

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: 2004.05.27	(73) Titular(es): BARRDAY, INC.	
(30) Prioridade(s): 2003.05.29 US 474519 P	75 MOOREFIELD STREET, P.O. BOX 790	
(43) Data de publicação do pedido: 2006.03.01	CAMBRIDGE, ONTARIO NR1 5W6	CA
(45) Data e BPI da concessão: 2008.10.15 016/2009	(72) Inventor(es): DAVID VERLIN CUNNINGHAM	CA
	(74) Mandatário: ANTÓNIO JOÃO COIMBRA DA CUNHA FERREIRA	
	R DAS FLORES 74 4 AND 1249-235 LISBOA	PT

(54) Epígrafe: **COMPOSIÇÃO BALÍSTICA ÚNICA**

(57) Resumo:

DESCRIÇÃO

"Composição balística única"

Domínio do invento

O presente invento refere-se a compósitos resistentes balísticos.

Antecedentes do invento

A utilização de resinas flexíveis com tecidos urdidos a partir de fibras de alto desempenho para produzir painéis de blindagens compósitos tem sido sujeita a muita investigação e muitas patentes. O consenso geral desta área de trabalho é o de que quanto mais flexível é o sistema de resina utilizado no fabrico do compósito, melhores são as propriedades balísticas do painel resultante. Adicionalmente, a adesão da resina ao fio balístico deve ser suficientemente pobre de modo a que ocorra deslaminagem no compósito durante o evento balístico. Este requisito pode ser ignorado se a resina no compósito romper com uma força suficientemente baixa para permitir que a energia se dissipe durante o evento balístico. Dado este conhecimento básico da constituição da blindagem, a constituição de uma blindagem laminada torna-se então um compromisso com as propriedades balísticas do painel em relação aos requisitos estruturais para a utilização do painel. A patente U.S. No. 3000772, Lunn, 1961, é uma das primeiras patentes para discutir os requisitos de um sistema de resina flexível para um desempenho balístico superior. Esta patente cobre a utilização de um filme de polietileno com um tecido de vidro unidireccional. O tecido de vidro tem fio de vidro na direcção da urdidura e um fio secundário na direcção do avanço para formar o tecido. O tecido é então prensado num laminado após orientar camadas sucessivas de tecido a 90 graus em relação à camada de tecido acima e abaixo desta. Esta é uma prática corrente conhecida como "junção de fios cruzada" das camadas. A patente U.S. No. 3956447, Denommee, 1976, discute o fabrico de um capacete balístico para os militares norte-americanos que utiliza uma resina termoendurecível ou termoplástica. Nesta patente, o sistema de resina preferida para o capacete é um sistema

PVB/fenólico. Roy Liabie, um investigador no US Army's Research, Engineering and Development Center, em Natick, Massachusetts, no seu livro, *Ballistic Materials and Penetration Mechanics*, Elsevier Scientific Publishing Company, 1980, pp. 108, discute que durante o desenvolvimento do capacete se verificou que a resina fenólica, por si só, era muito rígida para produzir bons resultados balísticos e que o componente de PVB do sistema foi adicionado para introduzir algum alongamento e flexibilidade à resina para melhorar as propriedades balísticas ao mesmo tempo que se mantinha a rigidez requerida para um capacete.

Várias patentes cobrem a utilização de resinas termoplásticas e filmes em compósitos. Lancaster et al., patente U.S. No. 4678702, 1987, descreve a utilização de Surlyn como resina em que um filme de Surlyn flui para o tecido urdido sob calor e pressão para encapsular o fio e formar um compósito balístico flexível. Donavan, patente U.S. No. 4574105, 1986, descreve a utilização de camadas alternadas de nylon e Kevlar em que o nylon adere ao Kevlar tecido sob calor e pressão para formar o compósito mas o nylon não penetra no tecido. Uma série de patentes de Andrew Park (patentes U.S. Nos. 5437905; 5443882; 5443883; 5547536; 5635288; 5935678) cobre a utilização de filmes entre as camadas de fio unidireccional em que o filme é utilizado para manter camadas com junção de fios cruzada do fio em conjunto sem penetrar substancialmente as camadas. Allied-Signal, patente U.S. No. 4623514, cobre o encapsulamento substancial de fios de alto desempenho em camadas com junção de fios cruzada de fios unidireccionais com uma resina com um módulo inferior a 6000 psi.

Sumário do invento

O assunto deste pedido de patente é a utilização de resinas termoplásticas em combinação com um tecido único para produzir um compósito resistente balístico superior. As resinas têm uma boa adesão aos fios resistentes balísticos e um módulo à tracção elevado. Esta combinação de propriedades, quando utilizada com um tecido urdido convencional ou um tecido unidireccional com junção de fios cruzada, não resultará num compósito balístico superior. O tecido único

utilizado neste invento é descrito no documento WO 02/090866 que forma uma base para o preâmbulo da reivindicação 1 independente. Este tecido é um tecido quase unidireccional com os fios balísticos mantidos com uma orientação 0/90 unidireccional com um baixo módulo, elevado alongamento do fio com um diâmetro relativamente pequeno. Este tecido é comercializado pelo presente autor do pedido de patente sob o nome comercial de tecido Sentinel. O fio balístico urdido neste tecido pode ter uma elevada resistência de fio com uma tenacidade de pelo menos 15 gramas por denier e um módulo de pelo menos 400 gramas por denier. Todos os fios resistentes balísticos comercialmente disponíveis foram urdidos em tecidos Sentinel. As resinas disponíveis que têm um desempenho adequado neste invento são qualquer resina que adira aos fios de elevado desempenho e tem um módulo de pelo menos 7000 psi. Os compósitos resistentes balísticos não foram anteriormente construídos utilizando uma resina com tais valores de módulo, incluindo aqueles que foram descritos no documento atrás mencionado WO 02/090866.

Num aspecto do presente invento, é proporcionado um compósito resistente balístico compreendendo camadas múltiplas de um tecido que tem fios resistentes balísticos unidireccionais em pelo menos duas camadas, estando as camadas de fio balístico a $90^{\circ} \pm 5^{\circ}$ em relação uma à outra, estando os fios resistentes balísticos estabilizados ao serem urdidos num segundo tecido, sendo o segundo tecido formado por fios que possuem uma tenacidade e um módulo à tracção substancialmente inferiores aos do fio resistente balístico, tendo o fio resistente balístico uma tenacidade de pelo menos cerca de 15 gramas por denier e um módulo de pelo menos 400 gramas por denier, caracterizado por o compósito resistente balístico compreender adicionalmente uma camada de resina entre cada par de tais camadas múltiplas que aderem aos fios resistentes balísticos mas não encapsulam os mesmos e não penetram na camada de tecido, tendo a resina da camada de resina um módulo de pelo menos cerca de 7000 psi.

Descrição geral do invento

O requerimento básico de que os fios sejam livres para se moverem e de o compósito se deslaminar durante o evento

balístico não foi ignorado neste invento. Certamente que a liberdade do fio se mover e de o compósito se deslaminar têm sido proporcionados pelo fio flexível de baixo módulo do tecido Sentinel em vez do sistema de resina entre as camadas de tecido. Duas camadas dos fios balísticos muito inflexíveis, fortemente aderentes entre si, produzem um compósito rígido mas muito fino. Um empilhamento de tais camadas rígidas finas, mesmo quando as camadas rígidas são ligadas por um fio flexível produz um compósito duro, rígido. Num compósito composto por camadas de tecido Sentinel, uma das camadas do fio deste par ligado é a camada unidireccional superior de um tecido Sentinel e a outra camada de fio fortemente aderente é a camada inferior de um segundo tecido Sentinel. No presente invento, os tecidos Sentinel são colocados em camadas com a mesma superfície para cima e os tecidos estão todos orientados com os fios urdidos na mesma direcção. Esta disposição resulta num compósito com o fio balístico unidireccional adjacente orientado 0/90 graus. A resina adere em conjunto com as camadas de tecido adjacentes formando camadas rígidas de camadas 0/90 laminadas. Estas camadas 0/90 laminadas são ligadas pelo fio flexível de baixo módulo à camada acima e abaixo. A integridade e as propriedades do compósito resultante são determinadas pela resina, a quantidade de resina e os fios flexíveis.

O fio flexível proporciona o movimento e a deslaminação requeridos das camadas do compósito e permite a utilização de resinas e adesivos com uma adesão mais agressiva do que anteriormente vista em compósitos balísticos. O fio flexível permite também a utilização de resinas e adesivos com um módulo à tracção muito maior do que anteriormente empregue. A resistência da camada de deslaminação pode ser controlada pelo fio flexível, enquanto a rigidez e a dureza do compósito são determinadas pelo tipo e quantidade de resina termoplástica e a sua adesão às fibras. A utilização de uma resina de elevado módulo possuindo um módulo de pelo menos cerca de 7000 psi, preferivelmente na gama de cerca de 25000 a cerca de 30000 psi, com uma ligação agressiva ao fio requer que a resina não penetre no tecido nem encapsule substancialmente o fio balístico. Se ocorrer alguma coisa destas a liberdade do fio balístico se mover é prejudicada e a capacidade do fio dissipar energia é substancialmente prejudicada.

A colocação da resina entre as camadas dos tecidos Sentinel pode ser controlada por vários meios. Um método é o de restringir a quantidade de resina utilizada, de modo a que exista suficiente resina para molhar mais do que a superfície dos tecidos. Em geral, a quantidade de resina utilizada é inferior a cerca de 20% em peso do peso do compósito. Para produzir um compósito rígido com uma tal baixa quantidade de resina é requerido que a resina adira bem, muito bem ao fio balístico. A rigidez no compósito é então proporcionada por duas camadas de fios com alto módulo fortemente aderentes em conjunto. Um segundo método é a utilização de uma resina com uma alta viscosidade de modo a que não flua à temperatura requerida para adesão. Muitas resinas em forma de filme satisfazem este requisito. O polietileno de baixa densidade é um destes filmes. O polietileno de baixa densidade amolece e adere aos tecidos Sentinel urdidos com fios de polietileno de peso molecular ultra elevado, mas não penetra substancialmente no tecido à temperatura requerida para adesão. O polietileno de peso molecular ultra elevado inclui, neste caso, fios balísticos do tipo descrito com mais detalhe abaixo e vendido sob os nomes comerciais Spectra e Dyneema. Outros filmes, incluindo filmes de nylon termoplásticos e ionómero e filmes de poliuretano, têm um desempenho semelhante.

A capacidade de controlar a rigidez e a dureza do laminado ao mesmo tempo que se mantém o desempenho balístico, tem várias desvantagens. Quando a ameaça a ser parada é uma ameaça relativamente deformável, tal como uma bala de 9 mm, um laminado duro deformará a bala mais do que um laminado mole e a bala deformada maior é usualmente mais fácil de parar. Similarmente, uma bala relativamente não-deformável, tal como uma bala Tokarev encamisada com aço, é mais fácil de parar com um laminado mais flexível em que a bala é mais gradualmente parada. O laminado pode ser também fabricado com camadas de diferente dureza e rigidez. Um exemplo desta estrutura é um laminado de dois componentes utilizado para reforçar uma placa de blindagem cerâmica. Uma camada de laminado rígido, duro é directamente colocada por trás da placa cerâmica em que proporciona um suporte à cerâmica durante o evento balístico. As camadas mais macias do laminado formam o reforço do compósito e absorvem a energia

por deslaminação e, deste modo, minimizam a energia transferida para o utilizador da placa de blindagem.

As camadas de tecido utilizadas no compósito do presente invento têm duas camadas de fio unidireccionais a 90° uma em relação à outra, estabilizado por um segundo tecido urdido e estão completamente descritos no documento WO 02/090866 atrás mencionado.

Os fios resistentes balísticos aqui utilizados possuem uma tenacidade de cerca de 15 gramas por denier e um módulo à tracção de pelo menos cerca de 400 gramas por denier. Exemplos de fios resistentes balísticos que podem ser utilizados são fibras de aramida, fibras de polietileno de cadeia longa, fibras de poli(p-fenileno-2, 6-benzobisoxazole) (PBO) e fibras de vidro. As fibras de aramida e de copolímero de aramida são produzidas comercialmente pela Du Pont, Twaron Products e Teijin sob os nomes comerciais de Kevlar®, Twaron® e Technora®, respectivamente. As fibras de polietileno de cadeia longa são produzidas comercialmente pela Honeywell, DSM, Mitsui e Toyobo sob os nomes comerciais de Spectra®, Dyneema® e Telemilon®, respectivamente. A fibra e o filme de polietileno são produzidos pela Synthetic Industries e vendidos sob o nome comercial de Tensylon®. O PBO é produzido pela Toyobo sob o nome comercial de Zylon®. Os polímeros de cristal líquido são produzidos sob licença sob o nome comercial de Vextron®. Podem ser utilizados outros fios balísticos.

As fibras estabilizantes, que podem ser também referidas como fios flexíveis, podem ser seleccionadas de uma larga gama de fibras. Tais fibras incluem fibras naturais, tais como de algodão, lã, sisal, linho, juta e seda. As fibras também incluem fibras e filamentos feitas pelo Homem, tais como a celulose regenerada, rayon, rayon polinósico e ésteres de celulose. As fibras incluem ainda fibras e filamentos sintéticos, tais como acrílicas, por exemplo poliacrilonitrilo, modacrílicas, tais como copolímeros de acrilonitrilo-cloreto de vinilo, poliamida, por exemplo, poli(hexametileno-adipamida) (nylon 66), policaproamida (nylon 6), poliundecanoamida (nylon 11), poliolefina, por exemplo, polietileno e polipropileno, poliéster, por exemplo, poli(tereftalato de etileno), borracha, borracha sintética e

saran. Pode ser também utilizada fibra de vidro. O denier do fio flexível pode variar de cerca de 20 a cerca de 1000 denier, dependendo das dimensões das fibras resistentes balísticas. Em geral, o fio flexível tem um diâmetro de até cerca de 14% do diâmetro do fio balístico, preferivelmente cerca de 2,5%. O fio flexível tem geralmente um módulo à tracção máximo de 1777 gramas por tex e uma resistência máxima a 3% de alongamento que é de cerca de 0,31% do fio balístico.

No tecido, o número de fios do fio balístico por polegada é de cerca de 40 a cerca de 86%, preferivelmente 50% mais ou menos um, do retesamento máximo que pode ser urdido num tecido urdido normalmente composto inteiramente pelo mesmo fio balístico com a mesma dimensão.

Numa concretização preferida deste invento, a fibra utilizada é um fio de polietileno de elevado módulo (fibra Spectra) ou um fio de poliamida (tecido de Kevlar) possuindo uma tenacidade de pelo menos cerca de 15 gramas por denier e um módulo à tracção de pelo menos cerca de 400 gramas por denier, e a resina é um filme de polietileno de baixa densidade, preferivelmente com uma densidade de cerca de 0,92 até cerca de 0,94 g/cm³. A adesão de polietileno de baixa densidade às fibras de polietileno de cadeia comprida com alto módulo é muito boa e não pode ser explicada por mera adesão mecânica. O filme parece ligar-se ou difundir-se na estrutura da cadeia comprida. O laminado construído com Spectra e filme de polietileno de baixa densidade apresenta melhorias assinaláveis de desempenho em relação às estruturas da arte precedente. A espessura total do filme de polietileno de baixa densidade pode ter uma espessura de cerca de 0,35 até cerca de 1,75 mil, que pode ser proporcionada por uma única camada ou por camadas múltiplas.

Exemplos

Exemplo 1

Este Exemplo é um Exemplo comparativo.

Um tecido Sentinel normal, estilo Banday número 4850, urdido com fio Spectra® 900 de 1200 denier, foi revestido com

um copolímero em bloco termoplástico Kraton 1107D. O tecido tinha uma trama de 16×16 e um peso por unidade de superfície de 184 g/m². Esta resina é a resina mais comum utilizada em laminados de blindagem Spectra e tem um módulo de menos do que 6000 psi. O revestimento de Kraton foi de 18% em peso. Um laminado de 16"×16" foi fabricado utilizando este tecido revestido por consolidação de 18 camadas numa prensa hidráulica com aquecimento. O material foi prensado com 150 psi durante 30 minutos a uma temperatura de 240 graus Fahrenheit antes da pressão ser libertada. O compósito acabado foi montado num suporte e atingido a tiro sem material de reforço com uma bala de 9 mm encamisada com metal. Foi determinado o V-50 do painel. O V-50 é a velocidade com que a probabilidade da bala quer pare no painel quer passe através do painel foi determinada. O valor de V-50 é uma medida comum da resistência balística do painel e é conhecido pelos que são familiares com o projecto de blindagens. É a velocidade à qual 50% de um dado tipo de projectil, quando atinge o painel, penetrará completamente o alvo. O V50 do painel foi de 1253 pés/s.

Exemplo 2

Este Exemplo ilustra uma concretização do invento.

Laminaram-se 18 camadas do tecido utilizado no Exemplo 1 com três camadas de filme de polietileno (PE) de baixa densidade de 0,35 mil entre cada camada de tecido. O filme de polietileno de baixa densidade tinha uma densidade de 0,92 g/m³ e um módulo de 25000 a 29000 psi. O material foi prensado a 150 psi durante 30 minutos a uma temperatura de 240 graus Fahrenheit. O painel foi arrefecido a 180 graus Fahrenheit antes da pressão ser libertada. O compósito acabado foi montado num suporte e atingido a tiro sem material de reforço com uma bala de 9 mm encamisada com metal. Foi determinado o desempenho V-50 do painel. O V-50 do painel foi determinado como de 1440 pés/s, significativamente superior ao V-50 do Exemplo 1.

Exemplo 3

Este Exemplo ilustra uma outra concretização do invento.

Laminaram-se 18 camadas do tecido utilizado no Exemplo 1 com uma camada de filme de PE de 0,35 mil entre cada camada de tecido. O filme de PE tinha as mesmas propriedades que foram especificadas no Exemplo 2. O material foi prensado a 150 psi durante 30 minutos a uma temperatura de 240 graus Fahrenheit. O painel foi arrefecido a 180 graus Fahrenheit antes da pressão ser libertada. O compósito acabado foi montado num suporte e atingido a tiro sem material de reforço com uma bala de 9 mm encamisada com metal. Foi determinado o desempenho V-50 do painel. O V-50 do painel foi determinado como de 1516 pés/s, significativamente superior ao V-50 do Exemplo 1.

Exemplo 4

Este Exemplo ilustra uma outra concretização do invento.

Laminaram-se 34 camadas do tecido urdido Sentinel com um fio Spectra 1000 de 650 denier com uma camada de filme de PE de 0,35 mil, entre cada camada de tecido. O filme de PE tinha as mesmas propriedades especificadas no Exemplo 2. O material foi prensado a 150 psi durante 30 minutos a uma temperatura de 240 graus Fahrenheit. O painel foi arrefecido a 180 graus Fahrenheit antes da pressão ser libertada. O compósito acabado foi montado num suporte e atingido a tiro sem material de reforço com uma bala de 9 mm encamisada com metal. Foi determinado o desempenho V-50 do painel. O V-50 do painel foi determinado como sendo de 1699 pés/s.

Exemplo 5

Este Exemplo ilustra uma concretização adicional do invento.

Laminaram-se 34 camadas do mesmo tecido Sentinel que no Exemplo 4, urdido com fio Spectra 1000 de 650 denier com três camadas de filme de PE de 0,35 mil entre cada camada de tecido. O filme de PE tinha as mesmas propriedades

especificadas no Exemplo 2. O material foi prensado a 150 psi durante 30 minutos a uma temperatura de 240 graus Fahrenheit. O painel foi arrefecido a 180 graus Fahrenheit antes da pressão ser libertada. O compósito acabado foi montado num suporte e atingido a tiro sem material de reforço com uma bala de 9 mm encamisada com metal. Foi determinado o desempenho V-50 do painel. O V-50 do painel foi determinado como de 1440 pés/s.

Exemplo 6

Este Exemplo é um Exemplo comparativo.

Um tecido Spectra, estilo Barrday número 4431, urdido com um fio Spectra 900 de 1200 denier, foi laminado com um filme de PE de 0,35 mil, tendo as mesmas propriedades especificadas no Exemplo 2. Foi fabricado um laminado de 16"×16" utilizando este tecido laminado consolidando 15 camadas na prensa hidráulica com aquecimento. O material foi prensado a 150 psi durante 30 minutos a uma temperatura de 240 graus Fahrenheit. O painel foi arrefecido a 180 graus Fahrenheit antes da pressão ser libertada. O compósito acabado foi montado num suporte e atingido a tiro sem material de reforço com uma bala de 9 mm encamisada com metal. Foi determinado o desempenho V-50 do painel. O V-50 do painel foi determinado como de 1214 pés/s. O tecido desta construção é um dos mais comuns tecidos Spectra comercialmente disponíveis.

Exemplo 7

Este Exemplo ilustra outra concretização do invento.

Laminaram-se 28 camadas do mesmo tecido Sentinel urdido com um fio Spectra 900 de 1200 denier com uma camada de filme de PE de 0,35 mil entre cada camada de tecido. O fio Spectra e o filme de PE tinha as mesmas propriedades especificadas no Exemplo 6. O material foi prensado a 150 psi durante 30 minutos a uma temperatura de 240 graus Fahrenheit. O painel foi arrefecido a 180 graus Fahrenheit antes da pressão ser libertada. O compósito acabado pesava 0,68 libras por pé quadrado. O compósito acabado foi montado num suporte e atingido a tiro sem material de reforço com uma bala de 9 mm

encamisada com metal. Foi determinado o desempenho V-50 do painel. O V-50 do painel foi determinado como sendo de 1509 pés/s. O V-50 deste painel era significativamente superior ao V-50 do Exemplo comparativo 6, mesmo embora o painel pesasse 8% menos do que no Exemplo comparativo 6.

Exemplo 8

Este Exemplo é um exemplo comparativo.

Laminaram-se 12 camadas de tecido Barrday, estilo 2182, em conjunto com um sistema de resina da Barrday, Black Thermo. O tecido é um tecido urdido liso a partir de fio Kevlar 29 de 3000 denier. O sistema de resina Black Thermo tinha um módulo de aproximadamente 1000 psi. O material foi prensado a 150 psi durante 30 minutos a uma temperatura de 250 graus Fahrenheit. O painel foi arrefecido a 180 graus Fahrenheit antes da pressão ser libertada. O painel prensado tinha uma densidade superficial de fibra de 1,20 lb/pé². O compósito acabado foi montado num suporte e atingido a tiro sem material de reforço com uma bala de 9 mm encamisada com metal. Foi determinado o desempenho V-50 do painel. O V-50 do painel foi determinado como de 1211 pés/s.

Exemplo 9

Este Exemplo é um exemplo comparativo.

Laminaram-se 12 camadas de tecido Barrday, estilo 2183, em conjunto com um sistema de resina da Barrday, Black Thermo. O tecido é um tecido urdido liso a partir de fio Twaron tipo 1000 de 3000 denier. O sistema de resina Black Thermo tinha um módulo de aproximadamente 1000 psi. O material foi prensado a 150 psi durante 30 minutos a uma temperatura de 250 graus Fahrenheit. O painel foi arrefecido a 180 graus Fahrenheit antes da pressão ser libertada. O painel prensado tinha uma densidade superficial de fibra de 1,20 lb/pé². O compósito acabado foi montado num suporte e atingido a tiro sem material de reforço com uma bala de 9 mm encamisada com metal. Foi determinado o desempenho V-50 do painel. O V-50 do painel foi determinado como de 1188 pés/s.

Exemplo 10

Este Exemplo ilustra uma outra concretização do invento.

Laminaram-se 12 camadas de tecido Barrday, estilo 2858, em conjunto com 1,75 mils de um filme de PE possuindo uma densidade de 0,92 g/m³. O tecido é um tecido urdido Sentinel de fio Kevlar 29 de 3000 denier. O filme de PE tinha um módulo na gama de 25000 a 29000 psi. O material foi prensado a 150 psi durante 30 minutos a uma temperatura de 240 graus Fahrenheit. O painel foi arrefecido a 180 graus Fahrenheit antes da pressão ser libertada. O painel prensado tinha uma densidade superficial de fibra de 0,99 lb/pé². O compósito acabado foi montado num suporte e atingido a tiro sem material de reforço com uma bala de 9 mm encamisada com metal. Foi determinado o desempenho V50 do painel. O V50 do painel foi determinado como sendo de 1440 pés/s. O V-50 deste painel era significativamente superior ao dos painéis no Exemplo 8 e Exemplo 9, enquanto que a densidade superficial do painel é significativamente inferior.

Sumário da descrição

Em resumo desta descrição, o presente invento proporciona um novo compósito balístico com propriedades balísticas superiores. São possíveis modificações dentro do domínio das reivindicações.

Lisboa, 2009-01-13

REIVINDICAÇÕES

1. Compósito resistente balístico que compreende:

camadas múltiplas de um tecido possuindo fios resistentes balísticos unidireccionais em pelo menos duas camadas, estando as camadas de fio balístico a $90^{\circ} \pm 5^{\circ}$ em relação entre si, sendo os fios balísticos estabilizados ao serem urdidos num segundo tecido, sendo o segundo tecido formado por fios possuindo uma tenacidade e um módulo à tracção substancialmente inferiores aos do fio resistente balístico, possuindo os fios resistentes balísticos uma tenacidade de pelo menos 15 gramas por denier e um módulo de pelo menos 400 gramas por denier, caracterizado por o compósito resistente balístico compreender adicionalmente

uma camada de resina entre cada par das referidas camadas múltiplas aderente aos fios resistentes balísticos mas não encapsulando os mesmos e não penetrando a camada de tecido, possuindo a resina na camada de resina um módulo de pelo menos 7000 psi.

2. Compósito de acordo com a reivindicação 1, em que o fio resistente balístico é seleccionado do grupo constituído por fibras de aramida, fibras de polietileno de cadeia prolongada, fibras de poli(p-fenileno-2,6-benzobisoxazole) (PBO) e fibras de vidro.

3. Compósito de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que os fios do segundo tecido têm um denier na gama de 20 a 1000.

4. Compósito de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 3, em que os fios do segundo tecido são seleccionados do grupo constituído por fibras naturais, fibras sintéticas e fibras de vidro.

5. Compósito de acordo com a reivindicação 4, em que a fibra natural é seleccionada do grupo constituído por algodão, lã, sisal, linho, juta e seda ou a fibra sintética é seleccionada do grupo constituído por celulose regenerada, rayon, rayon polinósico, éster de celulose, acrílicas, modacrílicas, poliamidas, poliolefinas, poliéster, borracha,

borracha sintética e saran, preferivelmente seleccionadas do grupo constituído por poli(acrilonitrilo), copolímeros de acrilonitrilo-cloreto de vinilo, poli(hexametileno-adipamida), policaproamida, poliundecanoamida, poli(etileno-adipamida), policaproamida, poliundecanoamida, polietileno, polipropileno e poli(tereftalato de etileno).

6. Compósito de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 5, em que os fios do segundo tecido possuem um elevado alongamento.

7. Compósito de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 6, em que o segundo fio rompe antes dos fios resistentes balísticos com o impacto de um projectil no compósito.

8. Compósito de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 7, em que o fio do segundo tecido possui um diâmetro até 14% do diâmetro do fio balístico, preferivelmente 2,5% do diâmetro do fio balístico.

9. Compósito de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 8, em que o fio do segundo tecido tem um módulo à tracção máximo de 1777 gramas por tex e/ou uma resistência máxima a 3% de alongamento que é 0,31% do fio balístico.

10. Compósito de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 9, em que o número de fios do fio balístico por polegada é de 40 a 85%, preferivelmente 50% mais ou menos 1, do retesamento máximo que pode ser urdido num tecido urdido normalmente composto inteiramente pelo mesmo fio balístico com a mesma dimensão.

11. Compósito de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 10, em que a camada de resina é formada por resina que possui um módulo de 25000 a 30000.

12. Compósito de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 11, em que a resina é uma camada de resina que constitui 20% em peso ou menos do peso do compósito.

13. Compósito de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 12, em que a camada de resina é formada a partir de um filme de resina.

14. Compósito de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 13, em que o fio resistente balístico é formado por polietileno e a camada de resina é formada a partir de um filme de polietileno de baixa densidade.

15. Compósito de acordo com a reivindicação 14, em que o filme de polietileno de baixa densidade possui uma espessura de 0,35 a 1,75 mil.

Lisboa, 2009-01-13

RESUMO

"Composição balística única"

Compósito balístico que compreende camadas múltiplas de um tecido possuindo fios resistentes balísticos unidireccionais em pelo menos duas camadas, e uma camada de resina entre cada par das ditas camadas múltiplas aderentes aos fios resistentes balísticos mas não encapsulando os mesmos e não penetrando na camada de tecido. As camadas de fios balísticos estão a $90^{\circ} \pm 5^{\circ}$ umas em relação às outras e os fios resistentes balísticos são estabilizados ao serem urdidos num segundo tecido. O segundo tecido é formado por fios possuindo uma tenacidade e um módulo de tracção substancialmente inferiores ao do fio resistente balístico. Os fios resistentes balísticos possuem uma tenacidade de pelo menos 15 gramas por denier e um módulo de pelo menos 40 gramas por denier. A resina na camada de resina tem um módulo de pelo menos cerca de 7000 psi.