

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 636 438**

51 Int. Cl.:

B32B 27/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.03.2005 PCT/US2005/010068**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.10.2005 WO05097879**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2005 E 05731379 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017 EP 1735151**

54 Título: **Láminas termoplásticas reforzadas con fibra con recubrimientos superficiales**

30 Prioridad:

26.03.2004 US 810739

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

05.10.2017

73 Titular/es:

**AZDEL, INC. (50.0%)
2000 Enterprise Drive
FOREST, VA 24551, US y
GENERAL ELECTRIC COMPANY (50.0%)**

72 Inventor/es:

**RAGHAVENDRAN, VENKATKRISHNA;
WOODMAN, DANIEL, SCOTT;
TEUTSCH, ERICH, OTTO;
BUONICONTI, RALPH, ROBERT;
DAVIS, SCOTT, MICHAEL;
BRISTOW, PAUL, ANTHONY;
CHENG, MINQUAN;
SOWLE, DANIEL, WARDELL y
DAVID, BENNY, EZEKIEL**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 636 438 T3

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

Láminas termoplásticas reforzadas con fibra con recubrimientos superficiales

Antecedentes de la invención

5 La presente invención se refiere en términos generales a láminas de material compuesto de polímero termoplástico reforzadas con fibra porosas, y más particularmente a láminas de material compuesto de polímero termoplástico reforzadas con fibra porosas que tienen recubrimientos superficiales que proporcionan al menos una de propagación de llama reducida, densidad de humo reducida, liberación de calor reducido, y emisiones de gas reducidas.

10 Las láminas de material compuesto termoplástico reforzadas con fibra porosas se han descrito en los documentos de Patente de Estados Unidos con números 4.978.489 y 4.670.331 y se usan en numerosas y diversas aplicaciones en la industria de fabricación de productos debido a la facilidad de moldeado de las láminas termoplásticas reforzadas con fibra en artículos. Por ejemplo, se han usado técnicas conocidas tales como termoestampado, moldeado por compresión, y termoformación para formar con éxito artículos a partir de láminas termoplásticas reforzadas con fibra.

15 A causa de las aplicaciones diversas, las láminas termoplásticas reforzadas con fibra se someten a diversos ensayos de rendimiento. Por ejemplo las características de propagación de llama, densidad de humo, y emisiones gaseosas de las láminas termoplásticas reforzadas con fibra son importantes cuando los artículos formados se usan en entornos que se podrían someter a un suceso de llama, tal como fuego. Debido a preocupaciones de seguridad, existe la necesidad de mejorar el rendimiento de llama, humo y toxicidad de los productos de lámina termoplástica reforzada con fibra.

20 **Breve descripción de la invención**

En un aspecto, un material laminar de material compuesto de acuerdo con la reivindicación anexa 1 se proporciona uno de una película termoplástica, una película elastomérica, una lámina delgada de metal, un revestimiento termoendurecible, un revestimiento inorgánico, un entelado basado en fibra, una tela no tejida, y una tela tejida, teniendo dicha piel un índice de oxígeno limitante mayor de aproximadamente 22, según se mide mediante la norma ISO 4589.

25 En otro aspecto, se proporciona un procedimiento para fabricar una lámina termoplástica reforzada con fibra porosa de acuerdo con la reivindicación anexa 9.

Se exponen características preferentes adicionales en las reivindicaciones dependientes anexas.

Descripción de las figuras

30 La Figura 1 es una ilustración en sección transversal de una lámina termoplástica reforzada con fibra a modo de ejemplo de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 2 es una ilustración en sección transversal de una lámina termoplástica reforzada con fibra a modo de ejemplo de acuerdo con otra realización de la presente invención.

35 La Figura 3 es una ilustración en sección transversal de una lámina termoplástica reforzada con fibra a modo de ejemplo de acuerdo con otra realización de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

Las láminas de material compuesto termoplástico reforzadas con fibra porosas de múltiples capas que tienen características de propagación de llama reducida, densidad de humo reducida, liberación de calor reducida, y emisiones de gas reducidas se describen a continuación con mayor detalle. En una realización a modo de ejemplo, 40 las láminas termoplásticas reforzadas con fibra porosas de múltiples capas incluyen una o más capas de núcleo porosas que se forman a partir de uno o más materiales termoplásticos y de aproximadamente un 20 por ciento en peso a aproximadamente un 80 por ciento en peso de fibras dispersas en el material termoplástico. Al menos una superficie de la capa de núcleo está cubierta con una piel laminada a la capa de núcleo con calor y/o presión con o sin el uso de un adhesivo o una capa de unión. Los materiales de piel se seleccionan, al menos en parte, para impartir la reducción deseada en la propagación de llama, liberación de calor, densidad de humo, y emisiones gaseosas de la lámina de material compuesto cuando se expone a un suceso de fuego. Además, la manipulación, 45 moldeabilidad y rendimiento de uso final se pueden mejorar por laminación de dos o más capas de núcleo porosas juntas que tienen diferentes materiales termoplásticos y/o diferentes fibras. Además, las pieles se pueden laminar entre las capas de núcleo para afectar a las características de rendimiento. Además, la moldeabilidad y formalidad se puede mejorar por laminación de al menos una piel a una superficie de la capa de núcleo donde la piel es al 50 menos una de un entelado basado en fibra, una tela no tejida y una tela tejida.

Por referencia a las figuras, la Figura 1 es una ilustración en sección transversal de una lámina 10 de material compuesto termoplástico reforzada con fibra a modo de ejemplo que incluye una capa 12 de núcleo porosa y las

pieles 14 y 16 laminadas a las superficies exteriores 18 y 20 de la capa 12 de núcleo. En una realización, la lámina 10 de material compuesto tiene un espesor de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 50 mm y en otra realización, un espesor de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 25 mm. Además, las pieles 14 y 16 tienen cada una un espesor en una realización de aproximadamente 25 micrómetros a aproximadamente 5 mm, y en otra realización de aproximadamente 25 micrómetros a aproximadamente 2,5 mm.

La capa 12 de núcleo se forma a partir de una red compuesta por estructuras celulares abiertas formada por cruzamiento aleatorio sobre fibras de refuerzo mantenidas juntas, al menos en parte, mediante una o más resinas termoplásticas, donde el contenido vacío de la capa 12 de núcleo porosa varía generalmente entre aproximadamente un 5 % y aproximadamente un 95 % y en particular entre aproximadamente un 30 % y aproximadamente un 80 % del volumen total de la capa 12 de núcleo. La capa 12 de núcleo porosa está compuesta por estructuras celulares abiertas formadas por cruzamiento aleatorio sobre fibras de refuerzo mantenidas juntas, al menos en parte, mediante una o más resinas termoplásticas, donde de aproximadamente un 40 % a aproximadamente un 100 % de la estructura celular está abierto y permite el flujo de aire y gases a su través. La capa 12 de núcleo tiene una densidad en una realización de aproximadamente 0,2 g/cm³ a aproximadamente 1,8 g/cm³ y en otra realización de aproximadamente 0,3 g/cm³ a aproximadamente 1,0 g/cm³. La capa 12 de núcleo se forma usando procedimientos de fabricación conocidos, por ejemplo, un procedimiento de deposición por vía húmeda, un procedimiento de deposición en aire, un procedimiento de mezcla en seco, un procedimiento de cardado y aguja, y otros procedimientos conocidos que se emplean para fabricar productos no tejidos. Las combinaciones de tales procedimientos de fabricación también son útiles. La capa 12 de núcleo incluye de aproximadamente un 20 % a aproximadamente un 80 % en peso de fibras que tienen un elevado módulo de tracción de elasticidad y una longitud media entre aproximadamente 7 y aproximadamente 200 mm, y de aproximadamente un 20 % a aproximadamente un 80 % en peso de materiales termoplásticos fibrosos o formados por partículas completamente o sustancialmente sin consolidar, donde los porcentajes en peso se basan en el peso total de la capa 12 de núcleo. En otra realización, la capa de núcleo incluye de aproximadamente un 35 % a aproximadamente un 55 % en peso de fibras. La red se calienta por encima de la temperatura de transición vítrea de las resinas termoplásticas sobre la capa 12 de núcleo para ablandar sustancialmente los materiales plásticos y se hace pasar a través de uno o más dispositivos de consolidación, por ejemplo rodillos de presión, rodillos de calandrado, laminadores de cinta doble, prensas de indexación, prensas de luz diurna múltiples, autoclaves, y otros dispositivos tales usados para la laminación y consolidación de láminas y tejidos de un modo tal que el material plástico pueda fluir y humedecer las fibras. La separación entre los elementos de consolidación en los dispositivos de consolidación se ajusta a unas dimensiones menores que la red sin consolidar y mayores que las de la red si estuviera completamente consolidada, permitiendo de este modo que la red se expanda y permanezca sustancialmente permeable después de pasar a través de los rodillos. En una realización, la separación se ajusta a unas dimensiones de aproximadamente un 5 % a aproximadamente un 10 % mayores que las de la red si estuviera completamente consolidada. Una red completamente consolidada significa una red que está completamente comprimida y sustancialmente exenta de vacío. Una red completamente consolidada tendría menos de un 5 % de contenido vacío y tendría una estructura celular abierta insignificante.

Un elevado módulo de tracción de elasticidad significa un módulo de tracción de elasticidad sustancialmente mayor que el de una lámina consolidada que podría formarse a partir de la estructura de red. Las fibras que entran dentro de esta categoría incluyen fibras de metal, inorgánicas metalizadas, sintéticas metalizadas, de vidrio, de grafito, de carbono y cerámicas y fibras tales como las fibras de aramida comercializadas con los nombres comerciales Kevlar y Nomex, y generalmente incluyen cualquier fibra que tenga un módulo de tracción mayor de aproximadamente 10.000 Mega Pascales a temperatura y presión ambiente.

Los materiales plásticos formados por partículas incluyen fibras elásticas cortas que se pueden incluir para mejorar la cohesión de la estructura de la red durante la fabricación. La unión se efectúa utilizando las características térmicas de los materiales plásticos dentro de la estructura de la red. La estructura de la red se calienta lo suficiente para hacer que el componente termoplástico funda en sus superficies a partículas y fibras adyacentes.

En una realización, las fibras de refuerzo individuales no deberían ser en promedio más cortas que aproximadamente 7 milímetros, debido a que las fibras más cortas no proporcionan generalmente un refuerzo adecuado en el artículo moldeado final. Además, las fibras no deberían ser en promedio más largas que aproximadamente 200 milímetros dado que tales fibras son difíciles de manipular en el procedimiento de fabricación.

En una realización, se usan fibras de vidrio, y con el fin de conferir resistencia estructural las fibras tienen un diámetro medio entre aproximadamente 7 y aproximadamente 22 micrómetros. Las fibras de diámetro menor de aproximadamente 7 micrómetros pueden llegar a transportarse por el aire fácilmente y pueden causar problemas de salud y seguridad medioambiental. Las fibras de diámetro mayor de aproximadamente 22 micrómetros son difíciles de manipular en procedimientos de fabricación y no refuerzan de forma eficaz la matriz de plástico después del moldeado.

En una realización, el material termoplástico está, al menos en parte, en una forma formada por partículas. Los materiales termoplásticos adecuados incluyen, pero no se limitan a, polietileno, polipropileno, poliestireno, acrilonitriloestireno, butadieno, tereftalato de polietileno, tereftalato de polibutileno, teraclorato de polibutileno, y cloruro de polivinilo, tanto plastificados como sin plastificar, y las mezclas de estos materiales entre sí o con otros

materiales poliméricos. Otros materiales termoplásticos adecuados incluyen, pero no se limitan a, éteres de poliarileno, policarbonatos, poliéstercarbonatos, poliésteres termoplásticos, polieterimidias, polímeros de acrilonitrilo-acrilato de butilo-estireno, nailon amorfo, poliarileno éter cetona, sulfuro de polifenileno, poliaryl sulfona, poliéter sulfona, polímeros cristalinos líquidos, compuestos de poli(1,4-fenileno) conocidos en el mercado como PARMAX®,
 5 policarbonatos de alta resistencia térmica tales como APEC® PC de Bayer, nailon de alta temperatura, y siliconas, así como las aleaciones y las mezclas de estos materiales entre sí o con otros materiales poliméricos. Preferentemente, el material termoplástico tiene un índice de oxígeno limitado (LOI) mayor de aproximadamente 22, según se mide de acuerdo con el procedimiento de ensayo de la norma ISO 4589. Se anticipa que se puede usar cualquier resina termoplástica que no sea atacada químicamente por agua y que se pueda ablandar lo suficiente por
 10 calor para permitir fusión y/o moldeado sin descomponerse química o térmicamente.

En una realización, las partículas de plástico no necesitan ser excesivamente finas, pero las partículas más gruesas de aproximadamente 1,5 milímetros son insatisfactorias en que no fluyen lo suficiente durante el procedimiento de moldeado para producir una estructura homogénea. El uso de partículas más grandes puede dar como resultado la reducción del módulo de elasticidad del material cuando está consolidado. En una realización, las partículas de
 15 plástico tienen no más de aproximadamente 1 milímetro de tamaño.

Por referencia a la Figura 1, las pieles 14 y 16 se forman a partir de materiales que pueden soportar temperaturas de procesamiento entre aproximadamente 200 °C y aproximadamente 425 °C. Las pieles 14 y 16 pueden ser películas termoplásticas, películas elastoméricas, láminas delgadas de metal, revestimiento termoendurecible, revestimientos inorgánicos, entelados reforzados con fibra, o materiales de tela tejida o no tejida. Cualquier material termoplástico
 20 adecuado, incluyendo mezclas de materiales termoplásticos, que tengan un LOI mayor de aproximadamente 22, según se mide de acuerdo con el procedimiento de ensayo de la norma ISO 4598, se puede usar para formar las películas termoplásticas, por ejemplo, poli(éter imida), poli(éter cetona), poli(éter-éter cetona), poli(sulfuro de fenileno), poli(éter sulfona), poli(amida-imida), poli(aryl sulfona) y las combinaciones de los mismos. Las fibras adecuadas para formar los entelados incluyen, pero no se limitan a, fibras de vidrio, fibras de aramida, fibras de carbono,
 25 fibras inorgánicas, fibras de metal, fibras sintéticas metalizadas, fibras inorgánicas metalizadas, y las combinaciones de las mismas. Preferentemente, las fibras que se usan en la formación de entelados tienen un LOI mayor de aproximadamente 22, según se mide de acuerdo con el procedimiento de ensayo de la norma ISO 4598.

En una realización, el revestimiento inorgánico incluye una capa de al menos una pasta de yeso, una pasta de carbonato de calcio, un mortero y un hormigón. El entelado basado en fibra incluye un material de cobertura no tejido liviano fabricado mediante procedimientos de deposición por vía húmeda, deposición en aire, hilado y entrelazado. El entelado basado en fibra incluye, por ejemplo, vidrio, carbono, poliacrilonitrilo, aramida, poli(p-fenilbenzobisoxazol), poli(éter-imida), poli(sulfuro de fenileno), etc. La tela no tejida incluye un material termoplástico, un aglutinante termoestable, fibras inorgánicas, fibras de metal, fibras inorgánicas metalizadas y fibras sintéticas metalizadas.
 30

Las pieles 14 y 16 se laminan a la capa 12 de núcleo mediante cualquier procedimiento de laminación adecuado usando calor y/o presión con o sin el uso de un adhesivo o una capa de unión, por ejemplo usando rodillos de presión o una máquina de laminación. Las pieles 14 y 16 se laminan al núcleo 12 después de que se haya formado, y en una realización, las pieles 14 y 16 se laminan a la capa 12 de núcleo antes de que se haya cortado en láminas de un tamaño predeterminado. En una realización, las pieles 14 y 16 se laminan a la capa 12 de núcleo después de
 40 que se haya cortado en láminas. En una realización, la temperatura del procedimiento de laminación es mayor que la temperatura de transición vítrea de las resinas termoplásticas de las pieles y la capa de núcleo, por ejemplo, mayor de aproximadamente 100 °C. En otra realización, las pieles 14 y 16 se unen a la capa 12 de núcleo a temperatura ambiente usando adhesivos termoestables y presión.

La Figura 2 es una ilustración en sección transversal de otra lámina 30 termoplástica reforzada con fibra a modo de ejemplo que incluye las capas 32 y 34 de núcleo, y las pieles 36, 38 y 40 laminadas a las capas 32 y 34 de núcleo. Particularmente, la capa 32 de núcleo incluye una primera superficie 42 y una segunda superficie 44, y la capa 34 de núcleo incluye una primera superficie 46 y una segunda superficie 48. Las capas 32 y 34 de núcleo se disponen de modo que la segunda superficie 44 de la capa 32 de núcleo sea adyacente a la primera superficie 46 de la capa 34 de núcleo. La piel 36 se sitúa sobre la primera superficie 42 de la capa 32 de núcleo, la piel 38 se sitúa sobre la segunda superficie 48 de la capa 34 de núcleo, y la piel 40 se sitúa entre la segunda superficie 44 de la capa 32 de núcleo y la primera superficie 46 de la capa 34 de núcleo. Las capas 32 y 34 de núcleo, y las pieles 36, 38, y 40 se laminan juntas para formar la lámina 30 termoplástica reforzada con fibra.
 50

Las capas 32 y 34 de núcleo, de forma similar a la capa 12 de núcleo descrita anteriormente, incluyen de aproximadamente un 20 % a aproximadamente un 80 % en peso de fibras que tienen un elevado módulo de tracción de elasticidad y de aproximadamente un 20 % a aproximadamente un 80 % en peso de material termoplástico. El material termoplástico y/o las fibras de la capa 32 de núcleo pueden ser iguales o diferentes que el material termoplástico y/o las fibras de la capa 34 de núcleo dependiendo de las propiedades deseadas de la lámina 30.
 55

Las pieles 36, 38, y 40, de forma similar a las pieles 14 y 16 descritas anteriormente, se forman a partir de materiales que pueden soportar temperaturas de procesamiento entre aproximadamente 200 °C y aproximadamente 425 °C. Las pieles 36, 38, y 40 pueden ser películas termoplásticas, entelados reforzados con fibra, y materiales de tela
 60

tejida o no tejida. Las pieles 36, 38, y 40 se pueden formar a partir de materiales iguales o se pueden formar a partir de materiales diferentes dependiendo de las propiedades deseadas de la lámina 30.

5 En una realización alternativa, la lámina 30 no incluye la piel 40 laminada entre las capas 32 y 34 de núcleo. En realizaciones alternativas adicionales, solo una de las superficies exteriores de la lámina 30 incluye una piel y/o una piel laminada entre las capas 32 y 34 de núcleo. En una realización alternativa adicional, la lámina 30 incluye una piel o una piel 40 laminada entre las capas 32 y 34 de núcleo que cubre al menos una parte de la segunda superficie 44 de la capa 32 de núcleo y la primera superficie 46 de la capa 34 de núcleo.

10 La Figura 3 es una ilustración en sección transversal de otra lámina 60 termoplástica reforzada con fibra a modo de ejemplo que incluye las capas 62, 64, y 66 de núcleo y las pieles 68, 70, 72, y 74 laminadas a las capas 62, 64, y 66 de núcleo. Particularmente, la capa 62 de núcleo incluye una primera superficie 76 y una segunda superficie 78, la capa 64 de núcleo incluye una primera superficie 80 y una segunda superficie 82, y la capa 66 de núcleo incluye una primera superficie 84 y una segunda superficie 86. Las capas 62, 64, y 66 de núcleo se disponen de un modo tal que la segunda superficie 78 de la capa 62 de núcleo es adyacente a la primera superficie 80 de la capa 64 de núcleo, y la segunda superficie 82 de la capa 64 de núcleo es adyacente a la primera superficie 84 de la capa 66 de núcleo.

15 La piel 68 se sitúa sobre la primera superficie 76 de la capa 62 de núcleo, la piel 70 se sitúa sobre la segunda superficie 86 de la capa 66 de núcleo, la piel 72 se sitúa entre la segunda superficie 78 de la capa 62 de núcleo y la primera superficie 80 de la capa 64 de núcleo, y la piel 74 se sitúa entre la segunda superficie 82 de la capa 64 de núcleo y la primera superficie 84 de la capa 66 de núcleo. Las capas 62, 64, y 66 de núcleo, y las pieles 68, 70, 72, y 74 se laminan juntas para formar la lámina 60 termoplástica reforzada con fibra.

20 Las capas 62, 64, y 66 de núcleo, de forma similar a la capa 12 de núcleo descrita anteriormente, incluyen de aproximadamente un 20 % a aproximadamente un 80 % en peso de fibras que tienen un elevado módulo de elasticidad y de aproximadamente un 20 % a aproximadamente un 80 % en peso de uno o más materiales termoplásticos. El material termoplástico y/o las fibras de cada una de las capas 62, 64, y 66 de núcleo pueden ser iguales o diferentes que el material termoplástico y/o las fibras de cada una de otra capa de núcleo dependiendo de las propiedades deseadas de la lámina 60.

25

Las pieles 68, 70, 72, y 74, de forma similar a las pieles 14 y 16 descritas anteriormente, se forman a partir de materiales que pueden soportar temperaturas de procesamiento entre aproximadamente 200 °C y aproximadamente 425 °C. Las pieles 68, 70, 72, y 74 pueden ser fibras termoplásticas, entelados reforzados con fibra, y materiales de tela tejida o no tejida. Las pieles 68, 70, 72, y 74 se pueden formar a partir de los mismos materiales o se pueden formar a partir de materiales diferentes dependiendo de las propiedades deseadas de la lámina 60. En realizaciones alternativas, la lámina 60 incluye una o más de las pieles 68, 70, 72, y 74 pero no las cuatro pieles. En otra realización, la lámina 60 incluye una o más de las pieles 68, 70, 72, y 74 cubriendo al menos una parte de las superficies de las capas 62, 64, y 66 de núcleo.

30

Las láminas de material compuesto termoplásticas reforzadas con fibra porosas que se han descrito anteriormente se pueden usar, pero sin limitarse a, en infraestructuras de construcción, aeronaves, paneles de muros laterales de trenes y navíos, paneles de techo, buques de carga, particiones de oficina, revestimiento de eje de ascensor, placas de techo, cuerpo empotrable para elementos fijos de luz y otras aplicaciones tales como las que se fabrican actualmente con estructuras emparedadas de panel de abeja, láminas termoplásticas, y FRP. Las láminas del material compuesto se pueden moldear en diversos artículos usando procedimientos conocidos en la técnica que incluyen, por ejemplo, formación a presión, formación térmica, estampado térmico, formación al vacío, formación por compresión, y formación con autoclave. La combinación de alta rigidez con respecto a la proporción en peso, capacidad para termoformarse con perfiles estirados profundos, final de reciclabilidad de vida, acústica y deseable bajo índice de propiedades de propagación de llama, liberación de calor, densidad de humo y emisión de gases hace el material compuesto termoplástico reforzado con fibra un producto más deseable que los productos que se usan en la actualidad.

35

40

45

La invención se describirá adicionalmente por referencia a los siguientes ejemplos que se presentan únicamente con el fin de ilustración y no se pretende que limiten el alcance de la invención. A menos que se indique de otro modo, todas las cantidades se enumeran como partes en peso.

El ejemplo comparativo somete a ensayo la comparación de llama, humo y emisiones gaseosas de una muestra de control denominada Muestra A y muestras a modo de ejemplo de una realización de la invención denominadas Muestras B y C. La Muestra A es una lámina reforzada con fibra porosas formada a partir de una mezcla de poli(éter-imida), disponible en el mercado en General Electric Company con el nombre comercial ULTEM, y resina de policarbonato de bisfenol A que contiene un aditivo retardante de llama basado en bromo, disponible en el mercado en General Electric Company con el nombre comercial LEXAN, las resinas mezcladas en proporciones en peso de un 5 por ciento y un 55 por ciento. Las resinas mezcladas se dispersan en una lámina reforzada con fibra porosa que contiene aproximadamente un 40 por ciento en peso de fibras de vidrio que tienen un diámetro de fibra nominal de 16 micrómetros y una longitud media de 12,7 mm. La Muestra B es la lámina reforzada con fibra porosa de la Muestra A laminada con películas de poli(éter-imida) de 76 micrómetros de espesor, disponible en el mercado en General Electric Company con el nombre comercial ULTEM, de acuerdo con una realización de la presente invención. La Muestra C es la lámina reforzada con fibra porosa de la Muestra A laminada con entelados de aramida

50

55

60

de 27 g/m², disponibles en el mercado en E.I. du Pont de Nemours and Company con el nombre comercial KEVLAR laminados sobre las superficies exteriores de acuerdo con una realización de la presente invención. La Muestra D es la lámina reforzada con fibra porosa de la Muestra A laminada con películas de polipropileno de 203,2 μm de espesor. La Muestra D es una muestra comparativa que contiene películas de polipropileno laminado que tienen un LOI de 17. Los resultados se presentan posteriormente en las Tablas I a II.

Los ensayos de ejemplo comparativo que comparan las características de llama y humo de la Muestra E, una lámina reforzada con fibra porosa formada a partir de una mezcla de resinas de poli(éter-imida) y policarbonato con una proporción en peso de un 25 por ciento cada una con un 50 por ciento en peso de fibras de vidrio de 16 micrómetros de diámetro y 12,7 mm de longitud, la Muestra F, una lámina reforzada con fibra porosa formada a partir de una mezcla de poli(éter-imida) y una resina de policarbonato basada en retardante de llama ecológico en unas proporciones en peso de un 5 y un 55 por ciento combinado con un 40 por ciento en peso de fibras de vidrio de 16 micrómetros de diámetro y 12,7 mm de longitud, la Muestra G, una lámina reforzada con fibra porosa formada a partir de resina de policarbonato con un 50 por ciento en peso de fibras de vidrio de 16 micrómetros de diámetro y 12,7 mm de longitud, la Muestra H, una lámina reforzada con fibra porosa formada a partir de polipropileno con un 55 por ciento en peso de fibras de vidrio de 16 micrómetros de diámetro y 12,7 mm de longitud, la Muestra I, una lámina reforzada con fibra porosa formada a partir de resina de éter de poliarileno con un 50 por ciento en peso de fibras de vidrio, la Muestra J, una lámina reforzada con fibra porosa formada a partir de una mezcla de policarbonato y tereftalato de polibutileno combinados en una proporción en peso de un 33 por ciento y un 17 por ciento cada uno con un 50 por ciento en peso de fibras de vidrio de 16 micrómetros de diámetro y 12,7 mm de longitud se presentan posteriormente en la Tabla IV.

Las láminas termoplásticas reforzadas con fibra de las Muestras A-J se fabricaron usando el procedimiento de fabricación de papel de deposición por vía húmeda que se describe en los documentos de Patente del Reino Unido con números 1129757 y 1329409. La lámina termoplástica reforzada con fibra se sometió además a calor y presión en un laminador de doble cinta a 325 °C y 2 bar para consolidar parcialmente la lámina y tener la resina húmeda las fibras. La Muestra B se preparó a partir de la misma lámina termoplástica reforzada con fibra que la Muestra A, pero con una película de poli(éter-imida) de 75 micrómetros de espesor cubriendo las superficies usando el laminador de doble cinta en las condiciones que se han descrito anteriormente. La Muestra C se preparó a partir de la misma lámina termoplástica reforzada con fibra que la Muestra A, pero con un entelado de aramida de 27 g/m² cubriendo las superficies usando el laminador de doble cinta en las condiciones que se han descrito anteriormente. La Muestra D se preparó a partir de la misma lámina termoplástica reforzada con fibra que la Muestra A, pero con una película de polipropileno de 203,2 μm de espesor cubriendo las superficies usando el laminador de doble cinta en las mismas condiciones que se han descrito anteriormente.

Las características de llama se midieron usando una fuente de calor radiante y una muestra del material de muestra de acuerdo con el procedimiento de la norma ASTM titulado Procedimiento convencional para inflamabilidad de superficie de materiales usando una fuente de energía térmica radiante. Se obtiene un índice de propagación de llama a partir de la tasa de progreso del frente de llama y la tasa de liberación de calor por parte del material que se somete a ensayo. Los criterios principales son el índice de propagación de llama (FSI) y las observaciones de goteo/goteo ardiente. Los requisitos de los Estados Unidos y Canadá para aplicaciones de autobuses de pasajeros para materiales de interior son un FSI de 35 o menos sin ningún goteo flamígero. El laboratorio Underwriters Laboratory (UL) requiere que las partes mayores de 10 pies cuadrados tengan un FSI de 200 o menos para obtener la catalogación del UL.

Las características de humo se midieron por exposición de las muestras de ensayo a condiciones flamígeras y no flamígeras dentro de una cámara cerrada de acuerdo con el procedimiento de la norma ASTM E-662-03 titulado Procedimiento de ensayo convencional para densidad óptica específica de humo generado por materiales sólidos. Se realizaron mediciones de transmisiones de luz y se usaron para calcular la densidad óptica específica del humo generado durante el período de tiempo del ensayo. Los criterios principales son la densidad óptica (D_s) del humo producido por una muestra expuesta a un horno radiante o un horno radiante más múltiples llamas. La densidad óptica se representa frente al tiempo durante generalmente 20 minutos. La densidad óptica máxima y el tiempo para alcanzar este máximo son resultados importantes. Las normas ferroviarias de los Estados Unidos y Canadá y algunas directrices de autobuses de los Estados Unidos y Canadá establecen una D_s máxima de 100 o menos en 1,5 minutos, y una D_s máxima de 200 o menos en 4 minutos. Las normas de Global Air establecen una D_s en 4 minutos para numerosas aplicaciones de grandes volúmenes interiores de 200 o menos.

Los requisitos de la FAA para toxicidad y llama también se midieron de acuerdo con los ensayos de la FAA BSS-7239, desarrollados por Boeing Corporation., y FAR 25.853 (a) Apéndice F, Parte IV (OSU 65/65) Calorímetro.

Una gran parte de los interiores de las cabinas de pasajeros de aeronaves necesitarán cumplir por lo general las normas ASTM E162 y ASTM E662 descritas anteriormente así como una D_s máxima de 200 en 4 minutos. Un ensayo difícil para los plásticos ha sido tradicionalmente el ensayo de liberación de calor OSU 65/65. En este ensayo, el material sometido a ensayo se expone a una fuente de calor radiante definida, y se registran las mediciones del calorímetro. Los criterios principales son la liberación de calor máxima media durante el ensayo de 5 minutos que no debería exceder 65 kW/m², y el calor total medio liberado durante los primeros 2 minutos del ensayo que no debería exceder 65 kW-min/m².

En el ensayo de combustión vertical de 60 segundos, la parte se expone a una llama abierta a pequeña escala durante 60 segundos y los criterios principales son una longitud quemada de 150 mm o menos, un tiempo después de llama de 15 segundos o menos, y goteos de tiempo de llama de 3 segundos o menos.

TABLA I

Procedimiento de ensayo	Muestra A	Muestra B	Muestra C	Muestra D
ASTM E-162:				
Índice medio de propagación de llama F_s	10	5,5	6,0	> 200
Goteos flamígeros	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Sí
ASTM E-662:				
Densidad de humo D_s en 1,5 minutos	9	2	6	6
Densidad de humo D_s en 4,0 minutos	65	25	133	133
Densidad máxima de humo D_{sMax}	315	182	289	289
FAR 25.853 (a) Apéndice F, Parte IV:				N/A
Liberación total de calor en 2 minutos	54 kW/m ²	45 kW/m ²	48 kW/m ²	
Liberación máxima de calor	54 kW/m ²	41 kW/m ²	48 kW/m ²	
Combustión vertical de 60 segundos:				
Tiempo de combustión vertical	Superado	Superado	Superado	
Longitud de combustión	91,4 mm	61,0 mm	53,3 mm	

5

TABLA II

BSS-7239: Gases	Muestra A (ppm en 4 minutos)	Muestra B (ppm en 4 minutos)
HCN	1	1
CO	200	100
NO + NO ₃	2	2
SO ₂	<1	<1
HF	<1	<1
HCl	2	1

TABLA III

Procedimiento de ensayo	Muestra E	Muestra F	Muestra G	Muestra H	Muestra I	Muestra J
ASTM E-162:						
F_s	27,5	50	45	245	39	69
Gotas flamígeras	Ninguna	Ninguna	Ninguna	F. D.*	Ninguna	Ninguna
ASTM E-662:		N/A				
D_s en 1,5 minutos	13		18	21	28	16
D_s en 4,0 minutos	114		100	146	53	79
Max. D_{sMax}	299		388	495	59	294
* F. D. = gotas flamígeras.						

- 10 Los resultados de ensayo indicados anteriormente muestran que la lámina termoplástica reforzada con fibra con pieles de poli(éter imida) de la Muestra B y con entelados de aramida de la Muestra C exhiben un índice de propagación de llama F_s reducido, una densidad de humo D_s reducida, liberación de calor reducida, y emisiones gaseosas reducidas con respecto a la Muestra A. Como se muestra en la Tabla 1, las Muestras B y C exhiben resultados de ensayo que son superiores a los resultados de ensayo de la Muestra A. Por ejemplo, las Muestras B y C exhibieron un índice de propagación de llama F_s menor, 5,5 y 6,0 respectivamente, que la Muestra A, que tuvo un F_s de 10. Particularmente, las Muestras B y C exhibieron resultados de ensayo menores para los procedimientos de ensayo de acuerdo con las normas ASTM E-162, ASTM E-662, FAR 25.853(a), y el ensayo de combustión vertical
- 15

de 60 segundos, siendo la única anomalía el resultado de densidad de humo D_s en 4 minutos de la Muestra C. El Ejemplo Comparativo D, que incluía una película termoplástica que tenía un LOI de solo 17, exhibió un índice de propagación de llama F_s de más de 200 y exhibió gotas flamígeras. Además, cada densidad D_s es significativamente mayor que el índice de propagación de llama F_s y la densidad D_s de humo en cuatro minutos de las Muestras B y C.

- 5 Aunque la invención se ha descrito en términos de diversas realizaciones específicas, los expertos en la materia reconocerán que la invención se puede poner en práctica con modificación dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Material (10) laminar de material compuesto, que comprende:

al menos una capa (12) de núcleo porosa que comprende una red de estructuras celulares abiertas formadas por cruzamiento aleatorio de fibras de refuerzo mantenidas juntas mediante al menos un material termoplástico, en el que la capa de núcleo porosa está formada por calentamiento de la red por encima de la temperatura de transición vítrea del material termoplástico para ablandar sustancialmente el material termoplástico, haciendo pasar la red calentada a través de uno o más dispositivos de consolidación ajustados a una dimensión menor que la de una red sin consolidar y mayor que la de una red si estuviera completamente consolidada, y permitiendo que la red se expanda y permanezca sustancialmente permeable después de pasar a través del dispositivo de consolidación, en el que de aproximadamente un 40 % a aproximadamente un 100 % de las estructuras celulares abiertas están abiertas y permiten el flujo de aire y gases a través de la capa de núcleo, teniendo dicha capa (12) de núcleo porosa de aproximadamente un 20 por ciento en peso a aproximadamente un 80 por ciento en peso de fibras de refuerzo en base al peso total de dicha capa de núcleo porosa, teniendo dicha capa de núcleo porosa una densidad de 0,2 g/cm³ a 1,8 g/cm³, y teniendo un contenido vacío de aproximadamente un 5 por ciento a aproximadamente un 95 por ciento en volumen de la capa de núcleo porosa, en el que dichas fibras de refuerzo tienen una longitud media de aproximadamente 7 mm a aproximadamente 200 mm; y

al menos una piel (14, 16) que cubre al menos una parte de una superficie de dicha al menos una capa de núcleo porosa, comprendiendo dicha piel al menos una de una película termoplástica, una película elastomérica, un revestimiento termoendurecible, un revestimiento inorgánico, un entelado basado en fibra, una tela no tejida, y una tela tejida, en el que dicha película termoplástica comprende al menos uno de poli(éter imida), poli(éter cetona), poli(éter-éter cetona), poli(sulfuro de fenileno), poli(arileno sulfona), poli(éter sulfona), poli(amida-imida), poli(1,4-fenileno), policarbonato, nailon, y silicona, y teniendo dicha piel un índice de oxígeno limitante mayor de 22, según se mide por la norma ISO 4589, para mejorar al menos una de las características de llama, humo, liberación de calor y emisión gaseosa del material laminar de material compuesto.

2. Material laminar de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho entelado basado en fibra comprende al menos una de fibras de vidrio, fibras de aramida, fibras de grafito, fibras de carbono, fibras de mineral inorgánico, fibras de metal, fibras sintéticas metalizadas, y fibras inorgánicas metalizadas.

3. Material laminar de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicho entelado basado en fibra comprende al menos una de poliacrilonitrilo, p-aramida, m-aramida, poli(p-fenileno 2,6, benzobisoxazol), poli(éter-imida) y poli(sulfuro de fenileno).

4. Material laminar de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la al menos una capa de núcleo porosa comprende una primera superficie y una segunda superficie; y la al menos una piel cubre al menos una parte de al menos una de dichas primera y segunda superficies.

5. Material laminar de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende:

una primera y una segunda capas de núcleo porosas, comprendiendo cada una de dichas capas de núcleo una primera y una segunda superficies, dicha segunda superficie de dicha primera capa de núcleo situada adyacente a dicha primera superficie de dicha segunda capa de núcleo; y

al menos una piel que cubre al menos una parte de al menos una de dichas primera y segunda superficies de dicha primera capa de núcleo y dichas primera y segunda superficies de dicha segunda capa de núcleo.

6. Material laminar de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicha primera capa de núcleo porosa comprende al menos uno de un material termoplástico diferente y una fibra diferente que dicha segunda capa de núcleo porosa.

7. Material laminar de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende:

una primera, una segunda, y una tercera capas de núcleo porosas, comprendiendo cada una de dichas capas de núcleo una primera y una segunda superficies, dicha segunda superficie de dicha segunda capa de núcleo situada adyacente a dicha primera superficie de dicha segunda capa de núcleo, dicha segunda superficie de dicha segunda capa de núcleo situada adyacente a dicha primera superficie de dicha tercera capa de núcleo; y

al menos una piel que cubre al menos una de dichas primera y segunda superficies de dicha primera capa de núcleo, dichas primera y segunda superficies de dicha segunda capa de núcleo, y dichas primera y segunda superficies de dicha tercera capa de núcleo.

8. Material laminar de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 7, en el que una de dichas capas de núcleo porosas comprende al menos uno de un material termoplástico diferente y una fibra diferente que al menos una de dichas otras capas de núcleo porosas.

9. Procedimiento de fabricación de una lámina termoplástica reforzada con fibra porosa, comprendiendo dicho procedimiento:

- proporcionar una lámina termoplástica reforzada con fibra porosa que comprende al menos una capa de núcleo porosa que comprende una red de estructuras celulares abiertas formada por cruzamiento aleatorio de fibras de refuerzo mantenidas juntas mediante un material termoplástico, comprendiendo dicha capa de núcleo porosa de aproximadamente un 20 por ciento en peso a aproximadamente un 80 por ciento en peso de fibras de refuerzo y teniendo una densidad de 0,2 g/cm³ a 1,8 g/cm³, y teniendo un contenido vacío de aproximadamente un 5 por ciento a aproximadamente un 95 por ciento en volumen de la capa de núcleo porosa, en el que las fibras de refuerzo tienen una longitud media de aproximadamente 7 mm a aproximadamente 200 mm, en el que la capa de núcleo porosa se forma mediante:
- 5
- 10 calentamiento de la red por encima de la temperatura de transición vítrea del material termoplástico para ablandar sustancialmente el material termoplástico, haciendo pasar la red calentada a través de uno o más dispositivos de consolidación ajustados a una dimensión menor que la de una red sin consolidar y mayor que la de una red si estuviera completamente consolidada, y
- 15 permitiendo que la red se expanda y permanezca sustancialmente permeable después de pasar a través del dispositivo de consolidación, en la que de aproximadamente un 40 % a aproximadamente un 100 % de las estructuras celulares abiertas están abiertas y permiten el flujo de aire y gases a través de la capa de núcleo;
- comprendiendo además el procedimiento laminar al menos una piel en una superficie de la lámina termoplástica reforzada con fibra porosa, comprendiendo cada piel al menos uno de una película termoplástica, una película elastomérica, un revestimiento termoendurecible, un revestimiento inorgánico, un entelado basado en fibra, una tela no tejida, y una tela tejida, en el que la película termoplástica comprende al menos uno de poli(éter imida), poli(éter cetona), poli(éter-éter cetona), poli(sulfuro de fenileno), poli(arileno sulfona), poli(éter sulfona), poli(amida-imida), poli(1,4-fenileno), policarbonato, nailon, y silicona, y teniendo la piel un índice de oxígeno limitante mayor de 22, según se mide por la norma ISO 4589, para mejorar al menos una de las características de llama, humo, liberación de calor y emisión gaseosa de la lámina termoplástica reforzada con fibra porosa.
- 20
- 25 10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el entelado basado en fibra comprende al menos una de fibras de vidrio, fibras de aramida, fibras de grafito, fibras de carbono, fibras de mineral inorgánico, fibras de metal, fibras sintéticas metalizadas, y fibras inorgánicas metalizadas.
- 30 11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el entelado basado en fibra comprende al menos uno de poliacrilonitrilo, p-aramida, m-aramida, poli(p-fenileno 2,6, benzobisoxazol), poli(éter-imida) y poli(sulfuro de fenileno).
- 35 12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicha provisión de una lámina termoplástica reforzada con fibra porosa comprende proporcionar una lámina termoplástica reforzada con fibra porosa que comprende una primera capa de núcleo porosa que tiene una primera superficie y una segunda superficie, y dicha laminación de al menos una piel comprende laminar al menos una piel que cubre al menos una de dichas primera y segunda superficies.
- 40 13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicha provisión de una lámina termoplástica reforzada con fibra porosa comprende proporcionar una lámina termoplástica reforzada con fibra porosa que comprende una primera y una segunda capas de núcleo porosas, comprendiendo cada capa de núcleo una primera y una segunda superficies, la segunda superficie de la primera capa de núcleo situada adyacente a la primera superficie de la segunda capa de núcleo, y dicha laminación de al menos una piel comprende laminar al menos una piel que cubre al menos una de la primera y la segunda superficies de la primera capa de núcleo y la primera y la segunda superficies de la segunda capa de núcleo.
- 45 14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicha provisión de una lámina termoplástica reforzada con fibra porosa comprende proporcionar una lámina termoplástica reforzada con fibra porosa que comprende una primera, una segunda, y una tercera capas de núcleo porosas, comprendiendo cada capa de núcleo una primera y una segunda superficies, la segunda superficie de la primera capa de núcleo situada adyacente a la primera superficie de la segunda capa de núcleo, la segunda superficie de la segunda capa de núcleo situada adyacente a la primera superficie de la tercera capa de núcleo, y dicha laminación de al menos una piel comprende laminar al menos una piel que cubre al menos una de la primera y la segunda superficies de la primera capa de núcleo, la primera y la segunda superficies de la segunda capa de núcleo, y la primera y la segunda superficies de la tercera capa de núcleo.
- 50 15. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la piel comprende un entelado basado en fibra.

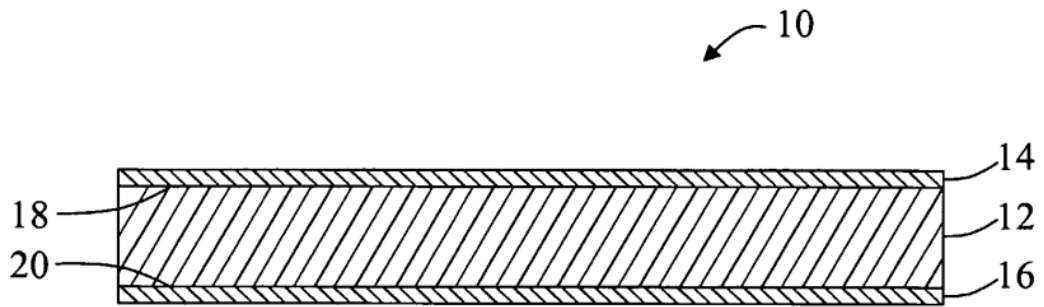


FIGURA 1

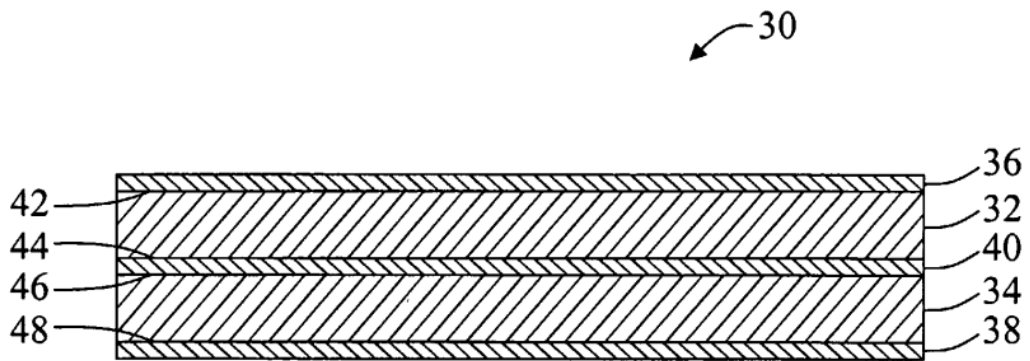


FIGURA 2

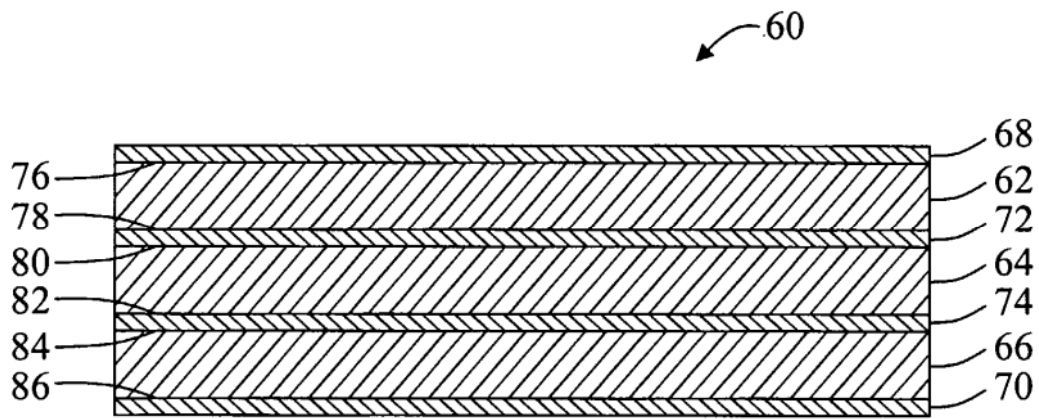


FIGURA 3