(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 685 403**

(51) Int. CI.:

B29D 99/00 (2010.01)
B29C 70/08 (2006.01)
B29K 105/08 (2006.01)
B29K 105/10 (2006.01)
B32B 5/02 (2006.01)
B29C 45/00 (2006.01)
B32B 3/30 (2006.01)
B29K 101/12 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.07.2014 PCT/US2014/048048**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **29.01.2015 WO15013529**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2014 E 14750875 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018 EP 3024644**

(54) Título: **Artículo estructural de material compuesto**

(30) Prioridad:

24.07.2013 US 201361857806 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.10.2018

(73) Titular/es:

INTEGRATED COMPOSITE PRODUCTS INC. (100.0%)
3428 Lakeridge Place NW Suite 120
Rochester, MN 55901, US

(72) Inventor/es:

HAWLEY, RONALD CLARE y
MAZULA, DEREK JOEL

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Artículo estructural de material compuesto

Antecedentes

Las propiedades físicas de los polímeros termoplásticos se pueden mejorar mediante la incorporación de materiales de carga tales como fibras de vidrio. La incorporación de fibras de vidrio en productos poliméricos afecta beneficiosamente las propiedades de la resina, tales como resistencia a la tracción, rigidez, estabilidad dimensional y resistencia a la fluencia y la expansión térmica. Los métodos tradicionales de producción de tales artículos han sido moldeo por inyección o moldeo por compresión estándar, polímero cargado con vidrio de fibra pre-compuesto. Mientras se satisfacen ciertos objetivos en la optimización de la calidad del producto terminado, los productos de relleno convencionales han demostrado ser comercialmente costosos y de otras maneras no han estado la altura de sus objetivos en términos de peso, comportamiento al impacto y resistencia. Mejoras para la producción de artículos reforzados con fibras se desean.

El documento US5460673 divulga un componente de material compuesto que comprende dos paredes no coplanares, reforzadas por medio de refuerzo fibroso.

Sumario

La presente divulgación se refiere a artículos estructurales de material compuesto y, en particular, a artículos estructurales de material compuesto que incluye un miembro de tensión de fibras continuas y/o elemento tejido de malla abierta. El miembro de tensión de fibras continuas y/o elemento tejido de malla abierta pueden mejorar las propiedades de la estructura mientras se reduce el peso y/o el coste del artículo estructural de material compuesto.

En un aspecto, un artículo estructural de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 1 incluye un cuerpo polimérico que tiene una primera superficie principal y una segunda superficie principal opuesta, y una pluralidad de fibras que forman una dispersión de fibras dentro del cuerpo polimérico. Las fibras tienen una longitud media de menos de 15 mm y un diámetro medio de menos de 50 micrómetros. Un elemento de nervadura que se extiende lateralmente se extiende alejándose de la segunda superficie principal y tiene una longitud lateral que forma una porción del cuerpo polimérico. Un elemento de fibras continuas se extiende a lo largo y se incrusta dentro de la longitud lateral del elemento de nervadura. El elemento de fibras continuas incluye una pluralidad de fibras continuas paralelas y co-extensibles y una resina.

En otro aspecto, un artículo estructural de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 8 incluye un cuerpo polimérico que tiene una primera superficie principal y una segunda superficie principal opuesta. La segunda superficie principal es una superficie con textura. Un elemento tejido de malla abierta se incrusta dentro de y es coplanario con la superficie texturizada.

En un aspecto adicional, los artículos estructurales de material compuesto descritos en la presente memoria se forman por moldeo por inyección o moldeo por compresión, de acuerdo con la reivindicación 14.

Estas y otras características y ventajas serán evidentes a partir de una lectura de la siguiente descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

La divulgación puede entenderse más completamente tomando en consideración la siguiente descripción detallada de diversas realizaciones de la divulgación junto con los dibujos adjuntos, en los que:

la **Figura 1** es una vista en diagrama en sección transversal esquemática de un artículo estructural de material compuesto ilustrativo que incluye tanto miembros de tensión como de impacto;
la **Figura 2** es una vista en diagrama en perspectiva esquemática superior de un artículo estructural de material compuesto ilustrativo que incluye los miembros de impacto;
la **Figura 3** es una vista en diagrama en perspectiva esquemática inferior de un artículo estructural de material compuesto ilustrativo que incluye los miembros de tensión;
la **Figura 4** es una vista en diagrama esquemático superior de un artículo estructural de material compuesto curvo ilustrativo que incluye los miembros de impacto;
la **Figura 5** es una vista en diagrama esquemático frontal del artículo estructural de material compuesto curvo ilustrativo de la **Figura 4;**
la **Figura 6** es una vista en diagrama en sección transversal esquemática del artículo estructural de material compuesto curvo ilustrativo de la **Figura 4** tomada a lo largo de la línea **6-6**; y
la **Figura 7** es una vista en perspectiva de un recipiente formado de artículos estructurales de material compuesto que incluye tanto los miembros de tensión como de impacto.

Descripción detallada

En la siguiente descripción detallada, se hace referencia a los dibujos adjuntos que forman una parte de la misma, y en los que se muestran a modo de ilustración varias realizaciones específicas. Se debe entender que otras realizaciones se contemplan y pueden realizarse sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. La siguiente descripción detallada no debe, por tanto, tomarse en un sentido limitativo.

Todos los términos científicos y técnicos utilizados en la presente memoria tienen significados comúnmente utilizados en la técnica a menos que se especifique lo contrario. Las definiciones proporcionadas en la presente memoria son para facilitar la comprensión de ciertos términos utilizados con frecuencia en la presente memoria y no pretenden limitar el alcance de la presente divulgación.

A menos que se indique lo contrario, todos los números que expresan tamaños, cantidades de característica, y las propiedades físicas utilizadas en la especificación y las reivindicaciones deben entenderse como modificados en todos los casos por el término "aproximadamente". En consecuencia, a menos que se indique lo contrario, los parámetros numéricos expuestos en la descripción anterior y en las reivindicaciones adjuntas son aproximaciones que pueden variar dependiendo de las propiedades que se busca obtener por los expertos en la técnica utilizando las enseñanzas descritas en la presente memoria.

La enumeración de intervalos numéricos mediante puntos finales incluye todos los números incluidos dentro de ese intervalo (por ejemplo, 1 a 5 incluye 1; 1,5; 2; 2,75; 3; 3,80; 4, y 5) y cualquier intervalo dentro de ese rango.

Como se utiliza en esta memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares "un", "una", y "el/la" abarcan las realizaciones que tienen referentes plurales, a menos que el contenido dicte claramente lo contrario.

Tal como se utiliza en esta memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas, el término "o" se emplea generalmente en su sentido que incluye "y/o" a menos que el contenido dicte claramente lo contrario.

Como se utiliza en la presente memoria, "tener", "teniendo", "incluye", "incluyendo", "comprende", "comprendiendo" o similares se utilizan en su sentido abierto, y significan por lo general "que incluyen, pero no se limitan a". Se entenderá que “consiste esencialmente en”, “consiste en', y similares, son subsumidos en “comprendiendo”, y similares.

Debe observarse que "superior" e "inferior" (u otros términos como "superior" e "inferior" o "primer" y "segundo") se utilizan estrictamente para las descripciones relativas y no implican ninguna orientación general del artículo en que se encuentra el elemento descrito.

La presente divulgación se refiere a un artículo estructural de material compuesto y, en particular, a artículos estructurales de material compuesto que incluyen un miembro de tensión de fibras continuas y/o miembro de impacto tejido de malla abierta. El artículo estructural de material compuesto incluye una dispersión de fibras. El miembro de tensión de fibras continuas y/o miembro de impacto tejido de malla abierta puede mejorar las propiedades de la estructura mientras reduce el peso y/o el coste del artículo estructural de material compuesto. Los miembros de fibras continuas pueden proporcionar resistencia a la tracción al cuerpo polimérico. Los miembros de fibras continuas pueden colocarse estratégicamente dentro del cuerpo polimérico para proporcionar resistencia a la tracción cuando se necesita dentro del cuerpo polimérico. Los miembros de fibras continuas se incrustan en elementos de nervadura que se extienden lateralmente que forman una porción del cuerpo polimérico del artículo estructural de material compuesto, preferentemente porciones de extremo distales de los elementos de nervadura. Un elemento tejido de malla abierta se incrusta dentro del cuerpo polimérico. El elemento tejido de malla abierta puede proporcionar resistencia al impacto al cuerpo polimérico. El elemento tejido de malla abierta se puede colocar estratégicamente dentro del cuerpo polimérico para proporcionar resistencia al impacto donde se necesita dentro del cuerpo polimérico. El elemento tejido de malla abierta se incrusta en una superficie con textura del cuerpo polimérico. En algunas realizaciones, la deformación del cuerpo sólido se mitiga mediante la utilización tanto de los miembros de fibras continuas como/o del elemento tejido de malla abierta. Estos artículos estructurales de material compuesto se pueden formar de materiales poliméricos de peso ligero. Estos artículos estructurales de material compuesto poseen una alta resistencia, rigidez y alta resistencia al impacto con un peso reducido en comparación con elementos estructurales convencionales. Si bien la presente divulgación no es tan limitada, una apreciación de los diversos aspectos de la divulgación se obtendrá a través de una descripción de los ejemplos proporcionados a continuación.

El artículo estructural de material compuesto descrito en la presente memoria se forma por moldeo por inyección o moldeo por compresión. Preferentemente, el artículo estructural de material compuesto descrito en la presente memoria se forma por moldeo por inyección. Sorprendente, los grandes artículos estructurales de material compuesto planos se han formado que resistir la deformación o contracción debido a los miembros de tensión y de impacto que se describen a continuación. El artículo estructural de material compuesto descrito en la presente memoria puede tener cualquier forma o estructura física

La **Figura 1** es una vista en diagrama en sección transversal esquemática de un artículo estructural de material compuesto ilustrativo **10** que incluye tanto los miembros de tensión **30** como de impacto **40.** La **Figura 2** es una vista en diagrama en perspectiva esquemática superior de un artículo estructural de material compuesto ilustrativo **10** que incluye los miembros de impacto **40.** La **Figura 3** es una vista en diagrama en perspectiva esquemática inferior de un artículo estructural de material compuesto ilustrativo **10** que incluye los miembros de tensión **30.**

El artículo estructural de material compuesto **10** incluye un cuerpo polimérico **20** que tiene una primera superficie principal **22** y una segunda superficie principal opuesta **24.** En muchas realizaciones, la primera superficie principal **22** y la segunda superficie principal opuesta **24** son planas y paralelas entre sí. Una pluralidad de fibras forma una dispersión de fibras dentro del cuerpo polimérico **20.** Las fibras que forman esta dispersión de fibras tienen una longitud media de menos de 15 mm y un diámetro medio de menos de 50 micrómetros.

La **Figura 1** ilustra un artículo estructural de material compuesto **10** que incluye un elemento de fibras continuas (es decir, miembro de tensión) **30** que se extiende a lo largo de una longitud de la segunda superficie principal **24** y un elemento tejido de malla abierta (es decir, miembro de impacto) **40** adyacente y coplanario con la primera superficie principal opuesta **22.** El elemento de fibras continuas **30** incluye una pluralidad de fibras continuas paralelas y co-extensibles y una resina. La **Figura 1** ilustra cuatro elementos de fibras continuas **30** que se proyectan hacia fuera de la página y un elemento de fibras continuas **30** que se extiende ortogonal a los cuatro elementos de fibras continuas **30.** Se entiende que el artículo estructural de material compuesto **10** puede incluir cualquier número de elementos de fibras continuas individuales **30** paralelos y/u ortogonales entre sí.

La **Figura 2** es una vista en diagrama en perspectiva esquemática superior de un artículo estructural de material compuesto ilustrativo **10** que incluye los miembros de impacto **40.** Si bien el elemento tejido de malla abierta **40** se ilustra como visible, se entiende que el elemento tejido de malla abierta **40** se incrusta dentro del cuerpo polimérico **20** de modo que no sería necesariamente visible. El elemento tejido de malla abierta 40 se incrusta dentro y es coplanario con la segunda superficie principal opuesta **24.**

La superficie de incrustación es una superficie con textura. El término "texturizado" se refiere a una superficie que tiene una superficie ondulada uniforme o no uniforme o picos y valles a lo largo de la superficie que tienen una diferencia de altura lateral igual a al menos el diámetro de los haces de fibras que forman el elemento tejido de malla abierta **40.** En muchas realizaciones la superficie texturizada tiene ondas uniformes o no uniforme o picos y valles que tienen una diferencia de altura lateral igual a dos veces o más el diámetro de los haces de fibras que forman el elemento tejido de malla abierta **40.**

La **Figura 3** es una vista en diagrama en perspectiva esquemática inferior de un artículo estructural de material compuesto ilustrativo **10** que incluye miembros de tensión **30**. El cuerpo polimérico **20** incluye un elemento de nervadura alargado **26** que se extiende a lo largo y lejos de la primera superficie principal **22** y una segunda superficie principal opuesta **24.** El elemento de fibras continuas **30** es coextensivo con y se incrusta dentro del elemento de nervadura **26.** En muchas realizaciones, el elemento de fibras continuas **30** es coextensivo con y se incrusta dentro de una porción de extremo distal (lejos de las superficies opuestas) del elemento de nervadura **26.** Si bien el elemento de fibras continuas **30** se ilustra como visible, se entiende que el elemento de fibras continuas **30** se incrusta dentro del cuerpo polimérico **20** o elemento de nervadura **26** de modo que no sería necesariamente visible.

La **Figura 3** ilustra una realización que incluye una pluralidad de elementos de fibras continuas que se extienden en paralelo **30.** Esta Figura ilustra un artículo estructural de material compuesto **10** que incluye un conjunto de los primeros cinco elementos de nervadura paralelos **26** y un segundo conjunto de cinco elementos de nervadura paralelos **26** que son ortogonales entre sí. El artículo estructural de material compuesto **10** incluye una pluralidad de elementos de fibras continuas paralelos y ortogonales independientes **30.** El artículo estructural de material compuesto **10** incluye una dispersión de fibras, como se describe más adelante, dentro del cuerpo polimérico **20.** La dispersión de fibras puede ayudar con la reducción de la deformación de los artículos estructurales de material compuesto **10** que incluyen los elementos de fibras continuas **30,** como se describe en la presente memoria.

La **Figura 4** es una vista en diagrama esquemático superior de un artículo estructural de material compuesto curvo ilustrativo **100** que incluye un miembro de impacto **40.** La **Figura 5** es una vista en diagrama esquemático frontal del artículo estructural de material compuesto curvo ilustrativo **100** de la **Figura 4.** La **Figura 6** es una vista en diagrama esquemático de la sección transversal del artículo estructural de material compuesto curvo ilustrativo **100** de la **Figura 4** tomada a lo largo de la línea **6-6**.

La **Figura 4** es una vista de diagrama esquemático superior del artículo estructural de material compuesto curvo ilustrativo **100** que ilustra el elemento tejido de malla abierta incrustado **40** que es co-extensivo con la primera superficie principal **22** del cuerpo polimérico **20.** La segunda superficie principal opuesta **24** se curva también generalmente. La **Figura 5** es una vista en diagrama esquemático frontal del artículo estructural de material compuesto curvo ilustrativo **100,** mientras que el elemento tejido de malla abierta **40** se ilustra como visible, se entiende que el elemento tejido de malla abierta **40** se incrusta dentro del cuerpo polimérico **20** (como se ilustra en la **Figura 4**, de modo que no sería necesariamente visible. La superficie de incrustación es texturizada como se ha

descrito anteriormente.

La **Figura 7** es una vista en perspectiva de un recipiente **200** formado de artículos estructurales de material compuesto **210**, que incluye tanto los miembros de tensión **30** como de impacto **40.** El recipiente **200** se forma de al menos cuatro artículos estructurales de material compuesto **210.** Cada artículo estructural de material compuesto **210,** o lado del recipiente **200**, incluye elementos de fibras continuas **30** que se extienden a lo largo de una longitud de las nervaduras **26** en la segunda superficie principal **24** y un elemento tejido de malla abierta **40** incrustado en y coplanario con la primera superficie principal opuesta **22.** El elemento de fibras continuas **30** incluye una pluralidad de fibras continuas paralelas y co-extensibles y una resina.

En esta realización, la primera superficie principal **22** es plana y la segunda superficie principal **24** incluye una pluralidad de elementos de nervadura intersecantes **26** que se extienden lejos de la segunda superficie principal **24.** Una primera pluralidad de elementos de nervadura paralelos **26** se extienden a lo largo de una longitud del miembro de panel y una segunda pluralidad de elementos de nervadura paralelos **26** se extienden a lo largo de una anchura de los miembros de panel. La primera pluralidad de elementos de nervadura **26** intersecan con y son ortogonales a la segunda pluralidad de elementos de nervadura **26.** El elemento de fibras continuas se encuentra dentro o incrustado dentro de uno o más o todos los elementos de nervadura **26,** como se ha descrito anteriormente. El miembro de panel **210** incluye uno o más elementos tejidos de malla abierta **40** dispuestos dentro del miembro de panel **210** y en o entre la primera superficie principal **22** y una segunda superficie principal opuesta **24**, como se ha descrito anteriormente.

El cuerpo sólido o polimérico se forma de un material termoplástico. El material polimérico útil incluye polipropileno, polietileno, nylon, acrilonitrilo butadieno estireno, acrilonitrilo estireno, acrílico o estireno, por ejemplo. Los polímeros útiles adicionales incluyen poliéster PBT, poliéster PET, polioximetileno, policarbonato o sulfuro de polifenileno, por ejemplo. Material polimérico de temperatura superior comprende polisulfona, polietersulfona, polietereetercetona, o polímero de cristal líquido, por ejemplo.

El material polimérico incluye una pluralidad de fibras aleatorias que forman una dispersión de fibras en el material polimérico. Esta dispersión de fibras tiene una longitud media de fibra de menos de 15 mm o menos de 12 mm o menos de 5 mm o menos de 1 mm. La dispersión de fibras tiene una longitud media de fibra en un intervalo de 1 a 15 mm o en un intervalo de 5 a 12 mm y puede denominarse "termoplástico de fibra larga". En otras realizaciones, la dispersión de fibras tiene una longitud media de fibra en un intervalo de 0,1 a 1 mm o en un intervalo de 0,25 a 0,75 mm y puede denominarse "termoplástico de fibra corta". Las fibras que forman esta dispersión de fibras se pueden formar de materiales que son iguales o diferentes del material que forma los miembros de fibras continuas, tales como vidrio, carbono, basalto, grafito, fibras de aramida de la marca Kevlar de Dupont, materiales cerámicos, fibras naturales, fibras poliméricas, y diversos metales, por ejemplo.

La dispersión de fibras puede estar presente en el material polimérico en un intervalo del 5 al 60 % en peso. Preferentemente, la dispersión de fibras puede estar presente en el material polimérico en un intervalo del 10 al 50 % en peso, o en un intervalo del 20 al 45 % en peso, o en un intervalo del 30 al 40 % en peso. El material polimérico útil con dispersiones de fibras está comercialmente disponible por la empresa RTP, Winona, Minnesota bajo las designaciones comerciales "RTP 107" (polipropileno con 40 % en peso de dispersión de fibras de vidrio cortas) y "RTP 80107" (polipropileno con 40 % en peso de dispersión de fibras de vidrio largas), por ejemplo.

Los miembros de fibras continuas se pueden formar de cualquier material de fibra adecuado que proporcione resistencia a la tracción. Una pluralidad de fibras continuas se extienden a lo largo de un eje longitudinal de forma paralela y co-extensiva como un elemento de fibras continuas o haz que se mantiene unido con una resina. Las fibras continuas pueden estar compuestas de: vidrio, carbono, grafito, fibras de aramida de la marca Kevlar de Dupont, materiales cerámicos, fibras naturales, fibras poliméricas, y diversos metales. Cada elemento de fibra continúa o haz puede tener un diámetro en un intervalo de 250 a 5000 micrómetros o de 500 a 4000 micrómetros o de 1000 a 3000 micrómetros. Cada elemento de fibras continuas o haz puede tener al menos un 40 % en peso de fibra o al menos un 50 % en peso de fibra. Cada elemento de fibras continuas o haz tiene del 50 al 30 % en peso de resina.

En muchas realizaciones, la resina utilizada para formar el elemento de fibras continuas o haz es compatible con, o es el mismo tipo o clase de, material de resina que forma el cuerpo sólido o polimérico del elemento estructural de material compuesto. Esta configuración proporcionará un fuerte vínculo entre el elemento de fibras continuas o haz y el material de resina que forma el cuerpo sólido o polimérico del elemento estructural de material compuesto.

Las fibras continuas pueden tener cualquier diámetro adecuado, tal como de 5 a 100 micrómetros o menos de 50 micrómetros o de 10 a 50 micrómetros o por ejemplo 10 a 30 micrómetros. Los miembros de fibras continuas o haces se forman de una pluralidad de fibras continuas paralelas y co-extensibles. Los miembros de fibras continuas o haces se forman de al menos 1.000 fibras individuales o continuas paralelas y co-extensibles o de al menos 2500 fibras individuales o continuas paralelas y co-extensibles o de al menos 5.000 fibras individuales o continuas paralelas y co-extensibles o de al menos 7500 fibras individuales o continuas paralelas y co-extensibles. La pluralidad de fibras continuas co-extensibles y paralelas se dispone dentro de una resina para formar el elemento de

fibras continuas o haz, como se ha descrito anteriormente.

La fibra continua puede tener cualquier longitud adecuada y es normalmente al menos tan larga como el área deseada de refuerzo tal como la longitud de un elemento de nervadura que se describe a continuación. En muchas realizaciones la fibra continua se extiende continuamente a lo largo de una mayoría de la primera o segunda superficies opuestas. En muchas realizaciones la fibra continua tiene una longitud de al menos 0,1 metros, o 0,5 metros o 1 metro o superior a 1 metro. Las pruebas han confirmado que solo la adición del elemento de fibras continuas o haz, descrito anteriormente, puede mejorar la resistencia estructural o a la flexión o a la tracción del artículo de material compuesto en al menos dos a tres veces más que los artículos sin el elemento de fibras continuas o haz.

El elemento tejido de malla abierta o malla de fibra se puede formar de cualquier material de fibra adecuado que proporcione resistencia a la tracción en dos direcciones ortogonales y resistencia al impacto. El elemento tejido de malla abierta o malla de fibra se puede formar de una pluralidad de primeras fibras paralelas que se extienden en una primera dirección en un plano y una pluralidad de segundas fibras paralelas que se extienden en una segunda dirección (ortogonal a la primera dirección) en el plano. La primera pluralidad y la segunda pluralidad de fibras pueden componerse de: vidrio, basalto, carbono, grafito, Fibras de aramida de marca la Kevlar de DuPont, materiales cerámicos, fibras naturales, fibras poliméricas, y diferentes metales.

La malla de fibra puede tener cualquier tamaño de hueco útil para separar las fibras intersecantes. En las realizaciones preferidas, las aberturas están en un intervalo de aproximadamente 1/8 pulgadas (3,18 mm) a aproximadamente ½ pulgada cuadrada (3,23 cm^2) (1 pulgada cuadrada = 6,4516 cm^2) o en tamaño de malla de aproximadamente 8 a aproximadamente 2 malla o de aproximadamente 4 a aproximadamente 5 malla (aberturas por 25,4 mm). En muchas realizaciones la abertura tiene una distancia lateral media de al menos 1 mm o al menos 2 mm o al menos 5 mm. La malla de fibra puede tener cualquier peso útil. En muchas realizaciones, la malla de fibra tiene un peso en un intervalo de 2 a 20 oz/yd^2 (0,067 a 0,67 kg/m^2) o de 2 a 10 oz/yd^2 ((0,067 a 0,34 kg/m^2) o de 3 a 6 oz/yd^2 (0,10 a 0,20 kg/m^2)(1 oz/yd^2 = 0,0339 kg/m^2).

El elemento tejido de malla abierta o malla de fibra puede incluir una resina u otro revestimiento químico para promover la adhesión del elemento tejido de malla abierta al material de resina que forma el cuerpo sólido o polimérico del elemento estructural de material compuesto. En algunas realizaciones, el elemento tejido de malla abierta o malla de fibra puede incluir un revestimiento de resina sobre el elemento de tejido de malla abierta que es el mismo material o compatible con la formación del material de resina del cuerpo sólido o polimérico del elemento estructural de material compuesto. En otras realizaciones, el elemento tejido de malla abierta o malla de fibra puede incluir un revestimiento de resina sobre el elemento de tejido de malla abierta que no es el mismo material o no es compatible con la formación del material de resina del cuerpo sólido o polimérico del elemento estructural de material compuesto. Esta configuración de resina "no compatible" proporciona sorprendentemente un elemento estructural de material compuesto resiliente.

El elemento tejido de malla abierta o malla de fibra puede incluir un material de fibras continuas como se ha descrito anteriormente para los miembros de fibra continuos o haces. Si bien algunos de estos elementos tejidos de malla abierta incluyen un revestimiento de resina, muchas realizaciones no incluyen resina o están libre de resinas. Los elementos tejidos de malla abierta o mallas de fibras útiles están disponibles comercialmente por Saint-Gobain Adfors, Francia, bajo la designación comercial "FibaTape".

Los miembros de fibras continuas y los elementos de malla de fibra se pueden colocar en un molde adecuado y el material polimérico se dispone en el molde para formar el artículo estructural de material compuesto. Los artículos estructurales de material compuesto se forman mediante la inserción de los miembros de fibras continuas y de los elementos de malla de fibra en un material de molde y el polímero se moldea por compresión o moldea por inyección sobre los miembros de fibras continuas y los elementos de malla de fibra.

Puesto que el artículo estructural de material compuesto descrito en la presente memoria se resiste a la deformación, el artículo estructural de material compuesto se puede formar rápidamente y sin equipos de enfriamiento engorrosos o costosos que normalmente se emplean para inhibir la deformación del artículo estructural de material compuesto. Se ha descubierto que la colocación selectiva de los miembros de fibras continuas y de los elementos de malla de fibra inhibe sorprendentemente la deformación del artículo estructural de material compuesto.

El elemento tejido de malla abierta y/o elemento de fibras continuas o haz descrito en la presente memoria se pueden utilizar en artículos estructurales de material compuesto para diversas industrias, mercados y aplicaciones. Los artículos de material compuesto descritos en la presente memoria son particularmente útiles para: piezas de automóviles tales como parachoques, guardabarros; transporte, tales como palés y contenedores; aeroespacial como componentes de aviones; militar, tales como componentes de misiles; recreación tales como componentes del bastidor del vehículo.

Ejemplos

Todas las partes, porcentajes, relaciones, etc., en los ejemplos son en peso, a menos que se indique lo contrario.

Las siguientes conversiones a unidades SI se aplican:

1 pulgada = 25,4 mm
1 psi = 6894,76 Pa
1 lb = 1 libra = 0,4536 kg
1 oz/yd^2 = 0,0339 kg/m^2
1 ft-lb = 1356 J

Ejemplo 1 – Miembro de material compuesto con miembro de tensión

Un miembro de material compuesto se formó teniendo primera y segunda superficies planas y un elemento de nervadura que se extiende desde la segunda superficie opuesta. El miembro de material compuesto se forma a partir de polipropileno y 40 % en peso de una dispersión de fibras larga (RTP 80107 de la empresa RTP). La dispersión de fibras tenía una longitud media de alrededor de 12 mm y un diámetro medio de aproximadamente 20 micrómetros. Un miembro de tensión se ha incrustado dentro y a lo largo de toda la longitud de la nervadura del miembro de material compuesto. El miembro de tensión era un haz de fibras continuo o elemento formado de varios miles de fibras de vidrio paralelas y co-extensibles y se mantuvo junto con la resina de polipropileno. El haz de fibras continuo tenía 60% en peso de fibras de vidrio. El haz de fibras continuo tenía un diámetro de aproximadamente 0,1 pulgadas (2,54 mm) o aproximadamente 2500 micrómetros. El miembro de material compuesto pesaba 11,7 gramos.

Un miembro de comparación se formó con polipropileno y 40 % en peso de dispersión de fibras larga (RTP 80107 de la empresa RTP) sin el miembro de tensión (elemento de fibras continuas o haz) en el elemento de nervadura o dentro del miembro. El miembro de comparación pesó 11,6 gramos.

Resultados

La prueba de resistencia a la flexión (prueba Flex de tres puntos a intervalos de 4,5") se realizó tanto en el miembro de material compuesto del Ejemplo 1 como en el elemento de comparación del Ejemplo 1. El miembro de comparación tenía una resistencia a la tracción de aproximadamente 5000 psi (34,47 MPa). El miembro de material compuesto tuvo una resistencia a la tracción de aproximadamente 300.000 psi (2.068,43 MPa).

La prueba de fuerza de rendimiento se realizó tanto en el miembro de material compuesto del Ejemplo 1 como en el elemento de comparación del Ejemplo 1. El miembro de comparación tenía una fuerza de rendimiento de aproximadamente de 138 libras (62,6 kg). El miembro de material compuesto tuvo una fuerza de rendimiento de alrededor de 262 libras (118,84 kgf).

Ejemplo 2 - Miembro de material compuesto con miembro de impacto

El elemento de material compuesto se forma por moldeo por inyección de polipropileno y 40 % en peso de dispersión de fibras largas (RTP 80107 de la empresa RTP) en un molde de 4 pulgadas (101,6 mm) de diámetro junto con un elemento tejido de malla abierta. La dispersión de fibras tenía una longitud media de aproximadamente 12 mm y un diámetro medio de aproximadamente 20 micrómetros. El miembro de impacto era un elemento tejido de malla abierta con 2 oz/yd^2 (0,067 kg/m^2) de malla de fibra de vidrio con 8 haces de fibras por pulgada (25,4 mm) (Saint-Gobain Adfors, Francia).

Un miembro de comparación se formó con polipropileno y 40 % en peso de dispersión de fibras largas (RTP 80107 de la empresa RTP) sin el miembro de impacto (elemento tejido de malla abierta).

Resultados

La prueba de resistencia al impacto (prueba Dynatup instrumentada) se realizó tanto en el miembro de material compuesto del Ejemplo 2 como en el elemento de comparación del Ejemplo 2. El miembro de material compuesto soportó de dos a tres veces la fuerza de impacto antes de la rotura en comparación con el miembro de comparación del Ejemplo 2.

Se formaron muestras adicionales utilizando diferentes pesos de elementos tejidos de malla abierta y se probaron para el fracaso. La resina de polímero fue de una resina de co-polímero de polipropileno sin dispersión de fibras. Los resultados de la prueba se presentan a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1

Miembro de impacto		Prueba de impacto (ft-lbs (m-kg) hasta el fallo)
Ninguno	Ninguno	155 (21,43)
1,8 oz/yd^2	0,06 kg/m^2	212 (29,31)
2 oz/yd^2	0,07 kg/m^2	285 (39,40)
4,5 oz/yd^2	0,15 kg/m^2	339 (46,87)
12 oz/yd^2	0,41 kg/m^2	No se rompió a 370 (51,15)
5 15 oz/yd^2	0,51 kg/m^2	No se rompió a 370 (51,15)
20 oz/yd^2	0,68 kg/m^2	No se rompió a 370 (51,15)

Ejemplo 3 - Miembro de material compuesto con miembro de tensión y miembro de impacto

Un molde se utilizó como se ilustra en la **Figura 1-3**. Las dimensiones del molde eran 8 pulgadas (203,2 mm) de ancho por 18 pulgadas (457,2 mm) de largo por 1 pulgada (25,4 mm) de espesor. Cinco nervaduras discurrieron paralelas a la anchura y cinco nervaduras discurrieron paralelas a la longitud. Las nervaduras transversales eran ortogonales a las nervaduras longitudinales.

Se formaron artículos de material compuesto (con los miembros de tensión) utilizando polipropileno y, o bien 40 % en peso de dispersión de fibras largas (RTP 80107 de la compañía RTP) o 30 % en peso de dispersión de fibras largas (RTP 80105 de la compañía RTP) o 20 % en peso de dispersión de fibras largas (RTP 80103 de la compañía RTP). Un miembro de tensión (como se describe en el Ejemplo 1) se incrustó dentro de cada elemento de nervadura. Los ejemplos comparativos no incluyen el miembro de tensión.

Resultados

La siguiente Tabla 2 presenta los resultados de las pruebas de flexión (prueba Flex de tres puntos a intervalos de 15").

Tabla 2

Descripción del material	Prueba de flexión (libras hasta el fallo) (kg hasta el fallo)
RTP 80107 40 % de fibra	686 (311,17)
RTP 80107 40 % de fibra de + miembro de tensión	1395 (632,77)
RTP 80107 30 % de fibra	620 (281,23)
RTP 80107 30 % de fibra de + miembro de tensión	1276 (578,79)
RTP 80107 20 % de fibra	554 (251,29)
RTP 80107 20 % de fibra de + miembro de tensión	1158 (525,27)

Los resultados anteriores ilustran que el haz de fibras continuas o miembro de tensión ha aumentado la resistencia a la flexión del miembro de material compuesto de dos a tres veces sin añadir peso al miembro de material compuesto.

A continuación, los artículos compuestos (con miembros de tensión y miembros de impacto) se formaron utilizando polipropileno y, o bien 40 % en peso de dispersión de fibras largas (RTP 80107 de la compañía RTP) o 20 % en peso de dispersión de fibras largas (RTP 80103 de la compañía RTP). Un miembro de tensión (como se describe en el Ejemplo 1) se incrustó dentro de cada elemento de nervadura. El miembro de impacto (4,5 oz/yd (1,40 kg/m) malla de fibra de vidrio a 4 malla - FibaTape de Saint-Gobain Adfors, Francia) se ha incrustado dentro de la superficie plana que se ilustra en la **Figura 1**. Los ejemplos comparativos no incluyen el miembro de tensión.

Resultados

La siguiente Tabla 3 presenta los resultados de la prueba de impacto (caída de dardo).

Tabla 3

Descripción del material	Prueba de impacto (libras hasta el fallo) (kg hasta el fallo)
RTP 80107 40 % de fibra	37 (16,78)
RTP 80107 40 % de fibra de + miembro de tensión	48 (21,77)
RTP 80107 40 % elemento de fibra + miembro tensión + miembro de impacto	53 (24,04)
RTP 80107 20 % de fibra	32 (14,52)
RTP 80107 20 % de fibra + miembro de tensión	37 (16,78)
RTP 80107 20 % de fibra + miembro de tensión + miembro de impacto	42 (19,05)

Los resultados anteriores muestran que el haz de fibras continuas o miembro de tensión ha aumentado la resistencia al impacto del miembro de material compuesto y la adición del miembro de impacto ha aumentado aún más la resistencia al impacto del miembro de material compuesto.

Por lo tanto, se divulgan las realizaciones del ARTÍCULO ESTRUCTURAL DE MATERIAL COMPUESTO.

REIVINDICACIONES

1. Un artículo estructural de material compuesto (10; 100; 200) que comprende:

un cuerpo polimérico (20) que tiene una primera superficie principal (22) y una segunda superficie principal opuesta (24), estando dicho cuerpo polimérico (20) formado de un material termoplástico;
una pluralidad de fibras que forman una dispersión de fibras dentro del cuerpo polimérico (20), teniendo las fibras una longitud media de menos de 15 mm y un diámetro medio de menos de 50 micrómetros;
un elemento de nervadura que se extiende lateralmente (26) que se extiende alejándose de la segunda superficie principal (24) y que tiene una longitud lateral y que forma una parte del cuerpo polimérico (20); y
un elemento de fibras continuas (30) que se extiende a lo largo de y se incrusta dentro de la longitud lateral del elemento de nervadura (26), comprendiendo el elemento de fibras continuas (30) al menos 1000 fibras continuas paralelas y co-extensibles y una resina, teniendo el elemento de fibras continuas (30) del 50 al 30 % en peso de resina.

2. El artículo estructural de material compuesto (10; 100; 200) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende una pluralidad de elementos de nervadura que se extienden paralelos (26), comprendiendo al menos los elementos de nervadura (26) seleccionados un elemento de fibras continuas (30) que se extiende a lo largo de la longitud lateral de los elementos de nervadura (26) seleccionados.

3. El artículo estructural de material compuesto (10; 100; 200) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la dispersión de fibras tiene una longitud media de menos de 1 mm.

4. El artículo estructural de material compuesto (10; 100; 200) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el cuerpo polimérico (20) comprende del 10 % al 50 % en peso dispersión de fibras.

5. El artículo estructural de material compuesto (10; 100; 200) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento de fibras continuas (30) comprende al menos 2.500 o al menos 5.000 o al menos 7.500 de fibras continuas paralelas y co-extendidas, teniendo el elemento de fibras continuas (30) un diámetro en un intervalo de 250 a 5.000 micrómetros.

6. El artículo estructural de material compuesto (10; 100; 200) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento de fibras continuas (30) se encuentra situado en una porción de extremo distal del miembro de elemento de nervadura (26).

7. El artículo estructural de material compuesto (10; 100; 200) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el cuerpo polimérico (20) comprende un elemento tejido de malla abierta (40) incrustado dentro de y coplanario con la primera superficie principal (22) o la segunda superficie principal opuesta (24), en donde, en particular, el elemento tejido de malla abierta (40) es adyacente y coplanario con la segunda superficie principal (24) y la segunda superficie principal (24) comprende una superficie texturizada.

8. Un artículo estructural de material compuesto (10; 100; 200) que comprende:

un cuerpo polimérico (20) que tiene una primera superficie principal (22) y una segunda superficie principal opuesta (24), estando dicho cuerpo polimérico (20) formado de un material termoplástico y siendo dicha segunda superficie principal (24) una superficie texturizada;
un elemento tejido de malla abierta (40) incrustado dentro de y coplanario con la superficie texturizada;
un elemento de nervadura que se extiende lateralmente (26) que se extiende alejándose de la segunda superficie principal (24) y que tiene una longitud lateral y que forma una porción del cuerpo polimérico (20); y
un elemento de fibras continuas (30) que se extiende a lo largo de y se incrusta dentro de la longitud lateral del elemento de nervadura (26), comprendiendo el elemento de fibras continuas (30) al menos 1.000 fibras continuas paralelas y co-extendidas y una resina, teniendo el elemento de fibras continuas (30) del 50 al 30 % en peso de resina.

9. El artículo estructural de material compuesto (10; 100; 200) de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende además una pluralidad de fibras que forman una dispersión de fibras dentro del cuerpo polimérico (20), teniendo las fibras una longitud media de menos de 15 mm y un diámetro medio de menos de 50 micrómetros, en donde el cuerpo polimérico (20) comprende de un 10 % a 50 % en peso de dispersión de fibras.

10. El artículo estructural de material compuesto (10; 100; 200) de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la dispersión de fibras tiene una longitud media de menos de 1 mm.

11. El artículo estructural de material compuesto (10; 100; 200) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que el cuerpo polimérico (20) comprende polipropileno, polietileno, nylon, acrilonitrilo butadieno estireno, acrilonitrilo estireno, acrílico o estireno.

12. El artículo estructural de material compuesto (10; 100; 200) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que el cuerpo polimérico (20) comprende poliéster PBT, poliéster PET, polioximetileno, policarbonato o sulfuro de polifenileno.

13. El artículo estructural de material compuesto (10; 100; 200) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que el cuerpo polimérico (20) comprende polisulfona, polietersulfona, polietereetercetona o polímero de cristal líquido.

14. Método de formación de un artículo estructural de material compuesto (10; 100; 200) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores por moldeo por inyección o moldeo por compresión.

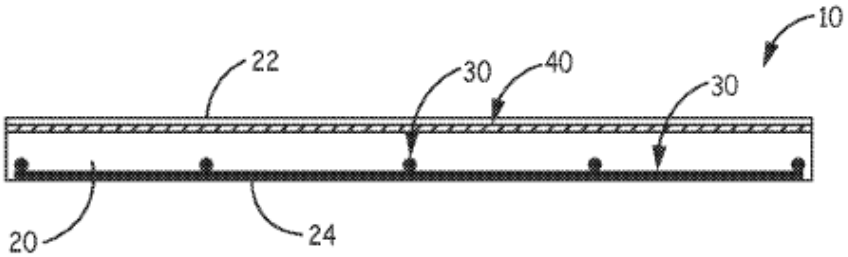

FIG. 1

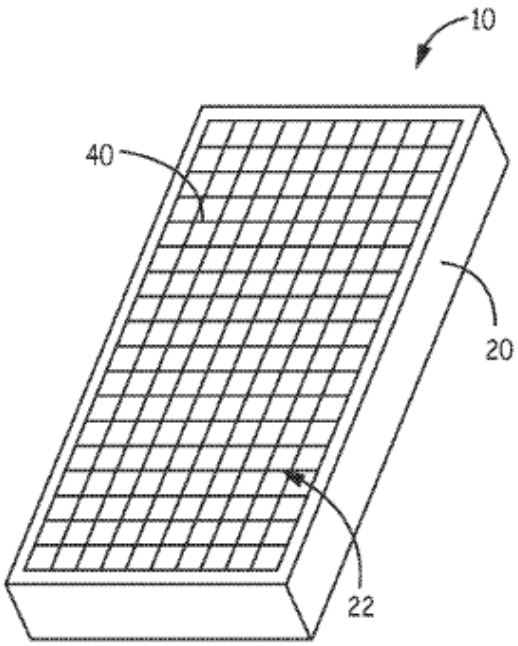

FIG. 2

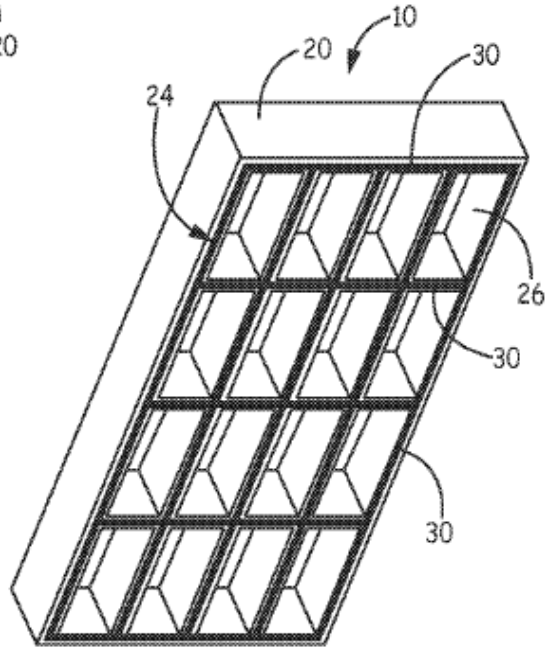

FIG. 3

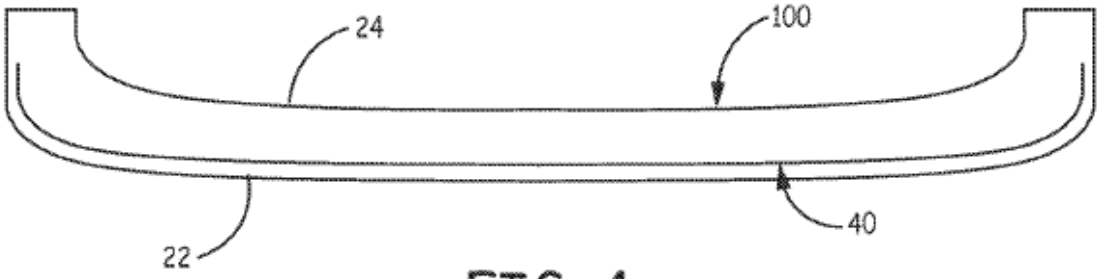

FIG. 4

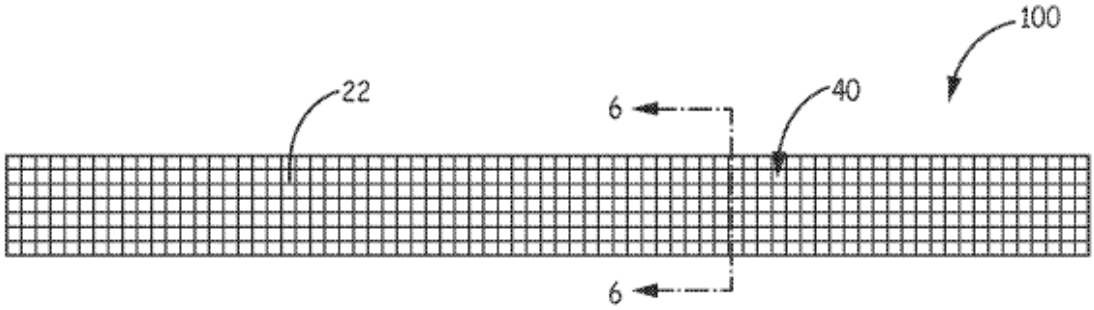

FIG. 5

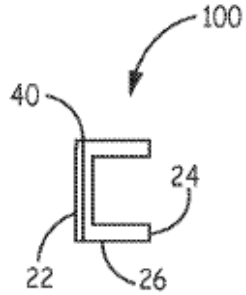

FIG. 6

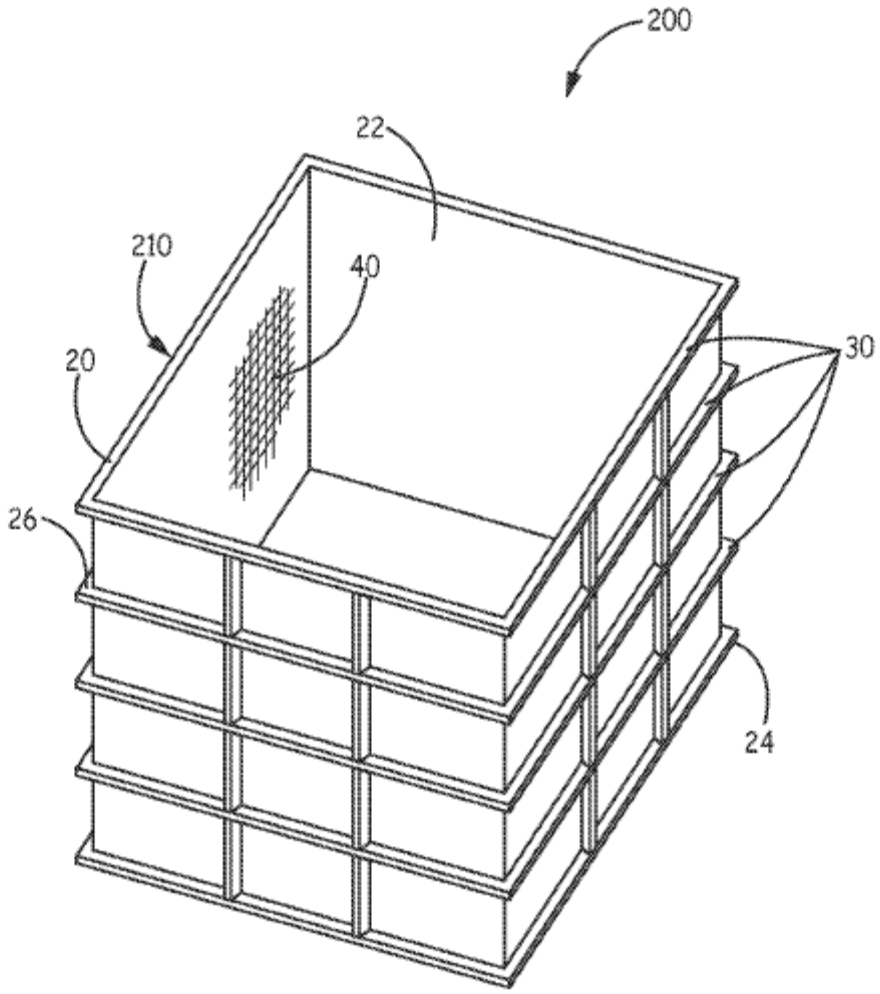

FIG. 7