lâmpada de arco xenônio, pelo método de teste AATCC 16-2003, por 360 horas, o fio retém cerca de 63% de sua força tênsil original. As camadas de tecido são ainda processadas para formar uma estrutura compósita com uma densidade regional de 1,63 psf e uma espessura de 67 mm ao consolidar as camadas de tecido por meio da

laminação, cada camada de tecido com uma camada de filme de polietileno. Uma placa de cerâmica de carbide de boro, como a face de ataque, disponível pela Cercom Inc é aderida à estrutura compósita com epóxi para teste. O conjunto é então testado com um rifle cartucho de bala M-80 (148 balas) de 7,62 x 51 mm por padrão balístico NIJ 0101.04 nível III. Espera-se que ambos o desempenho balístico e a resistência ao UV do Exemplo sejam insatisfatórios.

EXEMPLO COMPARATIVO 2

No Exemplo Comparativo 2, 28 camadas de tecidos feitas de 1.110 dtex de fios de filamentos contínuos de poli(2,6-benzobisoxazol de *p*-fenileno) com uma densidade linear de 1,36 dtex por filamento, disponível pela Toyobo Co., Ltda, com o nome comercial de Zylon[®], são utilizadas como reforço com uma construção de tecido de 8,7 x 8,7 extremidades/cm. A força tênsil do fio é de 37,8 g/dtex e a densidade da fibra é de 1,54 g/cm³. Após a exposição a um equipamento de variação da lâmpada de arco xenônio por 360 horas, ele retém cerca de 55% de sua força tênsil original. As camadas de tecido são ainda processadas para formar uma estrutura compósita com uma densidade regional de 1,41 psf e uma espessura de 61 mm ao consolidar as camadas de tecido por meio da laminação, cada camada de tecido com uma camada de filme de polietileno. Uma placa de cerâmica de carbide de boro, como a face de ataque, disponível pela Cercom Inc é aderida à estrutura compósita com epóxi para teste. O conjunto é então testado com um rifle cartucho de bala M-80 (148 balas) de 7,62 x 51 mm por padrão balístico NIJ 0101.04 nível III. A resistência ao UV do equipamento de armadura deste Exemplo é insatisfatória.

EXEMPLO 1

No Exemplo 1 da presente invenção, 26 camadas de tecidos feitas de 930 dtex de fios de filamentos contínuos de poli{2,6-diimidazo[4,5-b4', 5'-e]piridinileno-1,4(2,5-diidróxi)fenileno} com uma densidade linear de 1,36

dtex por filamento são utilizadas como reforço com uma construção de tecido de 12,2 x 12,2 extremidades/cm. A força tênsil do fio é de 32,7 g/dtex e a densidade da fibra é de 1,65 g/cm³. Após a exposição a um equipamento de variação da lâmpada de arco xenônio por 360 horas, o fio retém cerca de 91% de sua força tênsil original. As camadas de tecido são ainda processadas para formar uma estrutura compósita com uma densidade regional de 1,41 psf e uma espessura de 58 mm ao consolidar as camadas de tecido por meio da laminação, cada camada de tecido com uma camada de filme de polietileno. Uma placa de cerâmica de carbide de boro, como a face de ataque, disponível pela Cercom Inc é aderida à estrutura compósita com epóxi para teste. O conjunto é então testado com um rifle cartucho de balas M-80 (148 balas) de 7,62 x 51 mm por padrão balístico NIJ 0101.04 nível III. O desempenho balístico medido da presente invenção aprimora aqueles dos Exemplos acima do estado da técnica anterior. Adicionalmente, ambos o peso e a espessura e, portanto, o volume do equipamento de armadura da presente invenção, são reduzidos consideravelmente, enquanto que sua resistência ao UV e, portanto, estabilidade são muito melhores do que aqueles do estado da técnica anterior, conforme descrito pelos Exemplos Comparativos 1 e 2.

Enquanto a presente invenção tenha sido descrita em conjunto com certas realizações preferidas, deve ser entendido que outras realizações similares podem ser utilizadas ou modificações e adições podem ser feitas à realização descrita para desempenhar a mesma função da presente invenção sem se desviar da mesma. Portanto, a presente invenção não deve estar limitada a qualquer realização única, mas de certa forma interpretada de maneira ampla e no escopo de acordo com a recitação das reivindicações em anexo.

Todas as patentes e publicações descritas no presente estão incorporadas como referência em sua totalidade.

REIVINDICAÇÕES

1. COMPÓSITO RESISTENTE À PENETRAÇÃO, caracterizado pelo fato de que compreende

- uma placa; e

5 - uma pluralidade de camadas fibrosas dispostas adjacentes a pelo menos uma superfície principal da placa, pelo menos uma das camadas fibrosas incluindo uma fibra polimérica que possui uma densidade de 1,6 g/cm³ ou maior e uma força tênsil de pelo menos cerca de 30 gramas por denier;

em que a fibra polimérica é estável ao ultravioleta de modo a reter
10 pelo menos cerca de 70% de sua força tênsil após a exposição a uma lâmpada em arco de xenônio, de acordo com o método de teste AATCC 16-2003, por cerca de 360 horas.

2. COMPÓSITO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a fibra polimérica é estável ao ultravioleta na
15 ausência de aditivos selecionados a partir de um grupo, que compreende estabilizantes ultravioleta e absorvedores ultravioleta.

3. COMPÓSITO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a fibra polimérica retém pelo menos cerca de 85% de sua força tênsil após a exposição a uma lâmpada em arco de xenônio
20 de acordo com o método de teste AATCC 16 – 2003, por cerca de 360 horas.

4. COMPÓSITO, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a fibra polimérica inclui uma fibra de poliarenoazol.

5. COMPÓSITO, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a fibra de poliarenoazol é uma fibra de poli{2,6-
25 diimidazo[4,5-b4', 5'-e]piridinileno-1,4(2,5-diidróxi)fenileno}.

6. COMPÓSITO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a fibra polimérica possui um módulo de tensão superior a cerca de 1.500 g por denier.

7. COMPÓSITO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o compósito possui uma densidade regional inferior a cerca de 25 kg/m².

5 8. COMPÓSITO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a camada fibrosa possui uma espessura total inferior a cerca de 7,5 ml.

9. COMPÓSITO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a densidade regional das camadas fibrosas é inferior a 7,5 kg/m².

10 10. COMPÓSITO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as camadas fibrosas estão dispostas adjacentes opostas às superfícies principais da placa.

11 11. COMPÓSITO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende ainda pelo menos um agente estabilizante de ultravioleta.

12. COMPÓSITO, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o agente estabilizante de ultravioleta é selecionado a partir do grupo que consiste em benzofenona, benzotriazol e suas misturas.

20 13. COMPÓSITO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a placa compreende cerâmica, aço, alumínio, vidro ou uma resina polimérica.

14. COMPÓSITO RESISTENTE À PENETRAÇÃO, caracterizado pelo fato de que compreende:

- 25
- uma primeira camada; e
 - uma pluralidade de camadas fibrosas dispostas adjacentes a pelo menos uma superfície principal da primeira camada, em que pelo menos uma das camadas fibrosas possui uma espessura inferior a cerca de 7,5 mm;

em que compósito possui uma densidade regional inferior a cerca de 25 kg/m² e é não penetrável de acordo com o padrão NIJ 0101.04 nível III datado de setembro de 2000; e

em que as camadas fibrosas incluem uma fibra polimérica que
 5 retém pelo menos cerca de 70% de sua força tênsil original após a exposição a uma lâmpada em arco de xenônio de acordo com o método de teste AATCC 16-2003, por cerca de 360 horas.

15. COMPÓSITO, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que as camadas fibrosas incluem uma fibra
 10 polimérica que possui uma densidade de pelo menos cerca de 1,6 g/cm³ e uma força tênsil de pelo menos cerca de 30 g por denier.

16. COMPÓSITO, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que as camadas fibrosas incluem uma fibra de poliareneazol.

15 17. COMPÓSITO, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que a fibra de poliarenoazol é uma fibra de poli{2,6-diimidazo[4,5-b4', 5'-e]piridinileno-1,4(2,5-diidróxi)fenileno}.

18. COMPÓSITO, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que a primeira camada é uma placa rígida que
 20 compreende cerâmica, aço, alumínio, vidro ou uma resina polimérica.

19. MÉTODO PARA A FORMAÇÃO DE UM ARTIGO RESISTENTE À PENETRAÇÃO, caracterizado pelo fato de que compreende:

- fornecer uma primeira camada; e
- 25 - dispor de uma pluralidade de camadas fibrosas em pelo menos uma superfície principal da primeira camada,

em que a fibra polimérica é estável ao ultravioleta de modo a reter pelo menos cerca de 70% de sua força tênsil após a exposição a uma lâmpada

em arco de xenônio de acordo com o método de teste AATCC 16-2003, por cerca de 360 horas.

20. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que a primeira camada é uma placa que
5 compreende cerâmica, aço, alumínio, vidro ou uma resina polimérica e a fibra polimérica inclui pelo menos uma fibra de poliareneazol.

RESUMO**“COMPÓSITOS RESISTENTES À PENETRAÇÃO E MÉTODO PARA A
FORMAÇÃO DE UM ARTIGO RESISTENTE À PENETRAÇÃO”**

A presente invenção refere-se a compósitos resistentes à
5 penetração e a artigos que são leves e estáveis à luz ultravioleta. Um
compósito resistente à penetração possui uma placa e uma pluralidade de
camadas fibrosas dispostas de modo adjacente a pelo menos uma superfície
principal da placa. Pelo menos uma das camadas fibrosas inclui uma fibra
polimérica que é estável à luz ultravioleta. O compósito possui uma densidade
10 regional inferior a cerca de 25 kg/m^2 e é não penetrável de acordo com o
padrão NIJ 0101.04 nível III datado de setembro de 2.000.