

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 009 591**

51 Int. Cl.:

<b>B29C 70/08</b>	(2006.01)
<b>B29C 70/02</b>	(2006.01)
<b>B29C 44/04</b>	(2006.01)
<b>B32B 5/18</b>	(2006.01)
<b>B32B 5/20</b>	(2006.01)
<b>B32B 5/24</b>	(2006.01)
<b>B32B 27/06</b>	(2006.01)
<b>B32B 27/08</b>	(2006.01)
<b>B32B 27/38</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.03.2016 PCT/EP2016/056332**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **28.09.2017 WO17162277**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2016 E 16711820 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2024 EP 3433095**

54 Título: **Estructuras de compuesto de capas múltiples y métodos para su preparación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.03.2025**

73 Titular/es:  
**DONKERVOORT AUTOMOBIELEN B.V. (100.00%)**  
**Pascallaan 96**  
**8218 NJ Lelystad, NL**

72 Inventor/es:  
**DONKERVOORT, JACOB ADRIANUS;**  
**WIERSMA, JORDI y**  
**GROOTEN, ROELAND JOOST**

74 Agente/Representante:  
**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

ES 3 009 591 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

Estructuras de compuesto de capas múltiples y métodos para su preparación

5 La presente invención se refiere a estructuras de compuesto de capas múltiples y a métodos para su preparación. Las presentes estructuras de compuesto de capas múltiples son ligeras y capaces de soportar grandes cargas, lo que hace que las presentes estructuras de compuesto de capas múltiples sean especialmente adecuadas para usarse como estructuras de soporte de carga, por ejemplo, en automoción. Mediante el uso de los presentes métodos, se pueden fabricar estructuras de compuesto de capas múltiples de soporte de carga ligeras y complejas de manera eficiente y rentable.

10 La aplicación general de estructuras de compuesto de capas múltiples de soporte de carga y, especialmente, de plásticos con refuerzo de fibra, tales como plásticos con refuerzo de fibra de carbono (CFRP) está creciendo a un ritmo acelerado debido a su excelente relación resistencia/peso. Sin embargo, la aplicación de estructuras de compuesto de capas múltiples de soporte de carga y, especialmente, plásticos con refuerzo de fibra de carbono sigue resultando costosa y, por lo tanto, se limita principalmente al segmento superior.

15 Este es ciertamente el caso de las estructuras de CFRP más grandes. La fabricación de componentes tales como la estructura de un automóvil (chasis) requiere la aplicación de capas múltiples de material de fibra en combinación con un material de núcleo, a menudo espuma, madera de balsa o estructura tipo panal de abeja. Se requiere un recipiente a presión (autoclave) para consolidar estas capas en una sola estructura. La inversión en las herramientas correctas y en un autoclave programable tiene un efecto enorme en los costes de producción y en la flexibilidad en la producción y el diseño. Esto hace que sea casi imposible para muchos fabricantes dar el salto a los CFRP estructurales.

20 El uso de tecnologías de producción de compuestos convencionales plantea otro inconveniente. Los moldes utilizados para la producción de componentes de compuesto son, en la mayoría de los casos, de una sola cara. Esto significa que los componentes estructurales complejos han de ensamblarse a partir de varios elementos de una sola cara. Los componentes han de prepararse y pegarse para combinarlos en una estructura funcional.

25 Hasta hace poco, la producción de componentes estructurales ligeros de CFRP era posible principalmente mediante el uso de una cámara de compresión controlada y calentada, también conocida como autoclave. Esto no ha cambiado desde la primera aplicación de compuestos de alta gama hace muchas décadas. Los costes de adquisición e instalación de un autoclave, los costes de funcionamiento, el consumo de energía, los tiempos de ciclo y el consumo de materiales adicionales son extremadamente altos. Aunque los materiales de CFRP “fuera de autoclave” se comercializan, estos materiales están limitados a aplicaciones no estructurales.

30 Los CFRP fuera de autoclave utilizan presión de vacío para consolidar las diferentes capas de fibra. La presión de vacío está limitada a alrededor de 0,98 bar. Para la consolidación de los componentes estructurales se requieren presiones más altas.

35 Una alternativa a la producción en autoclave es el moldeo por transferencia de resina (RTM). Esta tecnología utiliza una serie de moldes complejos e inyecta resina en las fibras secas dispuestas dentro de los moldes. El RTM puede ser viable para volúmenes muy grandes, pero la inversión inicial para el RTM es, en la mayoría de los casos, superior a la producción en autoclave. En segundo lugar, se inyecta un exceso de resina en las fibras secas, lo que hace que el producto sea pesado, ineficiente y aumente el impacto en el medio ambiente. El documento JP H04332612A describe las características del preámbulo de la reivindicación 1.

40 Un objetivo de la presente invención, entre otros objetivos, consiste en evitar al menos parcialmente o en su totalidad, los problemas anteriores asociados a las estructuras de compuesto de capas múltiples de soporte de carga y, especialmente, con los plásticos con refuerzo de fibra, tales como los plásticos con refuerzo de fibra de carbono (CFRP).

45 Este objetivo de la presente invención, entre otros objetivos, se obtiene dando a conocer métodos y estructuras de compuesto de capas múltiples, como se describe en las reivindicaciones adjuntas.

50 Específicamente, según un primer aspecto, la presente invención se refiere a un método para producir una estructura de compuesto de capas múltiples como se define en la reivindicación 1.

55 En el contexto de la presente invención, la presión relativa se define como la diferencia de presión dentro del molde en comparación con la presión directamente fuera del molde, es decir, la presión dentro del molde es siempre al menos 0,1 bar más alta que la presión directamente fuera del molde.

60 Sorprendentemente, los presentes inventores han descubierto que, mediante el método anterior, se pueden fabricar estructuras de compuesto de capas múltiples de soporte de carga de manera eficiente y rentable. Con respecto a las presiones alcanzables en la etapa (d), además de mediante el control de la temperatura, las presiones deseadas se pueden obtener variando la cantidad de microesferas termoexpandibles no expandidas en la mezcla, por ejemplo, añadiendo adicionalmente microesferas termoexpandibles expandidas previamente a la mezcla.

65

Los moldes usados en el método anterior son cualquier molde que se pueda sellar o cerrar, capaz de soportar las presiones y temperaturas generadas durante la etapa (d). Inherentemente, el molde proporciona la imagen negativa o inversa de una estructura de compuesto de capas múltiples que se va a fabricar.

5 La presente mezcla, compuesta por microesferas termoexpandibles no expandidas y una resina curable puede complementarse opcionalmente con microesferas termoexpandibles expandidas previamente, que forman el núcleo interno y proporcionan, a través de una expansión, una presión suficiente dentro del molde para obtener las presentes estructuras de compuesto de capas múltiples ligeras, capaces de soportar una gran carga.

10 Dependiendo del número y la naturaleza de las capas utilizadas, la temperatura y el tiempo utilizados en la etapa (d) pueden variar. Dichas variaciones forman parte del conocimiento de una persona experta en la técnica. Las presiones relativas adecuadas están en el intervalo de 2 a 10 bar. Dichas presiones se pueden obtener fácilmente a temperaturas en el intervalo de 80 °C a 140 °C, preferiblemente, de 90 °C a 120 °C. Los tiempos adecuados para usar en el presente método están en el intervalo de 1 minuto a 230 minutos, tal como de 10 minutos a 230 minutos, 15 preferiblemente, de 15 minutos a 120 minutos, más preferiblemente, de 20 minutos a 60 minutos, dependiendo de la distribución del calor con el molde y del tiempo necesario para curar la resina termocurable.

20 Un elemento esencial en el presente método es el uso de microesferas termoexpandibles. Las microesferas termoexpandibles son esferas microscópicas que comprenden una carcasa termoplástica, que encapsula un hidrocarburo de bajo punto de ebullición, tal como isobutano. Cuando se calienta a una temperatura suficiente para ablandar la carcasa termoplástica, el aumento de la presión del hidrocarburo hará que las microesferas se expandan. El volumen de la microesfera puede aumentar de 35 a 80, tal como, de 35 a 40 veces. Las microesferas expandibles son generalmente blanquecinas, pueden tener un diámetro promedio de 6 a 40 micrómetros y pueden tener una densidad de 900 a 1400 kg/m<sup>3</sup> (6,5 a 30 kg/m<sup>3</sup>). Se conoce el uso de las microesferas expandibles como agente de expansión en productos tales como 25 revestimientos de bajos de automóviles o el moldeo por inyección de termoplásticos. Las microesferas expandidas son blancas, pueden tener un diámetro promedio de 15 a 120 micrómetros y pueden tener una densidad de 25 a 70 kg/m<sup>3</sup> (25 a 70 kg/m<sup>3</sup>). Las microesferas adecuadas se describen, por ejemplo, en el documento US 3.615.972.

30 En el contexto de la presente invención, una mezcla que comprende microesferas termoexpandibles no expandidas y una resina curable, tal como una resina epoxídica puede complementarse además con aditivos para colorear y alterar las especificaciones del material, tales como la resistencia a la compresión, la flexibilidad, las propiedades térmicas, etc.

35 En general, las resinas no curadas, tales como las resinas epoxídicas tienen malas propiedades mecánicas, químicas y de resistencia al calor. Sin embargo, se obtienen buenas propiedades al permitir que la resina reaccione con agentes de curado adecuados para formar estructuras termoestables reticuladas tridimensionales. Este proceso se denomina comúnmente curado.

40 El curado se puede lograr haciendo reaccionar una resina consigo misma (homopolimerización) o formando un copolímero con agentes de curado o endurecedores polifuncionales. Clases comunes de endurecedores para resinas incluyen aminas, ácidos, anhídridos de ácido, fenoles, alcoholes y tioles.

45 Las presentes resinas se curarán a temperaturas elevadas, tales como temperaturas de hasta 140 °C. La temperatura de curado debería alcanzar normalmente la temperatura de transición vítrea (T<sub>g</sub>) de la red completamente curada para lograr las máximas propiedades. En el presente método, se pueden usar endurecedores que presentan una reactividad baja o limitada a temperatura ambiente, pero que reaccionan con las resinas a temperatura elevada.

La reacción de curado de la resina se puede acelerar mediante la adición de pequeñas cantidades de aceleradores. Las aminas terciarias, los ácidos carboxílicos y los alcoholes (especialmente los fenoles) son aceleradores eficaces.

50 Según el presente método, la mezcla que forma el núcleo interior se modifica adicionalmente añadiendo fibras de refuerzo de resistencia, tales como nanotubos de carbono o fibra de carbono, lo que influye adicionalmente en las propiedades mecánicas del núcleo interior de espuma.

55 Según otra realización preferida, el presente molde puede estar dotado de una capa generadora de calor en su superficie interior. Dicha capa está en contacto próximo con la presente estructura de compuesto de capas múltiples dispuestas previamente y permite un calentamiento y, por lo tanto, un curado controlado y preciso. Esta realización resulta especialmente adecuada para estructuras grandes y/o complejas, especialmente con respecto a estas últimas, por lo que la capa generadora de calor permite diferencias locales en el calentamiento, lo que permite un curado uniforme y controlado del producto final. Una capa generadora de calor puede estar formada por una película o malla metálica, que 60 permite un calentamiento eléctrico y/o proporciona una mejor transferencia de calor a la estructura que se va a curar.

También con respecto al curado controlado y uniforme del producto final, el presente método usa, según otra realización preferida adicional, moldes dotados de unos medios de detección de temperatura, capaces de medir la temperatura dentro del molde. Obviamente, la medición directa, preferiblemente, en tiempo real de la temperatura mejora adicionalmente el curado uniforme y controlado del producto final.

65

Según una realización especialmente preferida, el molde usado en el presente método comprende un material a base de epoxi. El uso de dicho molde permite obtener medios rentables para diseñar moldes y, además, permite la fabricación de formas complejas.

5 Según otra realización especialmente preferida, las presentes dos o más capas se seleccionan del grupo que consiste en una capa de fibra de carbono, una capa de fibra de aramida y una capa de fibra de vidrio.

Una capa de fibra de carbono comprende haces de filamentos de carbono individuales continuos que se mantienen unidos, generalmente protegidos por un revestimiento orgánico de óxido de polietileno (PEO) o alcohol polivinílico (PVA). Cada filamento de carbono es un cilindro continuo generalmente con un diámetro de 5 a 10 micrómetros. La estructura atómica de una fibra de carbono es similar a la del grafito, que consiste en láminas de átomos de carbono dispuestas en un patrón hexagonal regular. La fibra de carbono se utiliza para reforzar materiales de compuesto. También se pueden usar materiales no poliméricos como matriz para fibras de carbono. El carbono reforzado con carbono (RCC) consiste en grafito reforzado con fibra de carbono y se usa estructuralmente en aplicaciones de alta temperatura. La fibra también se utiliza en la filtración de gases a alta temperatura, como un electrodo con una gran área de superficie y una resistencia a la corrosión impecable, y como componente antiestático. El moldeo de una capa fina de fibras de carbono mejora significativamente la resistencia al fuego de los polímeros o compuestos termoestables, ya que una capa densa y compacta de fibras de carbono refleja el calor de manera eficiente.

20 Las fibras de aramida son una clase de fibras sintéticas resistentes al calor y fuertes. Se utilizan en aplicaciones aeroespaciales y militares, para tejidos de chalecos antibalas y compuestos balísticos, en neumáticos de bicicletas y como sustituto del amianto. Las aramiditas se preparan generalmente mediante la reacción entre un grupo amina y un grupo haluro de ácido carboxílico. Las aramiditas más conocidas son Kevlar, Twaron, Nomex, New Star y Teijinconex. Nomex, Teijinconex y New Star contienen predominantemente el enlace meta y son polimetafenilenoisofalamidas (MPIA). Tanto el Kevlar como el Twaron son tereftalamidas de p-fenileno (PPTA).

Las fibras de vidrio se forman cuando se extruyen hebras finas de vidrio en base a sílice u otra formulación hasta formar numerosas fibras con diámetros pequeños. Los tipos más comunes de fibra de vidrio que se utilizan en la fibra de vidrio son el vidrio E, que es vidrio de aluminoborosilicato con menos del 1 % en peso de óxidos alcalinos, que se utiliza principalmente para plásticos con refuerzo de vidrio. Otros tipos de vidrio utilizados son el vidrio A (vidrio alcalino calcáreo con poco o nada de óxido de boro), el vidrio E-CR (resistencia eléctrica/química; silicato de aluminio y cal con menos del 1 % en peso de óxidos alcalinos, con alta resistencia a los ácidos), vidrio C (vidrio alcalino calcáreo con alto contenido de óxido de boro, utilizado para fibras de vidrio discontinuas y aislamiento), vidrio D (vidrio de borosilicato, denominado así por su baja constante dieléctrica), vidrio R (vidrio de silicato de aluminio sin MgO ni CaO con altos requisitos mecánicos, tales como refuerzo) y vidrio S (vidrio de silicato de aluminio sin CaO, pero con alto contenido en MgO con alta resistencia a la tracción).

Según otra realización adicional especialmente preferida de la presente invención, las dos o más capas actuales comprenden al menos una capa de fibra de carbono o una capa de fibra de vidrio, lo que permite la fabricación de plásticos con refuerzo de fibra y, especialmente, plásticos con refuerzo de fibra de carbono (CFRP).

Según otra realización preferida adicional, el presente método da a conocer estructuras de compuesto de capas múltiples con una estructura de superficie que comprende, además del presente núcleo interior de espuma, tres capas, cuatro capas o 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 o 20 capas.

Según la presente invención, la una o más, preferiblemente, la totalidad de las presentes dos o más capas se impregnan previamente con una resina curable, preferiblemente, una resina epoxídica.

Teniendo en cuenta las propiedades beneficiosas, tales como las propiedades de soporte de carga ligeras, la presente invención se refiere, según otro aspecto, a estructuras de compuesto de capas múltiples que se pueden obtener con los presentes métodos.

De nuevo, teniendo en cuenta las propiedades beneficiosas, tales como las propiedades de soporte de carga ligeras, la presente invención se refiere a estructuras de compuesto de capas múltiples como se definen en la reivindicación 9.

Las capas de las presentes estructuras de compuesto de capas múltiples se seleccionan preferiblemente del grupo que consiste en una capa de fibra de carbono, una capa de fibra de aramida y una capa de fibra de vidrio, y las dos o más capas se seleccionan preferiblemente del grupo que consiste en tres capas, cuatro capas o 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 o 20 capas.

Las presentes estructuras de compuesto de capas múltiples son resistentes y ligeras y, por lo tanto, particularmente adecuadas para su uso en varias aplicaciones.

Por ejemplo, las presentes estructuras de compuesto de capas múltiples se pueden usar en automóviles. Las estructuras de compuesto de capas múltiples son aplicables a vehículos eléctricos, así como a vehículos convencionales impulsados por combustibles fósiles. Al reducir el umbral para la implementación de la tecnología en la industria automotriz, se reducirá el peso total del vehículo, así como la inversión. En el transporte de pasajeros,

un tercio del consumo de combustible está determinado por el peso del vehículo. Esto se traduce aproximadamente en un ahorro de entre 0,3 y 0,5 litros de combustible por cada 100 kg de reducción de peso. A escala global, las actuales estructuras de compuesto de capas múltiples podrían reducir drásticamente el consumo de combustible.

5 Las actuales estructuras de compuesto de capas múltiples proporcionan un enfoque revolucionario en el diseño de vehículos y en el diseño de componentes de compuesto en general. Al crear una presión en el núcleo del componente, es posible crear estructuras integradas que no son viables en el estado actual de la tecnología CFRP. Sin embargo, las presentes estructuras de compuesto de capas múltiples no se limitan a la industria automotriz. Existen numerosas industrias en las que las actuales estructuras de compuesto de capas múltiples podrían ser beneficiosas.

10 En la industria médica, las prótesis podrían ser más ligeras e integrar más funcionalidad. Las formas complejas se realizan fácilmente, lo que hace que las prótesis de CFRP personalizadas y robustas sean más viables desde el punto de vista comercial. En robótica, los drones grandes podrían ser más rentables, lo que reduciría al mismo tiempo el peso. Esto podría impulsar el desarrollo de drones para el transporte de mercancías. En la automatización industrial, la velocidad de los robots industriales está limitada por la masa de sus componentes. Los robots industriales podrían resultar mucho más ágiles y acelerar la producción. En el caso de las bicicletas eléctricas, al crear estructuras ligeras para bicicletas eléctricas, se puede reducir el tamaño de los paquetes de baterías.

REIVINDICACIONES

1. Método para producir un componente de soporte de carga estructural en equipos médicos, prótesis, equipo deportivo, robots industriales, construcción, vehículos, barcos, automóviles, motores o bicicletas, el método comprende las etapas de:
  - a) disponer un molde para dicho componente de soporte de carga estructural;
  - b) estratificar en dicho molde dos o más capas que forman la superficie exterior de dicho componente de soporte de carga estructural;
  - c) llenar dicho molde estratificado con una mezcla que comprende microesferas termoexpandibles no expandidas y una resina curable y cerrar dicho molde;
  - d) someter dicho molde cerrado a una temperatura interior de 80 °C a 140 °C durante 2 a 230 minutos, para proporcionar así una presión relativa en dicho molde cerrado de 2 a 10 bar mediante la expansión de dichas microesferas termoexpandibles, de manera que se forme un componente de soporte de carga estructural en dicho molde con un núcleo interior con refuerzo de espuma y una superficie exterior de capas múltiples; y
  - e) separar el componente de soporte de carga estructural de dicho molde;

en donde el molde es un molde que se puede sellar o cerrar, capaz de soportar las presiones y temperaturas generadas durante la etapa (d) y proporcionar la imagen negativa o inversa del componente de soporte de carga estructural producido; y **caracterizado porque** dicha mezcla comprende además fibras de refuerzo de resistencia, preferiblemente, nanotubos de carbono y/o fibra de carbono.
2. Método según la reivindicación 1, en donde dicha resina curable es una resina epoxídica.
3. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde dicho molde se dota de una capa generadora de calor en su superficie interior y/o dicho molde se dota de unos medios de detección de temperatura, capaces de medir la temperatura dentro de dicho molde.
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde dicho molde comprende un material a base de epoxi, preferiblemente, un material de espuma a base de epoxi.
5. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde dichas dos o más capas se seleccionan del grupo que consiste en una capa de fibra de carbono, una capa de fibra de aramida y una capa de fibra de vidrio.
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde dichas dos o más capas comprenden al menos una capa de fibra de carbono o al menos una capa de fibra de vidrio.
7. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde las dos o más capas se seleccionan del grupo que consiste en 3 capas, 4 capas, 5 capas, 6 capas, 7 capas, 8 capas, 9 capas, 10 capas, 11 capas, 12 capas, 13 capas, 14 capas, 15 capas, 16 capas, 17 capas, 18 capas, 19 capas y 20 capas.
8. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde una o más, preferiblemente, la totalidad de dichas dos o más capas se impregnan previamente con una resina curable, preferiblemente, una resina epoxídica.
9. Componente de soporte de carga estructural en equipos médicos, prótesis, equipo deportivo, robots industriales, construcción, vehículos, barcos, automóviles, motores o bicicletas, que se puede obtener con un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, dicho componente de soporte de carga estructural comprende un núcleo interior que comprende una espuma de microesferas termoexpandibles expandidas con refuerzo de resina con suplemento de fibras de refuerzo de resistencia estructural, preferiblemente, nanotubos de carbono y/o fibra de carbono, una resina curada y una superficie exterior que comprende al menos dos o más capas curadas.
10. Componente de soporte de carga estructural según la reivindicación 9, en donde dichas dos o más capas se seleccionan del grupo que consiste en una capa de fibra de carbono, una capa de fibra de aramida y una capa de fibra de vidrio.
11. Componente de soporte de carga estructural según cualquiera de las reivindicaciones 9 o 10, en donde las dos o más capas se seleccionan del grupo que consiste en 3 capas, 4 capas, 5 capas, 6 capas, 7 capas, 8 capas, 9 capas, 10 capas, 11 capas, 12 capas, 13 capas, 14 capas, 15 capas, 16 capas, 17 capas, 18 capas, 19 capas y 20 capas.