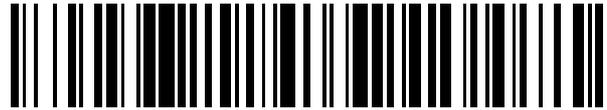


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 481 403**

51 Int. Cl.:

**B29B 17/00** (2006.01)  
**B29K 105/06** (2006.01)  
**B29K 307/04** (2006.01)  
**C08J 3/12** (2006.01)  
**C08K 7/06** (2006.01)  
**B29B 9/04** (2006.01)  
**B29B 9/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.02.2011 E 11704180 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2014 EP 2536545**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de gránulos de materiales compuestos de fibras**

30 Prioridad:

**17.02.2010 DE 102010008349**

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

**30.07.2014**

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:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 481 403 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 gránulos de materiales compuestos de fibras

La presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de gránulos de materiales compuestos de fibras adecuado para su posterior procesamiento en un procedimiento de fabricación de la técnica de plásticos, en el que los gránulos contienen fibras de carbono y al menos un material de matriz termoplástico.

Las fibras de carbono son empleadas como refuerzo de fibra de materiales compuestos de fibra (FVW) ligados a termoplásticos o durómeros. Para conseguir efectos de refuerzo máximos esto se realiza hasta ahora principalmente en forma de material de fibras de carbono sin fin, como por ejemplo hilos de filamentos, hilos multifilamento o las llamadas mechas. Las fibras de carbono, sin embargo, son conocidas como fibras cortadas con longitudes definitivas de fibra por ejemplo en el rango de 20 mm a 80 mm, como son conocidas en el campo del procesamiento textil clásico, aunque no son ofrecidas en el mercado, también porque su procesamiento es más problemático.

Los materiales de fibra de carbono se han utilizado desde hace algunos años cada vez a mayor escala como reforzamiento del material de fibra de altas prestaciones. Las principales aplicaciones se encuentran, por ejemplo, en la construcción de aviones, la construcción naval, la construcción de vehículos y en instalaciones de energía eólica. Por la aplicación masiva cada vez más extendida, la cantidad de desechos de producción que contienen fibra de carbono aumenta, así como la acumulación de piezas viejas usadas. Las fibras de carbono son muy caras debido a su complicado proceso de fabricación. Los precios oscilan entre alrededor de 15 €/kg hasta alrededor de 300 €/kg para tipos especiales. Por motivos económicos y de política medioambiental, es por tanto deseable proporcionar posibilidades para el tratamiento de desechos y piezas viejas y destinar las partes de fibras de carbono contenidas en ellos a nuevas aplicaciones, en las que puedan sustituir al menos parcialmente a las fibras de carbono primarias caras.

Aunque en la industria ya ha habido intentos de reutilizar los desechos de producción que contienen fibras de carbono, en los que los desechos son cortados y/o molidos y empleados por ejemplo para el reforzamiento de plásticos o materiales de construcción, hasta ahora en realidad solo una pequeña parte de estos desechos es recogida y comercializada. Para grandes cantidades de desechos que contengan fibra de carbono no existe hasta ahora un reciclado de alta calidad, por lo que deben ser eliminados como basura.

Si se emplean materiales compuestos de fibras en la técnica de extrusión o moldeo por inyección, los materiales de partida tienen que ser dosificados en una relación de masas siempre constante de fibras y polímero termoplástico. Una buena dosificación y mezclado solo se pueden conseguir si los dos componentes de la mezcla son idénticos o al menos muy similares en cuanto a sus dimensiones geométricas, superficie de las partículas y sus volúmenes aparentes. Sin embargo, las fibras cortas y el polvo molido tienen diferencias muy grandes respecto a estos parámetros en comparación con los granos del granulado de plástico utilizados, que por lo general con un diámetro de aproximadamente 3 mm a 5 mm, tienen una superficie lisa y por lo tanto una buena susceptibilidad de corrimiento. En cargas de fibras cortas, las fibras individuales se entrelazan entre sí en una orientación aleatoria, forman puentes de fibras y conglomerados de material que obstruyen la abertura de las tolvas de carga a extrusoras y máquinas de moldeo por inyección y solo permiten una entrada en la máquina esporádica no controlable. Además de las consiguientes interrupciones de una corriente continua de material para la alimentación de la máquina, puede conducir a variaciones considerables en la proporción de mezcla deseada de fibras de refuerzo y de matriz de plástico en el producto final, lo que implica que las propiedades mecánicas de componentes no puedan ser aseguradas.

Por las razones anteriores, hasta ahora los materiales de partida que contienen las fibras de carbono primarias para la extrusión o el moldeo por inyección son fabricados a partir de madejas de fibras sin fin. Para poder hacer estas fáciles de procesar, las fibras sin fin son agrupadas en haces y antes de cortarlas en longitudes desde 3 mm hasta 12 mm son pegadas con una fuerte capa de ligante muy adhesivo, también denominado apresto o ensimaje, formando un haz de fibras sin fin grueso. También se pueden formar haces de fibras sin fin y a continuación envolverlos o impregnarlos con una masa fundida de polímero, enfriarlos para que solidifiquen y cortar con la longitud deseada. En estos procedimientos como material de partida solo pueden ser empleadas fibras de carbono sin fin primarias. Las fibras definitivas, resultantes de procesos de tratamiento de desechos o del reciclado de materiales de componentes viejos de plásticos reforzados con fibra, por los motivos indicados, no pueden ser agregadas como fibras directamente a los materiales de partida para la extrusión o el moldeo por inyección. Solo cuando es posible llevarlas a una forma fácil de dosificar y susceptible al corrimiento, se tiene vía libre para destinar a una reutilización económicamente rentable las fibras de carbono procedentes de desechos o piezas viejas, que se producen en cantidades cada vez mayores y que siguen teniendo propiedades de gran valor.

La fabricación de fibras de carbono primarias se lleva a cabo de acuerdo con el estado de la técnica por lo general, o bien a partir de fibras precursoras orgánicas apropiadas, tales como por ejemplo el poliácilonitrilo (PAN) o fibras de viscosa, por pirólisis controlada o brea, siendo fabricada en este caso mediante hilatura por fusión en primer lugar una fibra de brea que luego es oxidada y carbonizada. Un procedimiento correspondiente es conocido por ejemplo

5 por el documento EP 1 696 057 A1. Allí, las fibras primarias fabricadas a partir de brea son procesadas para formar esteras de fibras cortadas, en las que las fibras tienen una orientación 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.

10 Esencialmente por el estado de la técnica es conocido 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 definitiva y fibras de matriz termoplástica. En el documento DE 101 51 761 A1 está descrito un procedimiento de este tipo, en el que en primer lugar es fabricado un torzal de fibras de matriz termoplástica y fibras naturales, que a continuación pasa por un depósito, una guía y, finalmente, a una unidad plegadora. Tras el calentamiento en un tramo de calentamiento y la consolidación se obtiene un producto semiacabado con forma de banda. En este documento, se menciona también que en lugar de las fibras naturales pueden ser empleadas también fibras de carbono como fibras de refuerzo.

15 En el documento DE 10 2008 002 846 A1 está descrito un procedimiento de recuperación de desechos en el que son reciclados productos semiacabados reforzados con fibra o que contienen fibra. En él, las fibras ligadas en un material de matriz son separadas del material de matriz y las fibras libres obtenidas son rociadas inmediatamente a continuación con un ligante. La separación de las fibras del producto semiacabado es realizada, sin embargo, en un horno, esto es, por pirólisis. El producto final en este procedimiento son haces de fibras mojadas, no encontrándose en el documento indicaciones para su procesamiento posterior.

20 Por el documento DE 197 39 486 A1 se ha dado a conocer un procedimiento para la fabricación de un producto semiacabado de material compuesto de fibras en forma de placa, en el que un material termoplástico reciclado, concretamente desechos de fibras procedentes de la fabricación de alfombras, es mezclado con un material de desecho procedente de la fabricación de revestimientos de techo y cardado por medio de una máquina de cardado. Las fibras termoplásticas pueden consistir en polipropileno, polietileno, nylon, o PET. Estas fibras son cortadas antes de su posterior procesamiento en tiras de alrededor de 50 mm de longitud. El material de desecho procedente de la producción de revestimientos de techo es separado por rodillos que poseen elevaciones de tipo aguja y partido en tiras. Ambos materiales de fibra de desechos son mezclados y cardados mediante una máquina de cardado. El documento no contiene otras indicaciones de qué medidas se toman para una alineación selectiva (orientación) de las fibras. Además, en este documento no se encuentra ninguna sugerencia para el uso de fibras de carbono procedentes de desechos. En este procedimiento conocido es fabricada en primer lugar una estera que luego es convertida en un componente de la carrocería de un vehículo.

25 En el documento DE 197 11 247 A1 está descrito un procedimiento para la fabricación de granulado de fibra larga a partir de bandas híbridas. En este procedimiento bandas híbridas formadas por fibras de refuerzo y fibras de matriz son calentadas, compactadas por una aplicación de retorcido y conformadas en una madeja. Aquí es fabricado un producto sin fin con forma de línea por fusión del componente de fibra termoplástica y enfriamiento. El retorcimiento aplicado a la madeja de material es mantenido y luego esta madeja es cortada por un corte en la dirección transversal con ayuda de un granulador para formar gránulos.

30 En el documento DE 44 19 579 A1 está descrito un procedimiento para la fabricación de gránulos de material compuesto de fibras, en el que un granulado de plástico es alimentado a una extrusora, este es fundido y después aguas abajo son alimentadas fibras de vidrio cortadas de longitud uniforme. A continuación la masa es descargada por una boquilla de ranura ancha, segmentada y dividida en gránulos. La proporción de fibra en los gránulos generados es relativamente baja. No se emplean fibras de carbono y en el procedimiento conocido no son procesadas fibras recicladas.

35 En el resumen de la patente japonesa 2005089515 A está descrito un procedimiento para la fabricación de gránulos de materiales compuestos de fibras, en el que fibras de carbono y un material de matriz termoplástico que comprende una resina fenólica y una resina de estireno son procesados con una proporción de caucho para formar gránulos, y en el que las fibras de carbono presentan una orientación en la dirección longitudinal de los gránulos. La proporción de las fibras de carbono es de 5 – 30 % en peso. En este caso, se utilizan fibras de carbono, que son producidas según un procedimiento convencional primario para la fabricación de gránulos, y por tanto representan un material de partida relativamente costoso. Además se parte de fibras sin fin y, por tanto, la longitud de las fibras de carbono se corresponde en cada caso con la longitud de los gránulos.

40 Aquí es donde se aplica la presente invención. El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento para la fabricación de gránulos de materiales compuestos de fibra del tipo mencionado al principio, en el que puedan ser utilizadas como fibras de refuerzo fibras de carbono que se pueden conseguir más baratas.

45 La solución de este objeto proporciona un procedimiento del género mencionado al principio con las propiedades caracterizadoras de la reivindicación principal.

Según la invención está previsto aislar fibras de carbono de desechos o piezas viejas que contengan fibras de carbono, depositar estas de forma plana junto con el material de matriz termoplástico, comprimirlas bajo la acción del calor para formar un material de placa, después enfriarlo y trocearlo en gránulos, plaquitas o virutas. El documento DE 10038405C1 da a conocer un procedimiento comparable en el que es utilizado material de fibras naturales en lugar de fibras de carbono. Según la invención, no obstante, es generada en primer lugar al menos una capa de fibras de carbono definitivas, haz de fibras de carbono o su mezcla por su depósito plano en un proceso neumático de formación de material no tejido aleatorio, un proceso de cardado, un proceso de formación de material no tejido por vía húmeda, un proceso de fabricación de papel o como carga suelta.

El procedimiento según la invención posibilita que las fibras de carbono definitivas, los haces de fibras de carbono o su mezcla, por ejemplo, procedentes de desechos de producción textil, desechos de producción pegados o endurecidos, componentes de materiales reforzados con fibra viejos tratados o similares sean utilizados como fibras de refuerzo, con lo que se pone a disposición un material de partida más barato y las fibras de carbono contenidas en los materiales viejos mencionados son destinadas a una nueva utilización práctica. Las fibras de carbono definitivas, los haces de fibras de carbono o su mezcla son llevados a una forma compacta susceptible de corrimiento y que puede ser fácilmente dosificada, y por ejemplo pueden utilizarse como materiales de partida para la extrusión o el moldeo por inyección.

Cuando se trata de desechos de carbono o piezas viejas que están impregnados con resinas adhesivas, o de componentes de plásticos reforzados con fibra de carbono 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 las sustancias de matriz que estorban. Para ello pueden ser empleadas, por ejemplo, técnicas de pirólisis, o bien los desechos son tratados con disolventes supercríticos. Como producto de estos procesos de separación resultan fibras de carbono definitivas.

Según un perfeccionamiento de la invención no se genera como en el estado de la técnica en primer lugar una banda de fibras con forma lineal, sino que se procesan las fibras de carbono introducidas en una instalación de formación de material no tejido directamente para formar una superficie de fibras fina y de masa uniforme y se forman así capas planas y de masa uniforme que contienen fibras de carbono, de espesor y masas superficiales que pueden ser ajustadas de forma variable.

Las fibras de carbono, haces de fibras de carbono o su mezcla empleados según la invención presentan según el procedimiento de formación de superficie que se use una longitud de fibra media de 3 mm a 150 mm. Las fibras cortas de hasta aproximadamente 10 mm pueden ser procesadas con el procedimiento de formación del material no tejido por vía húmeda, las fibras largas en el rango de 20 a 150 mm pueden ser procesadas con la técnica de formación del material no tejido aleatorio o con una máquina de cardado para formar un producto plano.

En el marco de la presente invención, hay varias posibilidades preferidas para mezclar las fibras de carbono con el material de matriz termoplástico. Por ejemplo, las fibras de carbono y las fibras termoplásticas pueden ser alimentadas a la entrada de una instalación de cardado en forma de una mezcla de copos de fibras o, respectivamente, como capas separadas y mezcladas de forma homogénea en el dispositivo de cardado.

Si se emplea el procedimiento de formación del material no tejido por vía húmeda, las fibras cortas de carbono pueden antes ser mezcladas íntimamente entre sí con partículas termoplásticas, por ejemplo fibras cortas en el líquido de suspensión de la instalación de formación del material no tejido por vía húmeda.

También se puede, por ejemplo, poner en contacto al menos una capa termoplástica de masa uniforme, formada por al menos una película termoplástica, una capa de velo de fibras o una capa de material no tejido eventualmente en forma de una masa fundida, con al menos una capa plana de masa uniforme de fibras de carbono definitivas, haces de fibras de carbono o su mezcla formada de acuerdo con el procedimiento de formación del material no tejido explicado antes.

Alternativamente, también se puede aplicar un componente termoplástico en forma de polvo o como partículas con un diámetro menor de aproximadamente 5 mm sobre al menos una capa de fibras de carbono definitivas, haces de fibras de carbono o su mezcla o introducirlo en tal capa.

Se puede, por ejemplo, mezclar íntimamente entre sí y de forma homogénea un componente termoplástico, en forma de fibras de carbono definitivas con las fibras de carbono antes o durante una formación de capas.

Como resultado de los ejemplos citados anteriormente se obtienen productos intermedios planos en los que las fibras de carbono definitivas, los haces de fibras de carbono o su mezcla con una razón de masas definida y constante quedan sueltas unidas con al menos un componente termoplástico. El objeto de la presente invención es que después se ablanda o funde al menos un componente termoplástico por un proceso de calentamiento, y las fibras de carbono son consolidadas preferiblemente bajo compresión plana, y enfriamiento para formar una capa o placa rígida, de manera que tras un proceso de fragmentación posterior resultan gránulos susceptibles de corrimiento y fácilmente dosificables para moldeo por inyección y preparación de materiales compuestos. En

5 contraste, por ejemplo, con el documento DE 44 19 579 A1, en el que se trabaja con impregnación por fusión y la técnica de extrusión, el contenido de fibra ajustable en los gránulos resultantes puede ser ajustado hasta un 95 % esencialmente por encima del límite del 35 % mencionado en el documento DE 44 19 579 A1 y así pueden ser proporcionados concentrados de fibra de carbono en forma de gránulo baratos para la preparación de materiales compuestos.

La temperatura y la presión de compresión durante la solidificación térmica, en combinación con el porcentaje y el tipo de polímero del material termoplástico que se funde o ablanda adhiriendo determina la cohesión mecánica de todos los componentes en el gránulo y por lo tanto la posibilidad de uso para el moldeo por inyección y la preparación de materiales compuestos.

10 El objeto de la presente invención es además un gránulo que contiene fibras de carbono que fue fabricado según un procedimiento del tipo mencionado anteriormente, y que preferiblemente presenta una proporción de fibras de carbono en el rango del 5 % al 95 %, preferiblemente en el rango del 10 % hasta el 80 %, y en el que preferentemente la distancia máxima entre los bordes de los gránulos es de 3 a 25 mm, preferentemente de 5 a 10 mm. Por tanto, es preferible que las fibras de carbono, haces de fibras de carbono o su mezcla contenidas en el  
15 gránulo no presenten una longitud de fibra uniforme y porciones de ella no atraviesen por el cuerpo completo del gránulo sin interrupción.

Un gránulo según la invención, por ejemplo, puede contener, además de fibras de carbono, haces de fibras de carbono o su mezcla procedentes de desechos o piezas viejas que contengan fibras de carbono, una proporción de fibras de carbono, haces de fibras de carbono o su mezcla en forma de productos primarios definitivos (producto  
20 nuevo). Del mismo modo, este gránulo puede contener, por ejemplo, además de fibras de carbono otras porciones de fibras de carbono que actúen como refuerzo en forma definitiva, en particular, para-aramida, fibras de vidrio, fibras naturales, fibras químicas no fundibles y/o fibras con un punto de fusión superior al de las fibras de la matriz.

Como técnicas para la fabricación según la invención en particular de estructuras planas que contengan fibras de carbono de masa y volumen uniformes, dependiendo de tipo de fibras de carbono, haces de fibras de carbono o su  
25 mezcla definitivas que se usen, pueden emplearse prioritariamente dependiendo de la longitud de la fibra presente y la distribución de longitudes de las fibras, por ejemplo técnicas de vía seca conocidas en sí, como por ejemplo cardado del material no tejido, el tendido neumático del material no tejido, la formación de una carga suelta mediante un dispositivo de esparcimiento en caso de uso de fibras cortas de hasta aproximadamente 10 mm o mediante tolva de carga en caso de longitudes de fibra medias > 10 mm, así como técnicas de vía húmeda como la fabricación de  
30 material no tejido por vía húmeda o la tecnología del papel. También una dispersión de polvo en caso de fibras muy cortas de hasta aproximadamente 5 mm es posible como etapa de proceso de formación de capas.

Fibras de carbono como material de partida para el procedimiento son, por ejemplo:

- fibras primarias trituradas y/o madejas de mechas trituradas,

- restos de tela, tejido o malla triturados y/o desfibrados,

35 - desechos de hilos o material residual de bobinas triturados y/o desfibrados,

- desechos de preimpregnando triturados y/o desfibrados y/o pretratados térmicamente o con un disolvente, o bien

- desechos que contienen resina, piezas duras de plásticos que contienen carbono y/o componentes viejos obtenidos, eventualmente además fibras de carbono definitivas trituradas y/o desfibradas y/o haces de fibras de carbono definitivos.

40 De acuerdo con las presentes longitudes de fibra de carbono estos se puede incorporar directamente en el proceso de formación de capas o para mejorar la procesabilidad además ser triturados y/o por ejemplo ser dotados o mezclados con un apresto, sustancias que favorecen la adhesión u otros medios adicionales activos en el plástico posterior, tales como retardantes de llama, colorantes, agentes de desmoldeo o agentes para tribología. Además, es posible añadir al material de fibras de carbono materiales de fibras extrañas que actúen además funcionalmente, por  
45 ejemplo para la modificación de la resistencia al impacto o para el reforzamiento mecánico, tales como para-aramida, fibras de vidrio, fibras naturales o fibras químicas que no se funden o fibras con un punto de fusión superior al de las fibras de la matriz. Las proporciones de la mezcla en forma de fibras, así como los materiales de fibra termoplásticos que actúan posteriormente como ligantes se pueden mezclar íntimamente y de manera homogénea con las restantes porciones de fibra en una etapa de proceso independiente antes de la formación de capas, por  
50 ejemplo a través de una línea de mezclado de fibras textiles, o directamente durante la formación de las capas, por ejemplo, en una máquina de cardado. Si se aprovechan las posibilidades de una mezcla del sistema, los componentes de fibras individuales son depositados uno sobre otro por separado por ejemplo en diferentes capas como velos de fibra o bandas de material no tejido. Es importante aquí que el componente de ligado termoplástico después de la solidificación térmica penetre suficientemente por todas las capas para así asegurar una unión  
55 compacta de todas las capas entre sí. Esto se puede conseguir por un mezclado homogéneo de todos los

componentes entre sí, con, por ejemplo, una estructura alternante de capas finas de termoplástico y componente de refuerzo, o, por ejemplo, por una perforación intensiva de las fibras ligantes termoplásticas a través de la capa de fibra de carbono con un proceso de punzonado. En caso de capas finas o de una buena impregnabilidad con masa fundida termoplástica basta un sándwich, en el que los componentes no fundibles están dispuestos como capa de núcleo.

Como componentes ligantes termoplásticos son considerados generalmente las diferentes matrices termoplásticas conocidas del estado de la técnica. Estas van desde polietileno de bajo punto de fusión, pasando por polipropileno, poliamida, hasta termoplásticos de alto punto de fusión como PEEK o PEI. Los parámetros de solidificación térmica, tales como la temperatura, el tiempo de permanencia, la presión, y eventualmente el uso de atmósfera de gas inerte deben adaptarse a las características específicas de estos polímeros. Las formas utilizables de los componentes ligantes termoplásticos que van desde pequeñas partículas tales como polvos, pasando por fibras cortas, fibras largas textiles, capas de material no tejido o fibroso, materiales no tejidos de hilatura, películas hasta masas fundidas de polímeros.

Después de la combinación de fibras de carbono definitivas con el ligante termoplástico en una disposición de capas planas con una razón de masas lo más constante posible de fibras de carbono respecto al termoplástico, esta disposición de capas es calentada, de modo que el componente termoplástico se ablanda o funde. Sin embargo, si se utilizara una masa fundida de polímero esta etapa no sería necesaria. Aquí, la aplicación puede realizarse por ejemplo mediante boquillas anchas sobre la capa de fibra de carbono, a continuación son compactadas mediante presión y son solidificadas por enfriamiento con presión o sin compresión mecánica externa adicional.

La proporción del componente termoplástico determina la compacidad alcanzable de los productos de placa y la estabilidad mecánica de los gránulos posteriores. El límite inferior de la porción termoplástica se sitúa preferiblemente a aproximadamente el 5 %, debiendo ser mezcladas las fibras de carbono y los componentes termoplásticos íntimamente entre sí y de la forma más homogénea posible para un efecto de solidificación comprobable. En el procedimiento del sándwich son ventajosas proporciones de ligante mínimas desde aproximadamente el 15 hasta el 25 % para conseguir una buena cohesión en el gránulo posterior. Si se emplean los gránulos que resultan de la preparación de materiales compuestos, se trabaja en el sentido de una rentabilidad mayor preferiblemente con una alta proporción de fibra de carbono y una proporción lo más baja posible de polímero ligante. Si los gránulos van a ser pulverizados directamente en los componentes, se utilizan los polímeros termoplásticos preferiblemente en proporciones > 50 %, generalmente entre el 70 y el 90%.

Mediante la proporción del componente termoplástico, por ejemplo, la dureza de los gránulos puede ser variada en un amplio rango. Este va desde un estado compacto sin poros pasando por porosidades en aumento hasta un estado de material no tejido de fibras solidificado térmicamente de baja densidad. Además de los materiales de fibra de carbono usados pueden ser empleados otros materiales de fibra en forma definitiva. Estos pueden ser alimentados de manera análoga a los componentes de fibra de carbono por procesos de mezcla de fibras antes o durante la formación de capas o como componentes separados del sistema en la formación de capas de material.

A continuación el producto de placa solidificado térmicamente es fragmentado de forma definida. Esto se puede hacer por ejemplo por medio de un proceso de estampación, mediante la técnica de corte de cuchilla dentada o en una combinación de dos máquinas de corte de tipo guillotina. El tamaño de las partículas depende de las peculiaridades del preparador de materiales compuestos o del moldeador de inyección, preferiblemente no supera por regla general en su dimensión máxima los 15 mm. Los gránulos fáciles de procesar presentan, por ejemplo, longitudes de canto máximas de 5-10 mm. Los gránulos no tienen que presentar una forma regular o uniforme. También tiene poca importancia el espesor de los gránulos. En el sentido de una buena cohesión los gránulos gruesos con mucha masa deben presentar una proporción mínima de termoplástico superior a la de los gránulos finos en forma de placas, que debido a su menor masa durante la dosificación y la mezcla no soportan pequeñas fuerzas de inercia durante el contacto mutuo sin destruirse.

Los ámbitos de aplicación de los gránulos de carbono de este tipo son preferentemente la preparación de materiales compuestos y el moldeo por inyección para la fabricación de materiales compuestos de fibra ligados por termoplástico. Otros campos de aplicación con proporciones de ligante de fusión particularmente bajas son, por ejemplo, el refuerzo de elastómero o caucho o el empleo como gránulos poco solidificados en matrices de durómeros, que desfibrados de nuevo en durómero por ejemplo por procesos de agitación, liberan las fibras de carbono, de manera que estas pueden ser distribuidas fácilmente en la matriz de durómero.

Las características mencionadas en las reivindicaciones subordinadas se refieren a perfeccionamientos preferidos de la solución del objeto de la invención. Otras ventajas de la invención resultan de la siguiente descripción detallada.

En lo sucesivo, la presente invención se explicará en detalle con referencia a ejemplos de realización concretos. Se entiende que estos ejemplos de realización tienen un carácter meramente ejemplar y la invención no está limitada en modo alguno a las medidas concretas y los parámetros mencionados en ella.

**Ejemplo de realización 1**

Procesamiento de una mezcla de fibra/fibra para formar gránulos para moldeo por inyección.

5 Para la fabricación de gránulos que contienen fibras de carbono para moldeo por inyección se empleó como material de partida 100 % de fibras recicladas de carbono obtenidas de desechos de tejidos de carbono con una longitud de  
 10 fibra media de 40 mm y fibras cortas textiles de PA6, dtex 3,3, 60 mm habituales en el mercado. Ambos materiales fueron mezclados íntimamente entre sí en una proporción de masas del 70 % de PA6 y el 30 % de fibras de carbono recicladas (RCF) sobre una mesa de mezclado habitual en la industria textil y posterior aplicación de la técnica  
 15 abridora-mezcladora como la llamada mezcla de copos. A continuación, esta mezcla de fibras fue tendida sobre una instalación de cardado y el velo cardado plano de masa superficial uniforme producido con una masa superficial de 35 g/m<sup>2</sup> fue colocado sobre una mezcla de fibras de 70/30 PA6/RCF mediante un aplicador perpendicular para formar una estratificación de varios velos con una masa superficial de 260 g/m<sup>2</sup> y a continuación solidificada con una  
 20 máquina punzonadora con 25 punzadas/cm<sup>2</sup> hasta que el material no tejido para el siguiente proceso por un lado podía ser manejado con seguridad y por otro lado la intensidad de las punzadas no era demasiado alta para obtener fibras de carbono lo más largas posibles en el material no tejido. 10 de tales materiales no tejidos punzonados con una masa superficial de alrededor de 250-260 g/m<sup>2</sup> fueron superpuestos en forma de piezas de 30 cm x 30 cm y comprimidos usando una prensa de platos múltiples a 240° C con 50 bar durante 100 s y a continuación enfriados. De las placas resultantes fueron separados los cantos blandos aún no solidificados con una cizalla de guillotina. Posteriormente, las placas fueron fragmentadas sobre una máquina de corte de la empresa Pierret con un corte de 6,3 mm al principio longitudinalmente en tiras y por nuevo tendido de las tiras con un corte transversal para formar  
 25 gránulos de tipo chip con longitudes de canto en un intervalo de 4 a 10 mm, dependiendo de la precisión del corte obtenida en cada caso. Los gránulos son realizados de forma irregular; en el caso ideal son cuadrados pero normalmente tienen una forma irregular como un cuadrado cíclico o un cuadrado tangencial, incluso triángulos irregulares. Estas formas resultan de la técnica de fragmentación empleada a los productos de placa y no son de gran importancia para su uso en el moldeo por inyección. Más bien es importante que en los gránulos no haya fracciones de tamaño excesivamente grande que conduzcan al bloqueo de las tolvas de carga en las siguientes instalaciones. Estos gránulos así fabricados pudieron ser procesados a continuación en una máquina de moldeo por inyección directamente en materiales reforzados con fibra.

**Ejemplo de realización 2**

30 Procesamiento de una mezcla del sistema plana para formar gránulos para la preparación de materiales compuestos.

En una instalación de cardado fueron fabricadas bandas de material no tejido con una masa superficial de 180 g/m<sup>2</sup> formadas por 100 % de fibras textiles de PA6 3,3 dtex, 60 mm usuales en el comercio utilizando un aplicador perpendicular y una máquina punzonadora 2 posterior. Las dos bandas de material no tejido fueron punzonadas una vez por arriba solo ligeramente con 12 punzadas/cm<sup>2</sup>. En una etapa de trabajo posterior 100 % fibras de carbono  
 35 recicladas obtenidas de desechos de tejido con una longitud media de fibra de 40 mm por medio de una técnica de cardado modificada técnicamente de forma especial para el procesamiento de fibras de carbono, fueron procesadas para formar un velo cardado plano de masa superficial uniforme con 30 g/m<sup>2</sup> de velo cardado y este velo extraído continuamente de la máquina de cardado con un aplicador transversal fue depositado perpendicularmente y con solapamiento sobre una banda de depósito que marchaba continuamente y que formaba un ángulo de 90° con él,  
 40 siendo depositada una masa superficial de 780 g/m<sup>2</sup>. Entre la banda de depósito y la estratificación de velo de fibras de carbono a ser recubierta fue colocada una de las bandas de material no tejido punzonadas fabricadas anteriormente, de modo que la estratificación de fibras de carbono estaba dispuesta sobre el material no tejido de PA6. Antes de entrar en la máquina punzonadora posterior, el segundo material no tejido PA6 fue enrollado con 180 g/m<sup>2</sup> como capa de cubierta, de manera que con ello se formó un sándwich de 180 g/m<sup>2</sup> de material no tejido punzonado de PA6 - 780 g/m<sup>2</sup> de capa de velo de RCF - 180 g/m<sup>2</sup> de material no tejido perforado de PA6. Este sándwich fue punzonado con respectivamente 25 punzadas/cm<sup>2</sup> por arriba y por abajo solidificándose. Por el proceso de punzonado porciones de las capas de cubierta de material no tejido de PA6 fueron atravesadas por la capa de RCF, de modo que casi se llegó a una cierta mezcla íntima del PA6 con la capa de RCF, lo que afectó de forma positiva a la estabilidad del grado de solidificación térmica que puede ser conseguido posteriormente. Los  
 45 materiales no tejidos punzonados así producidos con capa exterior de PA6 y RCF en la zona núcleo fueron superpuestos como piezas de 30 cm x 30 cm y comprimidos con una prensa de platos múltiples a 240° C con 50 bar durante 100 s y a continuación enfriadas. De las placas resultantes fueron separados los cantos blandos aún no solidificados con una cizalla de guillotina. Posteriormente, las placas fueron fragmentadas sobre una máquina de corte de guillotina de la empresa Pierret con un corte de 9,8 mm primero longitudinalmente en tiras y por nuevo  
 50 tendido de las tiras con un corte transversal para formar gránulos de tipo chip con longitudes de canto en un intervalo de 7 a 14 mm según el grado de precisión del corte conseguido. Los gránulos son realizados de forma irregular, en el caso ideal son cuadrados pero normalmente tienen una forma irregular como cuadrado cíclico o cuadrado tangencial, hasta incluso triángulos irregulares. Estas formas resultan de la técnica de fragmentación empleada a los productos de placa y no son de gran importancia para su uso en la preparación de materiales compuestos. Más bien es importante que en los gránulos no haya fracciones de tamaño excesivamente grande que  
 60

conduzcan al bloqueo de las tolvas de carga de las siguientes instalaciones. Estos gránulos así fabricados pudieron ser procesados a continuación en una extrusora para formar granulado de moldeo de inyección que contiene fibras de carbono con una proporción de fibras del 10 % de RCF.

5 A continuación se describirá en detalle el principio de funcionamiento de una máquina de cardado que puede ser utilizada en el marco de la presente invención a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos.

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

10 La representación muestra al menos una capa de fibras 10 que entra (a la izquierda en el dibujo) en la instalación de cardado, que en primer lugar a través de rodillos de alimentación 1, 2 llega a un rodillo tomador 3 que gira en sentido contrario al de los rodillos de alimentación. Entre este rodillo tomador 3 y el rodillo principal (tambor 5) que gira en el mismo sentido que este cilindro tomador está dispuesto un rodillo de transferencia 4 que gira en sentido contrario al del rodillo tomador 3 y el tambor principal 5. Por el contorno del tambor principal 5 están dispuestos en diferentes posiciones del contorno diversos cilindros trabajadores 6 y cilindros descargadores 7. El propósito de estos dispositivos consiste en desfibrar la capa de fibra 10 que entra en la instalación de cardado hasta las fibras  
15 individuales y de nuevo formar un velo de fibras fino y de masa uniforme con una masa superficial definida. Preferiblemente, se pretende una orientación longitudinal de las fibras.

20 Detrás del tambor principal 5, está dispuesto un tambor desprendedor 8 que gira en sentido opuesto a este, en el que se encuentra en el lado dispuesto aguas abajo un peine descargador 9. De este tambor desprendedor 8 es descargado un velo de fibras 11 en forma de una superficie sin fin, que por ejemplo presenta una masa superficial como máximo de hasta aproximadamente  $80 \text{ g/m}^2$ , preferiblemente como máximo de aproximadamente  $60 \text{ g/m}^2$ , así como una orientación longitudinal de las fibras, por ejemplo, de aproximadamente de  $15 - 30 \text{ g/m}^2$ .

**Lista de símbolos de referencia**

	1	Cilindro de alimentación
	2	Cilindro de alimentación
	3	Cilindro tomador
5	4	Cilindro de transferencia
	5	Cilindro principal (tambor)
	6	Cilindro trabajador
	7	Cilindro descargador
	8	Tambor desprendedor
10	9	Peine descargador
	10	Capa de fibra entrante
	11	Velo de fibras

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la fabricación de gránulos de materiales compuestos de fibra adecuados para su posterior procesamiento en un procedimiento de fabricación de la técnica de plásticos, en el que los gránulos contienen fibras de carbono y al menos un material de matriz termoplástico, en el que se emplean para ello fibras de carbono, haces de fibras de carbono, o una mezcla de ellos aislados de desechos o piezas viejas que contienen fibras de carbono, los cuales son depositados planos junto con el material de matriz termoplástico, prensados bajo la influencia del calor para formar un material de placa, después son enfriados y fragmentados para formar gránulos, plaquitas o virutas, caracterizado por que en primer lugar es generada al menos una capa de fibras de carbono definitivas por depósito plano de fibras de carbono definitivas en un proceso neumático de formación de material no tejido aleatorio, un proceso de cardado, un proceso de formación del material no tejido por vía húmeda, un proceso de fabricación de papel o como carga suelta.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que las fibras de carbono, haces de fibras de carbono o su mezcla utilizados presentan una longitud media desde 3 mm hasta 150 mm.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que es procesada una capa de fibras que entra en una instalación de cardado directamente para formar un velo de fibras fino con distribución de masa uniforme.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que a la entrada de la instalación de cardado las fibras de carbono definitivas, los haces de fibras de carbono o su mezcla y fibras termoplásticas son alimentados, respectivamente, como capas separadas y son mezclados en la máquina de cardado.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado por que se pone en contacto al menos una capa termoplástica que comprende al menos una película termoplástica, una capa de velo de fibras o capa de material no tejido, eventualmente en forma de una masa fundida, con al menos una capa de fibras de carbono definitivas, haces de fibras de carbono o su mezcla.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado por que es aplicado un componente termoplástico en forma de polvo o como partículas con un diámetro menor de aproximadamente 5 mm sobre al menos una capa de fibras de carbono definitivas, haces de fibras de carbono o su mezcla o introducido en tal capa, y la disposición es calentada, o bien se pone en contacto el componente termoplástico mencionado en forma de masa fundida con al menos una capa de fibras de carbono definitivas.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que un componente termoplástico en forma de fibras definitivas es mezclado íntimamente y de forma homogénea con las fibras de carbono, haces de fibras de carbono o su mezcla antes o durante una formación de capa.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que los componentes individuales, concretamente las fibras de carbono, haces de fibras de carbono o su mezcla, fibras de matriz termoplástica y eventualmente otras fibras de diferente composición, respectivamente, son dispuestas planas una sobre otra por separado en diferentes capas como velos de fibras o bandas de material no tejido y se toman 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.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que para el aislamiento de las fibras de carbono, los haces de fibras de carbono o su mezcla de desechos o piezas viejas, las sustancias de matriz que estorban son eliminadas usando técnicas de pirólisis, o por tratamiento con un disolventes supercríticos.
10. Gránulo que contiene fibra de carbono, fabricado según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que presenta una proporción de fibras de carbono, haces de fibras de carbono o su mezcla en el intervalo del 5 % al 95 %, preferiblemente en el intervalo del 10 % al 80 % y la máxima separación de los bordes del gránulo es de 3 a 25 mm, preferentemente de 5 a 10 mm.
11. Gránulo que contiene fibra de carbono según la reivindicación 10, caracterizado por que las fibras de carbono, haces de fibras de carbono o su mezcla contenidos en el gránulo no presentan una longitud de fibra uniforme y porciones de ellas no pasan a través de todo el cuerpo del gránulo sin interrupción.
12. Gránulo que contiene fibra de carbono según una de las reivindicaciones 10 u 11, caracterizado por que además de fibras de carbono, haces de fibras de carbono o su mezcla procedentes de desechos o piezas viejas que contienen fibras de carbono, puede contener también una proporción de fibras de carbono en forma de un producto primario definitivo (producto nuevo).
13. Gránulo que contiene fibra de carbono según una de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado por que además de fibras de carbono, haces de fibras de carbono o su mezcla contiene proporciones de fibras con efecto de refuerzo

## ES 2 481 403 T3

en forma definitiva, en particular, para-aramida, fibras de vidrio, fibras naturales, fibras químicas que no se funden y/o fibras con punto de fusión superior al de las fibras de la matriz.

Fig. 1

