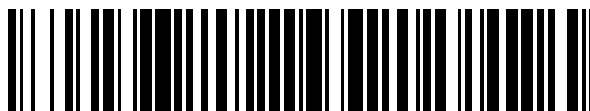


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 653 952**

51 Int. Cl.:

**B29B 11/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.02.2011 PCT/EP2011/000486**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.08.2011 WO11101094**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.02.2011 E 11703826 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.10.2017 EP 2536546**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de un producto semiacabado en forma de placa de material compuesto de fibra, y producto semiacabado así obtenido**

30 Prioridad:

**17.02.2010 DE 102010008370**

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

**09.02.2018**

73 Titular/es:

**SGL AUTOMOTIVE CARBON FIBERS GMBH & CO. KG (100.0%)**

**Anton-Ditt-Bogen 5  
80939 München, DE**

72 Inventor/es:

**ORTLEPP, GERALD;  
LÜTZKENDORF, RENATE y  
REUSSMANN, THOMAS**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 653 952 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**

Procedimiento para la fabricación de un producto semiacabado en forma de placa de material compuesto de fibra, y producto semiacabado así obtenido

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un producto semiacabado en forma de placa de material compuesto de fibra, que contiene fibras y al menos un material de matriz termoplástico, en el que a partir de residuos o piezas viejas que contienen fibras son aisladas fibras, estas son mezcladas con fibras termoplásticas y depositadas en plano en un proceso de cardado, de modo que se genera un velo de fibras, que en al menos una etapa posterior es comprimido bajo la acción del calor para formar un material de placa.
- 10 Las fibras de carbono son utilizadas como refuerzo de fibras de materiales compuestos de fibras (MCF) termoplásticos o ligados por durómeros. Para conseguir efectos de reforzamiento máximos esto se llevaba a cabo hasta ahora principalmente como material de fibras de carbono infinitas, como por ejemplo hilos de filamentos, hilos de multifilamentos o las llamadas mechas. Sin embargo, no se ofertan en el mercado fibras de carbono como fibras cortadas con longitudes finitas de fibra, por ejemplo en el intervalo desde 20 mm hasta 80 mm, como son conocidas en el ámbito de tratamiento de textiles clásico, también porque son más problemáticas de procesar.
- 15 Los materiales de fibra de carbono se han utilizado cada vez más desde hace algunos años como un refuerzo de material de fibra de alto rendimiento. Las aplicaciones principales son, por ejemplo, en la construcción de aeronaves, la construcción naval, la construcción de vehículos y en instalaciones de turbinas eólicas. Por la aplicación en masa cada vez más extendida, la cantidad de residuos de producción que contienen fibras de carbono ha aumentado, igual que la proporción de piezas viejas desechadas.
- 20 Las fibras de carbono son muy caras debido a su complicado proceso de fabricación. Los precios oscilan entre aproximadamente 15 €/kg hasta aproximadamente 300 €/kg para tipos especiales. Por motivos económicos y de política medioambiental es, por tanto, deseable proporcionar posibilidades para el tratamiento de los residuos y piezas viejas y conducir las porciones de fibra de carbono contenidas en los mismos a nuevas aplicaciones, en las que puedan sustituir al menos parcialmente a las caras fibras de carbono primarias.
- 25 Aunque ha habido ya en la industria intentos para reutilizar residuos de producción que contienen fibras de carbono, en los que los residuos eran cortados y/o molidos y empleados, por ejemplo, para el refuerzo en plásticos o materiales de construcción, hasta ahora solo una pequeña parte de estos residuos ha sido recogida y comercializada. Para grandes cantidades de residuos que contienen fibras de carbono no existe hasta ahora un reciclado de alta calidad, por lo que deben ser desechados como basura.
- 30 La fabricación de fibras de carbono primarias se lleva a cabo según el estado de la técnica por lo general a partir de fibras orgánicas precursoras adecuadas, como por ejemplo poliácridonitrilo (PAN), o bien fibras de viscosa por pirólisis controlada o a partir de brea, fabricándose en este caso por hilado por fusión en primer lugar una fibra de brea, que luego es oxidada y carbonizada. Un procedimiento correspondiente es conocido, por ejemplo, por el documento EP 1 696 057 A1. Allí, las fibras primarias fabricadas a partir de brea son procesadas para formar
- 35 esteras de fibras cortas, en las que las fibras tienen una alineación en una dirección preferida. El procedimiento conocido comprende, entre otras cosas, un proceso de peinado para la paralelización de las fibras. Aquí, sin embargo, a partir de un velo de fibras de carbono es fabricado finalmente un hilo y, por tanto, un producto final en forma de línea.
- 40 Esencialmente es conocido por el estado de la técnica fabricar un producto semiacabado consolidado en forma de banda a partir de una banda híbrida en la que están contenidas fibras de refuerzo de longitud finita y fibras de matriz termoplásticas. En el documento DE 101 51 761 A1 se describe un procedimiento de este tipo, en el que en primer lugar es fabricada una banda cardada de fibras de matriz termoplásticas y fibras naturales, la cual atraviesa luego un almacenamiento, una guía, y finalmente una unidad de colocación. Después del calentamiento en un tramo de calentamiento y la consolidación, se obtiene un producto semiacabado en forma de banda. En este documento se
- 45 menciona también que en lugar de fibras naturales pueden ser utilizadas también fibras de carbono como fibras de refuerzo.
- 50 El documento WO 94/09972 A2 describe un procedimiento para la fabricación de materiales compuestos con fibras de refuerzo discontinuas orientadas, en el que por cardado de una mezcla de fibras termoplásticas y fibras de refuerzo es fabricada en primer lugar una banda de material de fibras y a partir de ella una banda de fibras. Después son fundidas entre sí varias bandas de fibra para la fabricación de una fase termoplástica continua, que luego rodea a las fibras de refuerzo discontinuas. En este documento se menciona también es uso de fibras de carbono como fibras de refuerzo, pero se trata de fibras de carbono convencionales de fabricación primaria.
- 55 En el documento DE 10 2008 002 846 A1 está descrito un procedimiento de procesamiento de residuos, en el que son reciclados productos semiacabados reforzados con fibra o que contienen fibra. En este caso, las fibras ligadas en un material de matriz son separadas del material de matriz y las fibras libres resultantes son humedecidas inmediatamente a continuación con un medio ligante. No obstante, la separación de las fibras del producto semiacabado se realiza en un horno, es decir por pirólisis. En este procedimiento el producto final son haces de

5 fibras formados por fibras humedecidas, para cuyo posterior procesamiento no se encuentran indicaciones en el documento.

5 El documento DE 198 45 863 describe un elemento estructural que comprende madejas de fibras unidireccionales de plástico reforzado con fibra de carbono, que están incrustadas, respectivamente, en una envoltura. En el caso de estos elementos estructurales, que están previstos para la construcción de aeronaves, se deben conseguir grandes rigideces unidireccionales. Sin embargo, aquí son usadas madejas de fibras con fibras infinitas. El documento no contiene ninguna referencia al uso de fibras procedentes del reciclaje de desechos o piezas viejas que contengan fibras.

10 Por el documento DE 197 39 486 A1 es conocido un procedimiento para la fabricación de un producto semiacabado en forma de placa de material compuesto de fibras del género mencionado al principio, en el que un material termoplástico reciclado, concretamente residuos de fibra de la fabricación de alfombras, es mezclado con un material de desecho de la fabricación de techos y es cardado mediante una máquina de cardado. Las fibras termoplásticas pueden estar hechas de polipropileno, polietileno, nailon o PET. Estas fibras son trituradas hasta tiras de aproximadamente 50 mm de longitud antes del procesamiento posterior. El material de desecho de la fabricación de techos es desmenuzado y dividido en tiras mediante rodillos que poseen elevaciones en forma de agujas. Ambos materiales de fibra de desecho son mezclados y cardados por medio de una máquina de cardado. El documento no contiene más explicaciones sobre qué medidas se adoptan para una alineación específica (orientación) de las fibras. Además, no hay ninguna propuesta en este documento para el uso de fibras de carbono procedentes de desechos.

20 En el documento DE 197 39 486 A1 se explica que los productos fabricados de esta manera son adecuados únicamente para "partes decorativas de la carrocería, incluyendo aquellas que sirven para la absorción de impactos ...". Las causas de estas restricciones de uso son que en este procedimiento, por un lado, se emplean las fibras de vidrio y poliéster que resultan del reciclado de techos con un ligante termoplástico y, por otra parte, la técnica de cardado únicamente fue cualificada para la formación de esteras, pero no para una orientación específica y alta de las fibras de reforzamiento en una dirección preferida.

25 El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento para la fabricación de un producto semiacabado en forma de placa de material compuesto de fibras del tipo mencionado al principio, en el que puedan ser empleadas como fibras de refuerzo fibras de carbono que se pueden obtener baratas y puede ser realizado un producto semiacabado en forma de placa con una disposición de las fibras de refuerzo según la carga. Un producto semiacabado en forma de placa de este tipo será particularmente adecuado para la fabricación de componentes estructurales para altas cargas mecánicas.

30 La solución a este objeto la proporciona un procedimiento del tipo mencionado al principio con los rasgos característicos de la reivindicación principal.

35 Según la invención está previsto que a partir de residuos o piezas viejas que contienen fibras de carbono sean aisladas fibras de carbono finitas, haces de fibras de carbono o su mezcla, estas son mezcladas con fibras extrañas termoplásticas, depositadas en plano en un proceso de cardado y alineadas, de manera que es generado un velo de fibras con una orientación específica de las fibras (en la dirección longitudinal), que es comprimido en al menos una etapa posterior bajo la influencia del calor para formar un material de placa.

40 De los procesos de reciclaje se obtienen de forma barata fibras de carbono de alto rendimiento, que son depositadas específicamente en una dirección preferente en un producto semiacabado de tipo estera junto con fibras extrañas termoplásticas, de manera que se realiza una disposición de las fibras de refuerzo según la carga.

45 Las fibras de carbono son difíciles de procesar mediante la técnica de cardado convencional y, en particular, de ser alineadas en una dirección preferente determinada en un velo cardado, ya que son lisas y no presentan ondulaciones. Sorprendentemente, al añadir fibras textiles extrañas, como por ejemplo polipropileno, el grado de orientación de las fibras, incluso de las fibras de carbono, se incrementa de manera esencial y definida. El grado de orientación longitudinal de las fibras de carbono en el velo cardado depende entre otros factores de la geometría de las fibras extrañas añadidas, en particular de la longitud de las fibras, así como de la proporción añadida. Bajas proporciones de fibras extrañas, por ejemplo de alrededor el 10 %, y fibras extrañas cortas, por ejemplo del orden de magnitud de 35-40 mm, dan como resultado grados de alineación de fibras inferiores. Fibras extrañas largas, por ejemplo por encima de 60 mm, así como proporciones de por ejemplo más del 30 % tienen como resultado una alta alineación de las fibras de carbono.

50 La utilización de fibras auxiliares para la influir de forma específica en el grado de orientación de las fibras de carbono en un velo cardado no se describe en ninguno de los documentos citados anteriormente del estado de la técnica.

55 Las fibras de carbono puede ser obtenidas y separadas de piezas viejas o residuos, por ejemplo del género de productos como tejidos, mallas, redes o sus estratificaciones en forma de preformas y/o de materiales de desecho o piezas viejas del género de producto del material compuesto de fibras en una fibra cardable y/o en forma de haces de fibras en una orientación aleatoria y con longitudes de fibra o haces de fibra promedio que están preferiblemente en el intervalo de 20 a 150 mm, más preferiblemente desde alrededor 40 mm hasta alrededor 70 mm. Un ejemplo de

dispositivo adecuado para separar los haces de fibras textiles en fibras individuales se describe en el documento DE 10 2009 023 641 A1, cuyo contenido se incorpora aquí como referencia. Como procesos de separación son conocidos además, por ejemplo, el rasgado o el procesamiento de materiales compuestos de fibras de carbono (MCFC) duros mediante pirólisis o tratamiento con disolvente.

5 Según la invención es procesada preferiblemente una mezcla lo más homogénea posible de fibras ligantes termoplásticas y fibras de carbono finitas, haces de fibras de carbono o su mezcla mediante un proceso de cardado para formar una estera de fibras. Las fibras de carbono son orientadas más o menos específicamente, porciones de fibras termoplásticas son llevadas por calor a un estado adhesivo, compactadas, prensadas para formar un producto de placa y luego enfriadas.

10 El procedimiento según la invención hace posible que fibras de carbono, haces de fibras de carbono o su mezcla, que por ejemplo fueron separadas de residuos de la producción textil, residuos de producción pegados o endurecidos de componentes de plástico reforzado con fibra de carbono (PRFC) viejos procesados o similares como fibras de refuerzo, con lo que se dispone de un material de partida barato y las fibras de carbono contenidas en los materiales viejos mencionados son conducidas de nuevo para un uso práctico. Por tanto, el procedimiento según la  
 15 invención no se limita de forma ventajosa a restos de tejido cortados como material de partida. Otras formas de residuos producidas en cantidades esencialmente mayores, como mallas, redes, pilas, productos semiacabados multicapa adheridos hasta restos de PRFC y piezas viejas endurecidas pueden servir como fuente para las fibras de reciclaje de carbono aisladas, y pueden igualmente ser utilizadas en este procedimiento. Lo mismo se aplica a las fibras recicladas separadas, los haces de fibras recicladas o su mezcla que resultan de procesos independientes,  
 20 tales como el desgarrar, un tratamiento con machacadores de martillos o un procedimiento de tratamiento térmico/químico. Debido a su alto grado de separación de las fibras hasta las fibras individuales y la orientación aleatoria y entrelazados presentes en un material amontonado no pueden ser orientadas de manera específica y definida mediante procedimientos convencionales. Sin embargo, el presente procedimiento hace que esto sea posible y permite, por tanto, procesar incluso fibras/haces de fibras de tal procedencia con una masa superficial  
 25 uniforme para formar una preimpregnación.

Si se trata de residuos de carbono o piezas viejas que están impregnados con resinas adhesivas o de componentes de PRFC o restos de componentes, en los que las fibras de carbono están incrustadas en un material compuesto de cuerpo sólido, las fibras de carbono son liberadas en primer lugar de sustancias de matriz disruptivas. Para ello pueden usarse, por ejemplo, técnicas de pirólisis o los residuos son tratados con disolventes supercríticos. Como  
 30 producto de estos procesos de separación resultan fibras de carbono finitas, haces de fibras de carbono o su mezcla como material amontonado.

Una característica preferida del procedimiento según la presente invención es que como material de partida es empleada al menos una proporción de fibras de carbono, que proceden del procesamiento de residuos de carbono de tipo textil y/o del reciclado de material de componentes de PRFC, así como eventualmente una proporción de  
 35 fibras primarias cortadas (materia virgen).

En primer lugar, es generada al menos una capa de fibras de carbono finitas por depósito en plano de fibras de carbono finitas en un proceso de cardado. A diferencia del estado de la técnica, en primer lugar no se produce una banda cardada, sino que es procesada una capa de fibras introducida en una instalación de cardado directamente para formar un velo de fibras delgado y de masa uniforme.

40 De acuerdo con un perfeccionamiento preferido de la invención, se procede de manera que una mezcla en gran parte homogénea de fibras ligantes termoplásticas con orientación aleatoria y fibras de carbono finitas con orientación aleatoria y/o haces de fibras de carbono presentes desordenados es procesada a través de un proceso de cardado para formar una estera de fibras, al menos porciones de las fibras termoplásticas son llevadas por calor a un estado adhesivo, compactadas y comprimidas para formar un material de placa y luego enfriadas.

45 Las fibras de carbono o los haces de fibras de carbono empleados según la invención presentan preferiblemente una longitud de fibra media desde 10 mm hasta 150 mm, preferiblemente desde 25 mm hasta 150 mm. Cuando se utilizan fibras de carbono muy cortas o haces de fibras de carbono con una longitud de fibra media desde 10 mm hasta 15 mm, la posibilidad de cardado es determinada por una proporción necesaria de fibras de soporte más largas. En este caso se tiene que, cuanto más cortas sean las fibras de carbono, tanto mayor será la proporción de  
 50 fibras de soporte largas que deberían ser añadidas adicionalmente a la máquina de cardado. Estas pueden ser, por un lado, fibras de carbono largas, así como también fibras extrañas largas no basadas en carbono.

En el marco de la presente invención existen diversas posibilidades preferidas para mezclar las fibras de carbono y/o los haces de fibras de carbono con el material de matriz termoplástico. Por ejemplo, a la entrada de una instalación de cardado son conducidas fibras de carbono y fibras termoplásticas, respectivamente, como capa separada y estas  
 55 son mezcladas en la máquina de cardado.

Por ejemplo, es posible mezclar entre sí íntima y homogéneamente un componente termoplástico en forma de fibras finitas con las fibras de carbono antes o durante una formación de capa.

5 También se puede, por ejemplo, depositar componentes de fibra individuales, concretamente fibras de carbono, fibras de matriz termoplásticas y eventualmente otras fibras de composición diferente, respectivamente, por tipos en diferentes capas como velos de fibras o bandas de material de velo en plano una sobre otra y adoptar medidas para conseguir una penetración suficiente de todas las capas a través del componente de matriz termoplástico y una unión compacta de las capas entre sí después de la solidificación térmica.

Es preferible en el marco de la presente invención que una mezcla de fibras de carbono con orientación aleatoria, haces de fibras de carbono con orientación aleatoria o su mezcla y fibras ligantes termoplásticas sea generada por un proceso de mezclado de fibras independiente antes de la fabricación de la estera o a través de un proceso de mezclado de fibras durante la formación de la estera.

10 Un producto semiacabado según la invención puede también, por ejemplo, contener además de fibras de carbono procedentes de residuos o piezas usadas que contienen fibras de carbono, una proporción de fibras de carbono en forma de material primario finito (materia virgen). Igualmente, este producto semiacabado en forma de placa puede contener por ejemplo también además de fibras de carbono otras proporciones de fibra que actúen como reforzamiento en forma finita, en particular de para-aramida, fibras de vidrio, fibras naturales, fibras químicas que no se fundan y/o fibras que se fundan más que las fibras de matriz.

15 Como técnicas para la fabricación según la invención de formaciones superficiales que contengan fibras de carbono, en particular de masa o volumen uniforme, pueden ser empleadas según el tipo de fibras de carbono finitas que se vayan a emplear, prioritariamente en función de la longitud de las fibras presentes, la distribución de las longitudes de las fibras, por ejemplo, técnicas por vía seca conocidas en sí, tales como cardado de velo. El material de partida de fibras de carbono para el procedimiento es, por ejemplo:

- fibras primarias trituradas,
- restos de malla, tejido o red triturados y/o separados en fibras,
- residuos de hilos, restos de mechas, recorte de bordes triturados y/o separados en fibras procedentes de la fabricación de malla o material residual de las bobinas,
- 25 - residuos de preimpregnaciones triturados y/o separados en fibras y/o pretratados térmicamente o con un disolvente, o
- residuos que contienen resina triturados y/o separados en fibras y tratados térmicamente o con un disolvente, piezas duras de PRFC y componentes viejos.

30 A continuación, se explicarán con más detalle a modo de ejemplo variantes de realización concretas y preferidas del procedimiento según la invención.

Partes añadidas en forma de fibras como los materiales de fibras termoplásticas que actúan después como ligantes pueden ser mezcladas íntimamente de forma homogénea con las fibras de carbono, por ejemplo en una etapa de proceso independiente antes de la formación de la capa, por ejemplo a través una línea de mezclado de fibras textiles o directamente durante la formación de la capa, por ejemplo en una máquina de cardado. Por ejemplo, por medio de una máquina de cardado textil, que está adaptada con respecto a sus guarniciones de rodillos para el procesamiento de fibras de carbono y que está aislada frente a la salida de polvos de fibra de carbono eléctricamente conductores, las fibras de carbono son procesadas en una mezcla íntima y homogénea para formar un velo de fibras con masa superficial uniforme. Este velo de fibras con masa superficial preferiblemente desde aproximadamente 15 a 60 g/m<sup>2</sup> es dispuesto como una capa, por ejemplo, en un proceso de disposición de capas posterior hasta la masa superficial final deseada del producto semiacabado solidificado térmicamente con dispendedores longitudinales o transversales o por superposición de un número de n velos de n máquinas de cardado que trabajan en serie.

45 Mediante los parámetros de la masa superficial del velo que es extraído de la máquina de cardado, y del proceso de disposición de capas puede ser ajustada de forma definida la masa superficial de la estratificación de velo. Mediante la selección de los parámetros de la máquina de cardado, en particular la relación entre la velocidad de entrada de las fibras y la velocidad de descarga del velo, se pueden conseguir diferentes orientaciones longitudinales de las fibras en el velo cardado. Este ajuste en la máquina de cardado y/o un estirado del velo adicional posterior de un velo cardado anteriormente dispuesto en capas o doblado múltiples veces permiten un grado tal de orientación de las fibras que en una placa de material compuesto reforzado con fibra (MCRF) fabricada con ellas con matriz termoplástica, por ejemplo matriz de polipropileno, pueden ser ajustadas anisotropías específicas de las resistencias del material compuesto y/o de las rigideces del material compuesto en un intervalo de en particular 1:1,5 hasta 1:10, preferiblemente de 1:2 a 1:7. La determinación de la orientación deseada de las fibras (anisotropía) tiene lugar en una placa de material compuesto reforzado con fibra (placa de MCRF).

La fabricación de tal placa de MCRF se realiza así, por ejemplo, de acuerdo con las siguientes especificaciones:

- 55 - troquelado de velos cardados que están hechos de una mezcla de fibras de carbono y fibras de polipropileno en piezas de x cm de longitud e y cm de ancho que, por ejemplo, pueden ser también cuadradas;

- si la proporción de fibra de carbono en el velo cardado excede de aproximadamente el 40 %, se realiza preferiblemente un troquelado adicional de la película de PP en piezas de aproximadamente la misma longitud y ancho.

5 - son colocadas varias capas de los velos cardados de carbono superpuestas, siendo depositados los velos uno sobre otro en la misma dirección de avance. Si la proporción de carbono en el velo cardado excede de aproximadamente el 40 %, preferiblemente las películas de PP troqueladas adicionalmente son introducidas entre las capas de velo cardado, empezando por el lado superior e inferior, si es necesario además de forma alternativa;

- comprimir este sándwich así formado en una prensa de placas a temperaturas de por ejemplo aproximadamente 200° C y a una presión ajustada en la prensa de por ejemplo aproximadamente 400 N/cm<sup>2</sup>;

10 - después del enfriamiento son cortados del material compuesto FC/PP cuerpos de muestra preferiblemente rectangulares, una vez longitudinalmente y una vez con un ángulo de 90° con respecto a la orientación de las fibras, pudiendo ser determinadas, por ejemplo, las tensiones de tracción en [MPa] y el módulo de elasticidad a la tracción [GPa];

15 - en el que un cociente entre los dos valores medios de por ejemplo, respectivamente, al menos 5 mediciones individuales de las tensiones de tracción y/o del módulo de elasticidad a la tracción en la dirección de avance de la máquina de cardado y perpendicularmente a la dirección de avance de la máquina de cardado tiene como resultado la anisotropía.

20 Después de las etapas de proceso de mezclado de fibras, cardado, disposición de capas/doblado, en caso necesario estirado del velo, esta malla de fibras suelta plana, de masa y mezcla uniformes de fibras de carbono finitas orientadas y fibras termoplásticas textiles es calentada con tanta intensidad que las fibras termoplásticas se expanden o funden, a continuación pueden ser compactadas mediante presión de prensado y bajo presión o sin presión de prensado mecánica exterior adicional son solidificadas por enfriamiento. El género de banda así fabricado puede por ejemplo a continuación ser bobinado, cortado en placas o troquelado en formas planas irregulares.

25 Preferiblemente, la proporción del componente termoplástico determina la compactibilidad del producto que se puede conseguir. No existen límites tecnológicos para la proporción de fibras termoplásticas en las fibras de carbono. Desde el punto de vista del producto, la aplicación oscila en un intervalo del 5 al 95 % de proporción de fibras de carbono, preferiblemente en el intervalo desde el 30 % hasta el 80 % de fibras de carbono.

30 Además de las fibras de carbono pueden incorporarse en el proceso del procedimiento otros materiales de fibras finitas, como por ejemplo fibras naturales, fibras de para-aramida, fibras de vidrio, fibras cerámicas o fibras de poliacrilonitrilo. Estas son mezcladas íntima y homogéneamente entre sí de manera análoga a las fibras termoplásticas antes del cardado o durante el cardado.

35 La mezcla íntimamente homogénea en la máquina de cardado se realiza preferiblemente, de manera que a la máquina de cardado es alimentada una estratificación de fibras con masa superficial exacta y masa superficial constante, en la que los diferentes materiales de fibra que se van a mezclar en la máquina de cardado son alimentados como capas de fibras con masa superficial exacta y masa superficial constante situadas una sobre otra. Las estratificaciones con masa superficial exacta y masa superficial constante de este tipo pueden realizarse por ejemplo por superposición de vertedores de fibras desde alimentadores de la máquina de cardado convencionales conectados en serie, como por ejemplo tolvas de llenado, alimentadores de fibra o por capas de material de velo separado poco solidificado. La composición del material de fibras de las capas individuales puede ser diferente en cada caso, pudiendo estar hechas las capas individuales ya de una mezcla definida de diferentes materiales de fibra.

45 Los velos de fibras que pueden ser generados por un proceso de cardado de este tipo con fibras de carbono dirigidas pueden ser combinados en cuando a material por ejemplo después del proceso de cardado adicionalmente con estructuras de refuerzo conocidas de material de fibras infinitas, como por ejemplo hebras, mechas, mallas, tejidos, rejillas, redes y géneros de punto, que unidas en el proceso de solidificación térmico con las capas de velo de fibras de la máquina de cardado constituyen un producto semiacabado para la fabricación de materiales compuestos de fibra con matriz termoplástica.

50 En correspondencia con las longitudes de fibra de carbono presentes, estas pueden incorporarse directamente en el proceso de formación de la capa o para mejorar la procesabilidad ser desmenuzadas en mayor grado y/o por ejemplo ser dotadas o mezcladas con un encolante, sustancias que promueven la adhesión u otros medios adicionales que son activos en el plástico posterior, como inhibidores de llama, colorantes, auxiliares de desmoldeo o auxiliares tribológicos. También es posible añadir adicionalmente a los materiales de fibra de carbono, materiales de fibras extrañas que actúan funcionalmente, por ejemplo para la modificación de la resistencia al impacto o refuerzo mecánico, tales como fibras de para-aramida, fibras de vidrio, fibras naturales o fibras químicas que no se funden o fibras que se funden más que las fibras de matriz. Proporciones añadidas con forma de fibra como el material de fibras termoplástico que actúa después como ligante pueden ser mezcladas íntimamente y de la manera más homogénea posible con el resto de porciones de la fibra en una etapa de proceso independiente antes de la formación de la capa, por ejemplo a través de una línea de mezcla de fibra textil, o directamente durante la

5 formación de la capa, por ejemplo en una máquina de cardado. Si se utilizan las posibilidades de una mezcla del sistema, los componentes de fibra individuales son depositados uno sobre otro por tipo, por ejemplo en diferentes capas como velos de fibras o bandas de material de velo. Es importante aquí que el componente ligante termoplástico penetre suficientemente en todas las capas para asegurar una unión compacta de todas las capas entre sí después de la solidificación térmica. Esto se puede lograr mediante un mezclado homogéneo de todos los componentes entre sí, con por ejemplo una estructura alterna de capas finas con termoplástico y componente de reforzamiento o por ejemplo por perforación intensiva de las fibras ligantes termoplásticas a través de la capa de fibras de carbono con un proceso de perforación con agujas. En caso de capas finas o de una buena impregnabilidad con fusión termoplástica, es suficiente una disposición en sándwich en la que estén dispuestos los componentes no fundibles como capa central.

10 Como componentes ligantes termoplásticos se consideran por regla general las muy diversas matrices de plástico termoplásticas conocidas por el estado de la técnica. Esto abarca desde polietilenos de bajo punto de fusión, pasando por polipropileno, poliamida, hasta termoplásticos de alto punto de fusión PEEK o PEI. Los parámetros de solidificación térmica, tales como la temperatura, el tiempo de tratamiento, la presión y eventual uso de atmósfera de gas inerte deben ser adaptados a las particularidades de estos polímeros. Las formas utilizables de los componentes ligantes termoplásticos van desde pequeñas partículas, tales como polvos, pasando por fibras cortas, fibras textiles largas, capas de material de velo o de fibras, materiales de velo hilados, láminas hasta fusiones de polímeros.

15 Después de la combinación de las fibras de carbono finitas con el ligante termoplástico en una disposición de capas plana con una relación de masa de fibra de carbono respecto al termoplástico lo más constante posible, esta estratificación es calentada, de manera que el componente termoplástico se reblandece o funde. No obstante, si se usa una fusión del polímero esta etapa no sería necesaria. Aquí, la aplicación se puede realizar, por ejemplo, mediante boquillas anchas sobre la capa de fibras de carbono, a continuación son compactadas a presión y solidificadas con enfriamiento bajo presión o sin presión de compresión mecánica exterior adicional.

20 La proporción del componente termoplástico determina la compacidad alcanzable del producto de placa. El límite inferior de la proporción de termoplástico se sitúa preferiblemente alrededor del 5 %, de modo que para un efecto de solidificación demostrable las fibras de carbono y el componente termoplástico deberían ser mezclados íntimamente entre sí de la forma más homogénea posible. En procedimientos de disposición en sándwich, son ventajosas proporciones mínimas de ligante desde aproximadamente el 15 al 25 %.

25 Mediante la proporción del componente termoplástico puede ser variada, por ejemplo, la dureza del producto semiacabado en forma de placa dentro de un amplio intervalo. Este va desde un estado compacto sin poros, pasando por porosidades en aumento hasta un estado de velo de fibras solidificado térmicamente. Además de los materiales de fibra de carbono utilizados pueden ser empleados otros materiales de fibra en forma finita. Estos pueden ser conducidos de forma análoga a los componentes de fibra de carbono por procesos de mezclado de fibras antes o durante la formación de capas o como componentes del sistema separados durante la estratificación del material.

30 La presente invención tiene además por objeto un producto semiacabado en forma de placa de un material compuesto de fibras, que fue fabricado en un procedimiento del tipo mencionado anteriormente y en el que la proporción del material de matriz termoplástico en el producto semiacabado se sitúa en un intervalo de entre aproximadamente el 5 % y aproximadamente el 95 %, preferiblemente desde aproximadamente el 30 % a aproximadamente el 70 %.

35 Es preferible en tal producto semiacabado en forma de placa que las fibras de carbono, los haces de fibras de carbono o su mezcla tengan longitudes finitas y/o dispongan de una distribución de longitudes y las fibras de carbono y/o los haces de fibras de carbono en el producto semiacabado estén así presentes de manera que porciones de los mismos no atraviesen sin interrupción el producto semiacabado en su totalidad.

40 Además, es preferible que este producto semiacabado en forma de placa esté fabricado de fibras de carbono finitas, haces de fibras de carbono o su mezcla y otras fibras de refuerzo finitas, en particular seleccionadas de fibras naturales, materiales de fibras de para-aramida y fibras de vidrio. Por ejemplo, un producto semiacabado en forma de placa de este tipo también ser combinado con fibras de refuerzo infinitas, tales como mechas de carbono infinitas, hilos de para-aramida y/o filamentos de vidrio en forma de hebras, mallas, tejidos o rejillas.

45 Las características mencionadas en las reivindicaciones dependientes se refieren a perfeccionamientos preferidos de la solución del objeto según la invención. Otras ventajas de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada.

50 La presente invención se explicará con más detalle a continuación en virtud de ejemplos de realización concretos. Se entiende que estos ejemplos de realización tienen solo un carácter ejemplar y la invención no está limitada en modo alguno a las medidas y parámetros concretos mencionados en el mismo.

**Ejemplo de realización 1**

Una mezcla de fibras homogénea de 70% de polipropileno con densidad lineal 7 dtex y una longitud de fibra nominal de 60 mm y 30 % de fibras de carbono de residuos de la fabricación de mallas con una longitud media de fibra de 65 mm fueron procesadas con una máquina de cardado que estaba equipada con 3 pares de cilindros trabajador/inversor para formar un velo de fibras de masa superficial 25 g/m<sup>2</sup>. Por el proceso de cardado se generó en el velo de fibras una orientación longitudinal de las fibras tal que en el procesamiento de 10 capas de este velo por superposición en la misma dirección del género y prensado en una prensa de placas a 200° C y una presión ajustada en la prensa de 400 N/cm<sup>2</sup>, se obtuvo un material compuesto de fibra que presentaba en la dirección de avance del velo cardado en el material compuesto de fibra un módulo de resistencia a la tracción mayor en un factor de 5 que con un ángulo de 90° con respecto a la misma.

**Ejemplo de realización 2**

Procesamiento de una fibra/mezcla de fibras para productos semiacabados en forma de placa

Para la fabricación de productos semiacabados que contienen fibras de carbono en forma de placa fueron empleadas 100 % de fibras recicladas de carbono obtenidas de residuos de tejidos de carbono con una longitud media de fibra de 40 mm y una fibra corta textil de PA6, 3,3 dtex, 60 mm disponible comercialmente como material de partida. Ambos materiales fueron mezclados íntimamente entre sí en una relación de masas del 30 % de PA6 y el 70 % de fibras de carbono reciclado (FCR) sobre un lecho de mezcla estándar en la industria textil y posterior técnica de abridor de mezclado, como el denominado mezclador de apertura de copos. Esta mezcla de fibras fue dirigida a continuación a una instalación de cardado. Por el proceso de cardado se generó tal orientación longitudinal de las fibras en el velo de fibras que con un procesamiento de 10 capas de este velo por superposición en la misma dirección del producto con interposición de láminas de PA6 sobre un contenido final de fibras de carbono del 35 % y compresión en una prensa de placas a 240° C, se obtuvo un material compuesto de fibras que en la dirección de avance del velo cardado en el material compuesto de fibras presentaba un módulo de resistencia a la tracción mayor en un factor 3 que con un ángulo de 90° con respecto a la misma.

**Ejemplo de realización 3**

Procesamiento de una mezcla de sistema en plano para productos semiacabados en forma de placa

En una instalación de cardado, utilizando un disponedor perpendicular y una máquina de perforación con agujas posterior, fueron fabricadas 2 bandas de material de velo con una masa superficial de 180 g/m<sup>2</sup> con 100 % de fibras textiles de PA6, 3,3 dtex, 60 mm habituales en el mercado. Las dos bandas de velo fueron perforadas con agujas solo ligeramente una vez desde arriba con 12 punzadas/cm<sup>2</sup>. En una etapa de trabajo siguiente fueron procesadas fibras de carbono recicladas obtenidas al 100 % de residuos de tejido con unas longitudes promedio de fibra de 40 mm mediante una técnica de cardado modificada técnicamente de forma especial para el procesamiento de fibras de carbono, a fin de formar un velo cardado plano de masa superficial uniforme con 30 g/m<sup>2</sup> de velo cardado, y este velo retirado continuamente de la máquina de cardado era depositado perpendicularmente y con solapamiento con un disponedor perpendicular sobre una banda de depósito que avanzaba continuamente con un ángulo de 90° con el mismo, de manera que fue depositada una masa superficial de 780 g/m<sup>2</sup>. Entre la banda de depósito y la estratificación de velo de fibra de carbono que se iba apilando, se tendió una de las bandas de velo perforada con agujas fabricada anteriormente, de manera que la estratificación de fibras de carbono fue dispuesta sobre el velo perforado con agujas de PA6. Antes de la entrada en la siguiente máquina de perforación con agujas, el segundo velo perforado con agujas de PA6 con 180 g/m<sup>2</sup> fue enrollado como capa de cubierta, de manera que con ello se formó un sándwich de 180 g/m<sup>2</sup> de velo perforado con agujas de PA6 - 780 g/m<sup>2</sup> de estratificación de velo de RCF – 180 g/m<sup>2</sup> de velo de PA6 perforado con agujas. Este sándwich fue perforado con agujas con, respectivamente, 25 punzadas/cm<sup>2</sup> desde arriba y desde abajo consolidándolo. Por el proceso de perforación con agujas fueron atravesadas con agujas porciones de las capas de cubierta de velo de PA6 a través de la capa de RCF, de manera que se llegó casi a un cierto entremezclado de la PA6 con la capa de RCF, lo que contribuyó positivamente a la estabilidad del grado de solidificación térmica conseguible posteriormente. Los velos perforados por agujas así fabricados con capa exterior de PA6 y RCF en la zona central fueron superpuestos como piezas de 30 cm x 30 cm y comprimidos con una prensa de etapas a 240° C y 50 bar durante 100 s, y a continuación enfriados. De las placas resultantes fueron separados los bordes blandos aún no solidificados con una cizalla de guillotina.

A continuación, se describirá en detalle el principio de trabajo de una máquina de cardado que puede ser utilizada en el marco de la presente invención a modo de ejemplo con referencia al dibujo adjunto.

En él, la figura 1 muestra una representación simplificada esquemática del principio de una instalación de cardado que es adecuada, por ejemplo, para la fabricación de un velo de fibras que comprende, entre otras cosas, fibras de carbono de acuerdo con el procedimiento según la invención.

La representación muestra al menos una capa de fibras 14 entrando en la instalación de cardado (a la izquierda en el dibujo) que en primer lugar a través de rodillos de entrada 1, 2 llega a un desgarrador 3 que gira en el sentido de giro inverso al de los rodillos de entrada. Entre este desgarrador 3 y el cilindro principal (tambor) 5 que gira en el mismo sentido de rotación que este desgarrador, está dispuesto un rodillo de transferencia 4 que gira en el sentido



5 contrario al desgarrador 3 y al tambor principal 5. En el contorno del tambor principal 5 están dispuestos diversos trabajadores 6 y 7 en diferentes posiciones circunferenciales. El objeto de estos dispositivos consiste en separar las fibras de la capa de fibras 14 que entra en la instalación de cardado hasta las fibras individuales y volver a formar de nuevo un velo de fibras fino y con masa superficial uniforme con una masa superficial definida. En este caso, se persigue preferiblemente una orientación longitudinal de las fibras.

10 Detrás del tambor principal 5, después de un volante 8 con limpiador de volante 9, está dispuesto un tambor descargador 10 que gira en sentido contrario al primero, en el que se encuentra en el lado dispuesto aguas abajo un peine 11. De este tambor descargador 10 es descargado un velo de fibras 12 en forma de una superficie sin fin con una masa superficial de hasta como máximo  $80 \text{ g/m}^2$ , preferiblemente de aproximadamente  $15\text{-}30 \text{ g/m}^2$ , en el que las fibras de carbono presentes en una proporción en el velo tienen una orientación longitudinal de las fibras preferida y ajustada de forma definida.

**Lista de símbolos de referencia**

- 1 rodillos de entrada
- 2 rodillos de entrada
- 15 3 desgarrador
- 4 rodillo de transferencia
- 5 cilindro principal (tambor)
- 6 trabajadores
- 7 inversores
- 20 8 volante
- 9 limpiador de volante
- 10 tambor descargador
- 11 peine
- 12 velo de fibras con fibras de carbono orientadas preferiblemente en la dirección longitudinal
- 25 13 flujo de material
- 14 capa de fibras entrante

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la fabricación de un producto semiacabado en forma de placa hecho de material compuesto de fibras, que contiene fibras y al menos un material de matriz termoplástico, en el que a partir de residuos o piezas viejas que contienen fibras son aisladas fibras, estas son mezcladas con fibras termoplásticas y depositadas en plano en un proceso de cardado, de modo que se genera un velo de fibras, que es comprimido en al menos una etapa posterior bajo la influencia del calor para formar un material de placa, caracterizado por que a partir de residuos o piezas viejas que contienen fibras de carbono son aisladas fibras de carbono finitas, haces de fibras de carbono o su mezcla, estas son mezcladas con fibras extrañas termoplásticas, depositadas en plano en un proceso de cardado y alineadas, de manera que se genera un velo de fibras con una orientación específica de las fibras, que en al menos una etapa posterior es comprimido bajo la acción del calor para formar un material de placa, en el que para la alineación longitudinal específica y alta de las fibras de carbono en el proceso de cardado son añadidas a la mezcla fibras extrañas termoplásticas en una relación de mezcla de este tipo y/o con una geometría de fibra tal, que en el velo de fibras se ajuste una anisotropía de las fibras en un intervalo de al menos 1:2.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que las fibras extrañas termoplásticas mezcladas presentan longitudes de fibra desde aproximadamente 25 mm hasta aproximadamente 120 mm, preferiblemente desde aproximadamente 40 mm hasta aproximadamente 100 mm.
3. Procedimiento para la fabricación de un producto semiacabado en forma de placa según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que una mezcla en gran medida homogénea de fibras ligantes termoplásticas con orientación aleatoria y fibras de carbono con orientación aleatoria finitas, haces de fibras de carbono con orientación aleatoria o su mezcla son alineadas en un proceso de cardado, depositadas para formar una estera de fibras, siendo llevadas al menos porciones de las fibras termoplásticas a un estado adhesivo por calor, compactadas y prensadas para formar un material de placa y luego enfriadas.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que las fibras de carbono, los haces de fibras de carbono o su mezcla que son utilizados presentan una longitud de fibra media desde 10 mm hasta 150 mm, preferiblemente desde 25 mm hasta 150 mm.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que se utiliza al menos una proporción de fibras de carbono que procede del procesamiento de residuos de carbono de tipo textil y/o del reciclado del material de componentes de PRFC, así como eventualmente una proporción de fibras primarias cortadas (materia virgen).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1, 2 o 4 a 6, caracterizado por que es generada una mezcla de fibras de carbono, haces de fibras de carbono o su mezcla y fibras ligantes termoplásticas mediante un proceso de mezclado de fibras durante la formación de la estera.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que con una máquina de cardado es generado un grado de orientación específico de las fibras de carbono, los haces de fibras de carbono o su mezcla, presentes en principio sin orientación definida, de modo que en un material compuesto reforzado con fibras (MCRF) se consigue una anisotropía de las resistencias del material compuesto y/o rigideces del material compuesto en un intervalo de 1:1,5 hasta 1:10.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que una anisotropía de las resistencias del material compuesto y/o de las rigideces de material compuesto se ve influida por un estiramiento del velo adicional tras un proceso de disposición de velo de fibras en capas para formar una estratificación de velos.
9. Producto semiacabado en forma de placa de un material compuesto de fibras fabricado de un material compuesto de fibras, que contiene fibras y al menos un material de matriz termoplástico, en el que a partir de residuos y piezas viejas que contienen fibras de carbono son aisladas fibras de carbono finitas, haces de fibras de carbono o su mezcla, estas son mezcladas con fibras extrañas termoplásticas, depositadas en plano en un proceso de cardado y alineadas, de manera que se genera un velo de fibras con una orientación específica de las fibras, que es comprimido en al menos una etapa posterior bajo la influencia del calor para formar un material de placa de acuerdo con un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que la proporción del material de matriz termoplástico en el producto semiacabado se sitúa en un intervalo entre aproximadamente el 5 % en peso y aproximadamente el 95 % en peso, preferiblemente entre aproximadamente el 30 % en peso y aproximadamente el 70 % en peso y por que las fibras de carbono, los haces de fibras de carbono o su mezcla presentan longitudes finitas y/o disponen de una distribución de longitudes de fibras, y en el que el producto semiacabado en forma de placa presenta una anisotropía de las resistencias del material compuesto y/o de las rigideces del material compuesto en un intervalo de 1:2 hasta 1:7.
10. Producto semiacabado en forma de placa según la reivindicación 9, caracterizado por que las fibras de carbono están presentes en el producto semiacabado, de manera que porciones de ellas no atraviesan sin interrupción la totalidad del producto semiacabado.

11. Producto semiacabado en forma de placa según una de las reivindicaciones 9 o 10, caracterizado por que este es fabricado a partir de fibras de carbono finitas, haces de fibras de carbono o su mezcla y otras fibras de reforzamiento finitas, en particular seleccionadas de fibras naturales, materiales de fibra de para-aramida y fibras de vidrio.
- 5 12. Producto semiacabado en forma de placa según una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado por que este es combinado con fibras de reforzamiento infinitas, tales como mechas de carbono infinitas, hilos de para-aramida y/o de filamentos de vidrio en forma de hebras, mallas, tejidos o rejillas.

Fig. 1

