

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 024**

51 Int. Cl.:

**B29B 17/04** (2006.01)  
**B29B 7/90** (2006.01)  
**B29B 17/00** (2006.01)  
**B07B 1/46** (2006.01)  
**B07B 13/04** (2006.01)  
**B29K 105/06** (2006.01)  
**B29K 307/04** (2006.01)  
**B29B 17/02** (2006.01)  
**B29B 7/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.12.2015 E 15197929 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.03.2018 EP 3050689**

54 Título: **Procedimiento para reciclar materiales que contienen fibras de carbono**

30 Prioridad:

**08.12.2014 DE 102014225105**

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

**12.06.2018**

73 Titular/es:

**CURRENTA GMBH & CO. OHG (50.0%)  
51368 Leverkusen, DE y  
LANXESS DEUTSCHLAND GMBH (50.0%)**

72 Inventor/es:

**BEYER, JOACHIM;  
LEHMANN, ANDRÉ;  
ULFIK, BENNO y  
NICKEL, STEFANIE**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 672 024 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 reciclar materiales que contienen fibras de carbono

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para el tratamiento de restos de producción o componentes acabados que contengan fibra de carbono. A este respecto la fibra de carbono se trata de forma que, en un procedimiento convencional de procesamiento se pueda incorporar de nuevo a un plástico.

Las fibras de carbono se emplean para el refuerzo de plásticos termoplásticos o duroplásticos. Hasta ahora se emplean en gran medida como fibras continuas en una matriz duroplástica, ya que así se deben obtener efectos de refuerzo máximos en un intervalo de temperaturas amplio.

10 Los componentes que surgen de ello se emplean, por ejemplo, en la construcción de aviones o en centrales eólicas. Mediante las crecientes aplicaciones a gran escala aumenta también la cantidad de restos de producción y componentes que contienen fibra de carbono.

15 Como las fibras de carbono se fabrican en un proceso térmico muy costoso, son comparativamente caras (15 - 300 €/kg, este último precio para tipos especiales). Por lo tanto, es significativo desde el punto de vista económico y ecológico dar a las fibras provenientes de restos de producción y componentes que han acabado su vida útil un nuevo aprovechamiento. Para un nuevo aprovechamiento parece razonable un tratamiento para llegar a una fibra corta, como se ha utilizado ya desde hace siglos con mucho éxito para el refuerzo mecánico como fibra de vidrio en termoplásticos. Especialmente los empeños actuales en una construcción ligera, que tienen como objetivo unas mejores cualidades mecánicas con bajo peso, hacen que el empleo de fibras de carbono para componentes termoplásticos técnicos parezca razonable.

20 A este respecto es deseable conservar estas excelentes cualidades en su mayor parte, de forma que tal fibra pueda sustituir la costosa fibra de materia prima o incluso explotar aplicaciones adicionales a causa de ventajas en cuanto al precio.

25 En los residuos de producción o en las piezas usadas las fibras de carbono existen en gran medida como fibras continuas, dado el caso, en una matriz duroplástica. Si una fibra de carbono que estaba prevista para su empleo como fibra continua en una matriz duroplástica se emplea como fibra corta en una matriz termoplástica, se deben tener en cuenta algunos puntos en cuanto a procesamiento y cualidades. A este respecto, juega un papel importante, entre otras cosas, el apresto que se ha aplicado a estas fibras o las cualidades específicas de la fibra resultantes de este.

Este apresto tiene en esencia tres objetivos:

- 30 • pegado de las fibras individuales (filamentos) hasta llegar a lotes de fibras (rovings) para el aumento de la estabilidad y de la densidad aparente
- ayuda de procesamiento: según procedimiento de procesamiento:
  - a. como fibra corta: para el aumento de la fluidez (necesario para la capacidad de procesamiento en el compuesto)
  - 35 b. como fibra continua para llegar a un producto textil semiacabado procesado para el aumento de la capacidad de resistencia contra fricción de las urdimbres y las tramas
  - c. mejora de la adhesión de matriz y fibra (adaptada al compuesto correspondiente de material de matriz y fibra)

De esto se deducen los siguientes puntos de vista para el tratamiento:

- 40 • En el caso de un tratamiento mecánico de la fibra de carbono, se rompen los lotes de fibras, aumenta la densidad aparente, los filamentos (fibras individuales) se enganchan unos en otros, se dificulta considerablemente otro procesamiento (por ejemplo, dosificación).
- Una fibra que estaba determinada para el procesamiento para llegar a un producto textil semiacabado tiene un apresto adecuado para ello que, sin embargo, no garantiza una fluidez (necesaria para un compuesto).
- 45 • Un apresto que está optimizado para una buena adhesión de un compuesto determinado de matriz y fibra, por norma general, no es óptimo para otro compuesto de matriz y fibra.

La presente invención resuelve el objetivo de sacar fibras de carbono a partir de restos de recortes de tela en una forma con cualidades técnicas de procesamiento suficientemente buenas que haga posible un nuevo procesamiento en un compuesto posterior.

50 Las telas de fibra de carbono son estructuras textiles superficiales no tejidas. Para su fabricación, mediante hilo de coser de fibra de vidrio se fijan en su capa lotes de fibra de carbono (rovings) situados en paralelo unos junto a otros. Para fabricar componentes reforzados con fibra de carbono se utilizan las denominadas telas multiaxiales. Estas constan de varias capas pegadas por puntos una con otra de esta denominada tela unidireccional en la orientación

deseada (por ejemplo, 0°, 90°, -45° y +45°). La pieza moldeada para la fabricación de componente se recorta de esta estera de varias capas. La matriz de plástico se introduce en moldes.

5 La materia prima para la invención presente en este caso son especialmente los restos de recortes que se producen en el procesamiento de la tela de fibra de carbono. No obstante, en principio es concebible también la utilización de fibras recicladas a partir de componentes en los que la matriz de plástico se haya retirado térmicamente, así como otros materiales incluidos como, especialmente, tejidos, telas no tejidas, bordados, redes, esteras, corte de precisión o tejidos distanciadores.

10 Los tejidos se producen mediante el entrelazado de fibras continuas, por ejemplo, de rovings. La utilización de fibras va acompañada obligatoriamente de una ondulación de las fibras. La ondulación causa especialmente una disminución de la resistencia a la compresión de fibras paralelas. Por lo tanto para compuestos de plástico y fibra de alta calidad mecánica se utilizan telas.

En una tela las fibras se sitúan idealmente en paralelo y estiradas. Se utilizan exclusivamente fibras continuas. Las telas se unen mediante un grapado de papel o hilo.

15 Si las fibras no están orientadas exclusivamente en el plano, se habla de telas multiaxiales. En la mayor parte de los casos las fibras adicionales se orientan perpendicularmente respecto al plano de laminado para mejorar el comportamiento ante delaminación e impacto.

20 Si en el plano se quisiera aplicar rovings individuales no solo estirados sino en carriles discretos, se utilizan bordados. A este respecto los rovings se bordan sobre un material de soporte (por ejemplo, una tela no tejida) y se fijan así. Los bordados se utilizan frecuentemente en la zona de aplicaciones de carga, ya que en ella a menudo se desea una orientación de fibras compleja. Los bordados se utilizan como preformas para el procedimiento RTM (moldeo por transferencia de resina (resin transfer moulding)).

En el procedimiento de trenzado a partir de rovings se trenzan principalmente tubos flexibles que sirven para la fabricación de tuberías, recipientes o componentes huecos en general.

25 Si se deben fabricar componentes con cualidades casi isotrópicas, se proponen esteras de fibras. Las esteras constan en la mayoría de los casos de fibras cortas y largas que se unen unas con otras de forma suelta por medio de un agente aglutinante. Mediante el empleo de fibras cortas y largas las cualidades mecánicas de componentes a partir de esteras son inferiores a aquellas de tejidos.

30 Las telas no tejidas se fabrican, por ejemplo, clavando fibras largas. Sirven, aplicadas como capa fina, para la protección superficial o para la reducción de la ondulación superficial. Las cualidades mecánicas son casi isotrópicas e inferiores a aquellas de tejidos.

Los cortes de precisión se utilizan principalmente como material de relleno. Pueden potenciar las cualidades mecánicas de zonas de resina pura y, dado el caso, disminuir la densidad.

Los tejidos distanciadores sirven para la fabricación de estructuras sándwich.

35 En un transcurso típico de procedimiento se cortan los restos de recorte de fibra de carbono y a continuación los trozos de fibra de carbono se llevan al reciclado.

Los restos de recorte de las esteras de fibra de carbono se cortan primero, por ejemplo, en trozos con longitudes en el intervalo de 6 mm a 200 milímetros, preferentemente en una longitud de borde de 6 a 10 mm. Esto se puede realizar con máquinas de corte por guillotina, como las que son fabricadas, por ejemplo, por la empresa Pierret, Bélgica.

40 La alimentación de las máquinas de corte por guillotina se puede efectuar, a este respecto, manualmente. No obstante, también es posible una alimentación automática con productos en paquetes cuando se utiliza una trituradora de paquetes. Pierret, la empresa mencionada anteriormente, fabrica también trituradoras de paquetes adecuadas para triturar previamente paquetes a partir de esteras de fibra de carbono.

45 Las esteras de fibra de carbono cortadas en tiras o láminas, no obstante, no se deshacen completamente en lotes de fibras individuales fluidos, sino que forman, en una parte considerable, madejas lanosas. Estas fibras de corte lanosas no se pueden utilizar en un aparato dosificador convencional, como los que se emplean, por ejemplo, para la alimentación de aditivos de refuerzo en compuestos. Inmediatamente dan como resultado el bloqueo de rastrillo agitador y de los tornillos sinfín dosificadores.

50 En principio es concebible separar lotes de fibra corta fluidos a partir de las esteras de fibra cortadas. Estos lotes de fibra corta se pueden combinar, con una dosificación adaptada según la capacidad de flujo de la fibra corta, directamente en un extrusor. Este tamizado puede implementarse con tamices planos y cribas.

A este respecto, se debe hacer circular una y otra vez la materia prima lanosa para dar la posibilidad a los lotes de fibras de disgregarse del material amontonado. Este procedimiento de aligeramiento y entremezclado se puede

realizar con máquinas de tamiz que ejerzan un fuerte movimiento de cribado sobre el producto de tamizado, como, por ejemplo, bandas de semitamizado o bandas de tamizado refinado. A este respecto, sin embargo, el rendimiento de fibra tamizada es escaso y en el caso de lana de fibra de sección a partir de telas unidireccionales se sitúa, como máximo, aproximadamente en el 30% de la materia prima.

- 5 Los restos de recorte con varias capas se disgregan incluso considerablemente peor. En este caso el rendimiento de fibras fluidas puede bajar a menos del 30%. También las fibras de sección a partir de restos de recorte con varias capas están ya considerablemente más separadas, de forma que la fluidez de la fracción tamizada disminuye en comparación con fracciones tamizadas a partir de restos de recorte de una capa.

- 10 Por lo tanto, el objetivo consistía en sacar en un procedimiento la fracción lanosa no fluida de las fibras de carbono a partir de restos de recortes de tela en una forma con cualidades técnicas de procesamiento suficientemente buenas que haga posible un nuevo procesamiento en un compuesto posterior. Además el objetivo consiste en facilitar un procedimiento con el que se pueda obtener un grado de relleno de fibra lo más alto posible, especialmente, un grado de relleno de fibra del 40%; preferentemente, un grado de relleno de fibra del 50% y más.

- 15 Un método para la fabricación de pellets que contienen fibra de carbono con cualidades mecánicas para productos a granel adecuadas para el nuevo procesamiento en el compuesto está descrito en el documento DE 102010008349 A1 o en el EP2536545 B1. Para ello se colocan extendidas fibras de carbono aisladas a partir de residuos de producción o piezas usadas que contienen fibras de carbono, lotes de fibra de carbono o una mezcla con un material de matriz termoplástico, y, por ejemplo, se mezcla en la forma de una tela no tejida de la forma más homogénea posible. Bajo el efecto del calor se prensa material en planchas que se ha triturado después del enfriamiento para  
20 llegar a pellets, placas pequeñas o láminas. Este procedimiento, sin embargo, es muy costoso. El esfuerzo técnico de la fabricación de un producto semiacabado solo con el fin del granulado de corte en un estado dosificable para el compuesto no es económico.

- 25 El documento WO 2014/037724 A1 desvela un procedimiento para la fabricación de un material compuesto de fibra de carbono que comprende el triturado, el corte o el estampado de material de fibra de carbono y la extrusión de la fibra de carbono triturada o cortada en trozos pequeños con termoplásticos. Este documento no desvela ninguna separación de las fibras de carbono fluidas de las fibras de carbono lanosas no fluidas. El documento EP 2 789 441 A1 desvela un procedimiento para reciclar material de tela de anchura especial de residuos para llegar a un compuesto de moldeo a granel (bulk molding compound) que comprenda la aplicación de calor y presión sobre el material de tela de anchura especial.

- 30 El documento JP 2004 338194 desvela un procedimiento para la fabricación de un material para moldear regenerado mediante el reciclaje de una estructura a partir de material para moldear reforzado con fibra, separándose polvo de plástico de fibras fluidas. El documento US 2007/045456 A1 desvela un procedimiento que comprende el corte de una fuente de fibra para facilitar un primer materia de fibra y el paso de un primer material de fibra por un tamiz con un tamaño de abertura determinado para facilitar un segundo material fibroso, describiéndose  
35 todo el material de fibra separado como material de fibra fluida. El documento DE 90 00 291 U1 desvela un dispositivo para clasificar tabaco para la fabricación de artículos que se fuman utilizando una canaleta de transporte vibratoria lineal.

- 40 Sorprendentemente, ahora se ha descubierto que el objetivo mencionado anteriormente se resuelve mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende el compuesto de una fibra de carbono no fluida con al menos un granulado de polímero en un aglomerador de plástico.

- 45 Desde hace muchos años se conocen procedimientos para reciclar láminas de polímero p restos de fibra con ayuda de los denominados aglomeradores de plástico. En este sentido la voluminosa materia prima se compacta previamente mediante un tornillo sinfín de transporte y se introduce en un sistema de rotor y estator. En la hendidura entre rotor y estator el material de polímero se calienta por fricción hasta una temperatura de ablandamiento y se compacta de nuevo para llegar a aglomerados.

En principio han conseguido una amplia aplicación dos tipos diferentes de aglomeradores de plástico.

- 50 Un primer tipo utiliza discos perfilados. La hendidura entre rotor y estator se estrecha pocos milímetros desde la mitad hasta llegar al margen exterior. La velocidad periférica del disco de rotor se sitúa en 80 m/s en el margen exterior. Mediante del número de revoluciones del tornillo sinfín de alimentación y la distancia de hendidura que se puede ajustar se pone la temperatura de procesamiento en el intervalo de trabajo adecuado. El material fundido parcialmente se desliza hacia formas alargadas conformadas irregulares fuera de la máquina y se retiran neumáticamente. En la corriente de aire las partículas se enfrían y se endurecen. Un procedimiento de este tipo está descrito, por ejemplo, ya en 1965 en la publicación de solicitud de patente DE 14 54 875.

- 55 Un segundo tipo utiliza una cámara de plastificado plana cilíndrica estacionaria con una matriz perforada como superficie de revestimiento. En la cámara de plastificado circulan aletas de fricción con una velocidad periférica de solo pocos metros por segundo. La materia prima que se ha vuelto fluida por el calor de fricción es prensada por los orificios de una matriz y en esta es cortada directamente en granulados cilíndricos por cuchillas que circulan. Un procedimiento de este tipo se describe, por ejemplo, en la publicación de solicitud de patente DE 26 14 730.

Sorprendentemente se ha descubierto que los aglomeradores de plástico del segundo tipo son adecuados preferentemente para la implementación del procedimiento de acuerdo con la invención.

5 Los aglomeradores de plástico descritos anteriormente se utilizan, de acuerdo con el estado de la técnica, también para fabricar compuestos que consten de polímero y aditivos orgánicos o inorgánicos. Estos pueden ser también  
 10 fibras. Se alude a esta posibilidad, por ejemplo, en la patente DE 3842072 C1. En el documento de empresa K480 D "Plast-Agglomerator-Anlagen" ("Instalaciones de aglomerador de plástico") de la empresa Pallmann Maschinenfabrik GmbH & Co KG se expone que es factible la fabricación de compuestos a partir de polvo de plástico, láminas, fibras, espuma plástica, así como granulados de caucho con materiales de relleno inorgánicos u orgánicos en polvo o  
 15 fibrosos como tiza, madera, papel, piel, bagazo para textiles, tallos de algodón o cáscaras de arroz. Sin embargo, no se menciona la posibilidad de empleo de que es posible obtener compuestos a partir de granulado de polímero y fibras largas altamente resistentes, como los son las fibras de carbono. Tal posibilidad de empleo era también inesperada para el especialista, ya que se debía partir del hecho de que las fibras largas resistentes obstruirían rápidamente los orificios de la matriz perforada.

20 Los aglomeradores de plástico descritos anteriormente procesan láminas termoplásticas o residuos de fibra sin problemas. Los aglomeradores con discos de fricción como sistema de rotor y estator no pueden, sin embargo, accionarse solos con granulado de polímero. La anchura de hendidura debería reducirse ampliamente para fundir superficialmente para captar el granulado de polímero y para calentarlo por calor de fricción. A este respecto, sin embargo, se producen entonces rápidamente grandes fuerzas de forma que el accionamiento del disco de aglomerador se sobrecarga.

25 Por lo tanto fue sorprendente que fuera posible obtener, mediante estos aglomeradores de plástico, un compuesto de granulado de polímero con fibras que no se pueden fundir superficialmente.

Para ello es ventajoso arrancar los aglomeradores de plástico con una mezcla de granulado de polímero y fibras. Una mezcla estable de granulado de polímero y fibras, sin embargo, no se puede fabricar de antemano. Inmediatamente los componentes se disgregan de nuevo en cada proceso de transporte. Ambos componentes  
 30 deben así entregarse al tornillo sinfín de transporte del aglomerador de plástico dosificados por separado.

En una forma de realización típica, la materia prima se suministra a un silo con brazo rascante y tornillo sinfín de descarga de eje único. El tornillo sinfín, realizado la mayoría de las veces como tornillo sinfín de relleno presiona la materia prima hacia el propio aglomerador de plástico. En él se plastifica el material y, según su tipo, se conforman  
 35 madejas largas en, como máximo, aproximadamente 10 centímetros. Estas madejas se transportan neumáticamente a un molino de corte. En el recorrido hacia este los aglomerados se enfrían hasta el punto de adquirir una resistencia de forma suficiente. En el molino de corte el material aglomerado se tritura en granulado con un tamaño de partícula de, preferentemente, como máximo 8 mm.

A este respecto se produce habitualmente una amplia distribución de partículas con una fracción fina indeseada en la mayoría de los casos. El producto molido es entonces aspirado y suministrado a una etapa de clasificación.  
 40 Habitualmente para la clasificación se utiliza un separador en zigzag. Este se encarga de la separación de la fracción fina. El producto fino se devuelve al silo de materia prima, de forma preferente, neumáticamente. El granulado despolvado se lleva al llenado de producto acabado.

Una forma de realización concebible está representada esquemáticamente en la figura 1, en concreto, la aglomeración de plástico con variación de la entrega de materia prima, representación esquemática de la  
 45 alimentación por separado con fibras y granulado de polímero.

A este respecto, las referencias en la figura 1 tienen el siguiente significado:

- (1) Aglomerador de plástico
- (2) Tornillo sinfín de relleno
- (3) Transporte neumático
- 45 (4) Filtro de separación de materia prima
- (5) Silo con fondo rascante para material de fibra
- (6) Equipo de pesaje
- (7) Tornillo sinfín de dosificación diferencial para granulado de polímero

50 Para ello se debe colocar el recipiente de almacenamiento de fibra (5) sobre celdas de pesaje (6). A partir de la reducción de la masa se puede calcular la corriente de masa de fibra (principio de las básculas dosificadoras diferenciales). La velocidad del tornillo sinfín de transporte (2) se regula de forma que se mantenga constante una corriente de masa de fibra predeterminada.

La alimentación del recipiente de almacenamiento de fibra debe efectuarse correspondientemente de forma discontinua. Durante la recarga se mantiene constante el número de revoluciones del eje. Este es el procedimiento habitual en el caso de básculas dosificadoras diferenciales. Al rellenar el recipiente de almacenamiento se cambia  
 55 de dosificación gravimétrica a dosificación volumétrica.

5 Esto se puede simplificar utilizando dos silos de fibra. Mientras un silo suministra las fibras al tornillo sinfín de transporte dosificadas gravimétricamente, el segundo silo se llena. Si las reservas en el primer silo se agotan, se puede cambiar el suministro de producto cortado al primer silo y la descarga de las fibras al tornillo sinfín de transporte de aglomerador de plástico al segundo silo. Con ello se mantiene casi constante una dosificación gravimétrica.

El granulado de polímero se suministra separadamente por medio de una báscula dosificadora diferencial [7], preferentemente al principio del tornillo sinfín de transporte de aglomerador de plástico. La corriente de masa se regula de acuerdo con la corriente de masa de fibra, según la parte de masa de fibra deseada en el aglomerado.

10 El tornillo sinfín de transporte del aglomerador de plástico se realiza como un denominado tornillo sinfín con palas, en caso de éxito, con contraganchos como elementos mezcladores para producir una mezcla lo más homogénea posible de fibras y granulado de polímero.

El suministro de una mezcla homogénea de fibras y granulado de polímero es el requisito para conseguir condiciones de proceso estables que permitan un funcionamiento continuo sin perturbaciones.

15 Polímeros adecuados para el procedimiento de acuerdo con la invención son todos los plásticos termoplásticos, es decir, que se pueden fundir, preferentemente polietileno, polipropileno, poliestireno, cloruro de polivinilo, acrilonitrilo butadieno estireno y poliamida. Un granulado de polímero muy especialmente preferente es el granulado de poliamida.

Los parámetros de proceso exactos los puede calcular el especialista fácilmente a causa de sus conocimientos especializados mediante el sistema de material respectivo.

20 Un procedimiento adecuado para el tratamiento de esteras de fibra de carbono en compuestos de polímero que contengan fibra de carbono utilizando el procedimiento de acuerdo con la invención comprende los siguientes pasos: el triturado de los materiales que contienen fibra de carbono, la posterior separación de las fibra de carbono fluidas de las fibra de carbono lanosas no fluidas, la combinación de las fibras de carbono fluidas separadas con un granulado de polímero, por un lado, y la combinación de las fibras de carbono lanosas no fluidas con granulado de polímero en un aglomerador de plástico para formar un aglomerado, por otro lado. En el marco de tal procedimiento  
25 dcí para el tratamiento de esteras de fibra de carbono se debe realizar en unión con el paso de triturado mencionado y antes de la combinación en el aglomerador de plástico se debe realizar una separación de las partes de fibra fluida.

30 Ahora se ha descubierto adicionalmente que es ventajoso implementar esta separación de las partes de fibra fluida con una máquina de tamiz de tambor. En este sentido se consigue una circulación suave de la fibra de corte lanosa. La mezcla puede favorecerse mediante piezas de arrastre en el tambor de tamiz. Estas pueden, en el caso más sencillo, ser pernos roscados enroscados en los agujeros de las perforaciones de tamiz. La disposición de las piezas de arrastre se puede realizar en forma de espiral. Según la dirección de giro hacia el lado de penetración o desde el lado de penetración se puede influir en el tiempo de permanencia y, con ello, en la producción. Otra posibilidad para  
35 influir en el tiempo de permanencia es inclinar el tambor de tamiz.

Con este equipo se pudo aumentar hasta un 65% la producción de fibras de corte que se obtuvieron a partir de restos de tela unidireccionales.

Una forma de realización especialmente adecuada de la máquina de tamiz de tambor se reproduce en la figura 2. A este respecto, las referencias en la figura 2 tiene el siguiente significado:

- 40 (8) Tambor de tamiz rotatorio  
 (9) Accionamiento de rodillo de fricción  
 (10) Pieza de arrastre  
 (11) Portatobera  
 (12) Tolva de materia prima  
 45 (13) Salida de producto fino  
 (14) Salida de producto grueso  
 (15) Capa protectora contra polvo

50 En otra forma de realización preferida la separación de las fibras fluidas se favorece mediante el empleo de corrientes rápidas de aire. Esto se puede efectuar, por ejemplo, mediante un sistema de transporte neumático suave de la materia prima al dispositivo de separación. También pueden estar dispuestas adicionalmente toberas de aire dentro del dispositivo de separación.

55 Frecuentemente con la selección de los lotes de fibra de carbono fluida se descarga también una parte indeseada de fibras cortas a la fracción de paso de tamiz. Por lo tanto se separa preferentemente en una etapa de tamizado (tamizado de clasificación) inmediatamente posterior de la penetración de fibra larga. La separación de las fibras largas se puede implementar en principio con toda máquina de tamiz convencional. Al mismo tiempo se puede restringir dado el caso la distribución de longitudes de fibra de la parte de fibra de carbono fluida. Para ello son

adecuadas máquinas de tamiz como las que se conocen para la separación de excedentes a partir de granulado de plástico.

5 Especialmente adecuados son los tamices planos con una gran amplitud. En los tamices planos el estímulo de la vibración se efectúa paralelamente al plano de la capa interior de tamiz. A diferencia de las denominadas máquinas de criba, el producto de tamizado no se levanta de la superficie de tamiz, sino que resbala solo por la capa interior de tamiz. Se evita que se levanten fibras. Este es el requisito para conseguir una separación de acuerdo con la longitud.

En el documento DE 10 2007052 473 A1 el levantamiento indeseado de partículas alargadas se evita mediante una cubierta sobre la superficie de tamiz.

10 El documento DE 39 07 777 A1 describe un procedimiento que utiliza capas interiores de tamiz arqueadas. Las partes alargadas ruedan, a este respecto, del medio al lado. Mediante un relleno de alturas de la zona marginal respecto a la zona de tamiz se evita que partículas alargadas ya separadas se devuelvan de nuevo a la superficie de tamiz.

15 En el documento EP 2 055 395 A2 se pretende una orientación de la partícula de producto de tamizado mediante un canal de suministro que se estrecha.

Ahora se ha descubierto que para una buena precisión de separación es especialmente ventajoso que las fibras estén orientadas en dirección de transporte de la vibración de tamiz, utilizándose placas perforadas como capas interiores en las que están fresadas ranuras longitudinales.

20 En una forma de realización preferida, para el tamizado de clasificación de la parte de fibra fluida separada se emplea una máquina de tamiz vibratorio lineal en la que se utilizan tamices de placas perforadas perfilados con ranuras longitudinales.

Las ranuras incorporadas en dirección de transporte de producto presentan a este respecto, preferentemente, un perfil semicircular.

25 También es concebible reducir la colocación transversal de las fibras mediante pequeños obstáculos entre las hileras de orificios de tamiz.

30 La figura 3 muestra una capa interior de tamiz de este tipo perfilada con ranuras longitudinales. Utilizando tal capa interior de tamiz se puede depositar el producto de tamizado cargándolo desordenadamente. En el recorrido por las superficies de tamiz las fibras se orientan obligatoriamente en dirección de transporte. Una vez orientada, se reduce ampliamente una colocación trasversal de las fibras mediante el perfilado. A este respecto es importante que ningún componente de criba ejerza el movimiento de máquinas de tamiz sobre el producto de tamizado.

Con el dispositivo descrito en este caso, mediante un tamizado de dos etapas se puede separar también una fracción de tamiz delimitada de forma ajustada en la distribución de longitudes de fibra, fracción de tamiz que se puede emplear para la fabricación de telas no tejidas de fibra.

En la figura 4 están representadas esquemáticamente algunas variantes posibles de procedimiento.

35 Primero se cortan las esteras de fibra, los denominados restos de tela. En un paso siguiente se seleccionan fibras fluidas que se pueden tratar (A) mediante tamizado de clasificación. Estas fibras se pueden combinar (B) con granulado de polímero y aditivos hasta llegar al producto final en un extrusor equipado con dispositivos de dosificación adaptados correspondientemente. Como ejemplo comparable que no forma parte de la invención también es posible suministrar las fibras cortadas de forma directa completamente a la aglomeración. Ahora se deducen dos posibilidades. Las fibras se aglomeran con granulado de polímero como agente aglutinante como mezcla básica. Este aglomerado puede entonces combinarse (C) con otro polímero y aditivos en el extrusor.

40

La otra variante prevé combinar granulado de polímero con aditivos e incorporar (D) las fibras en el aglomerador de plástico. En este caso el aglomerado de plástico ya es el producto final.

### Ejemplo de realización 1

45 El resto de recorte de fibra de carbono a partir de hasta 10 capas con telas pegadas unas a otras se trituró con una máquina de corte por guillotina mediante corte doble con una anchura de corte de 6 mm.

50 Para separar una parte de fibra fluida se suministró la fibra de corte a un tamiz de tambor con un diámetro de tambor de 500 mm y una longitud de tambor de 1000 mm. La anchura de orificio de tamiz era de 10 milímetros. En el caso de un pasaje doble se podía separar una parte del 25% de la materia prima como fibra fluida. La parte fluida de la fibra fue sometida a un tamizado de protección con un tamiz a nutación con una anchura de orificio de tamiz de 10 mm para separar una penetración de fibras largas.

Se suministró producto de corte no fluido con ayuda de un aglomerador de plástico con discos de fricción con un diámetro de 700 mm. La velocidad periférica de disco era de 85 m/s. El tornillo sinfín de relleno del aglomerador fue alimentado con una cinta transportadora. Las fibras y el granulado de poliamida fueron suministrados a esta  
 5 manualmente e incorporados de forma bastante uniforme. La producción de la alimentación mecánica se sitúa en un intervalo de aproximadamente 300 kg/h de granulado de poliamida y fibras de carbono. La parte de fibra es de aproximadamente el 30%. Con una anchura de hendidura de 5 mm entre rotor y estator y una temperatura entre 80° y 90° medida en el disco de estator se generaron aglomerados. La aglomeración con granulado de poliamida en el  
 10 aglomerador de disco es extraordinariamente difícil y durante el tiempo de funcionamiento no se puede controlar con máquinas estándar. Es necesario, junto con una alimentación dosificada muy uniforme, mantener constante la temperatura de procesamiento. En cuanto la temperatura de procesamiento sea demasiado cálida aunque solo sea en pocos grados, el material, fundido, sale disparado de la herramienta de aglomeración. Ya no puede solidificarse suficientemente rápido, sino que se pega a las paredes del canal de descarga del aglomerador. Este canal se atasca entonces muy rápidamente y este fenómeno para el proceso. El requisito necesario para el funcionamiento de  
 15 aglomeradores de disco es una regulación muy rápida de la anchura de hendidura para mantener constante la temperatura. La instalación utilizada en este caso estaba sin regular y por eso el proceso de aglomeración se pudo controlar también solo a corto plazo durante pocos minutos de tiempo de funcionamiento.

Además se determinó que las muestras fabricadas con el aglomerador de disco presentan una resistencia a tracción insuficiente. Presumiblemente las fibras de carbono en la zona de aglomeración están sujetas a un desgaste de fricción muy alto y, a este respecto, se acortan mucho. Con ello, ya no se pueden obtener cualidades mecánicas  
 20 satisfactorias en la aplicación posterior.

### Ejemplo de realización 2

Con un material de fibra preparado, análogamente al ejemplo de realización 1, mediante corte y tamizado, se implementaron ensayos con un aglomerador de matriz. Como agente aglutinante para la aglomeración se utilizó tanto granulado de poliamida del tipo B24 del fabricante LANXESS como un compuesto que fue fabricado a partir de  
 25 la mencionada poliamida mediante incorporación de aditivos.

#### Parámetros de procedimiento

- Aglomerador de plástico tipo Pallmann PFV 250
- Diámetro de matriz: 250 mm
- Anchura de orificio de las perforaciones de matriz: 4 mm
- 30 • Producción: 100 kg/h de producto acabado
- Grado de relleno de fibra: 50%
- Temperatura superficial: medida en el lado exterior de matriz, 185 a 195°C en caso de aglomeración con granulado de poliamida como agente aglutinante y 217 a 221°C incorporando compuesto de poliamida.

A diferencia del aglomerador de disco, el aglomerador de matriz pudo accionarse, sorprendentemente, sin ningún  
 35 problema.

A partir de los aglomerados de compuesto se produjeron pruebas de tracción. Su resistencia a tracción se sitúa aproximadamente en el 90% de la resistencia a tracción que se puede conseguir con productos nuevos de corte corto de fibra de carbono ("chopped strands").

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para reciclar materiales que contienen fibras de carbono, que comprende el triturado de los materiales que contienen fibra de carbono, la posterior separación de las fibras de carbono fluidas de las fibras de carbono lanosas no fluidas, la combinación de las fibras de carbono fluidas separadas con un granulado de polímero y la combinación de las fibras de carbono lanosas no fluidas con granulado de polímero en un aglomerador de plástico (1) con formación de un aglomerado.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la separación de las fibras de carbono fluidas de las fibras de carbono lanosas no fluidas se efectúa con una máquina de tamiz de tambor.
- 10 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** la separación de las fibras de carbono fluidas se favorece mediante el empleo de corrientes rápidas de aire.
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** antes de combinarlas, las fibras de carbono fluidas separadas son sometidas a un tamizado de clasificación.
- 15 5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** para el tamizado de clasificación de la parte de fibra fluida separada se emplea una máquina de tamiz vibratorio lineal en la que se usan tamices de placas perforadas perfilados con ranuras longitudinales.

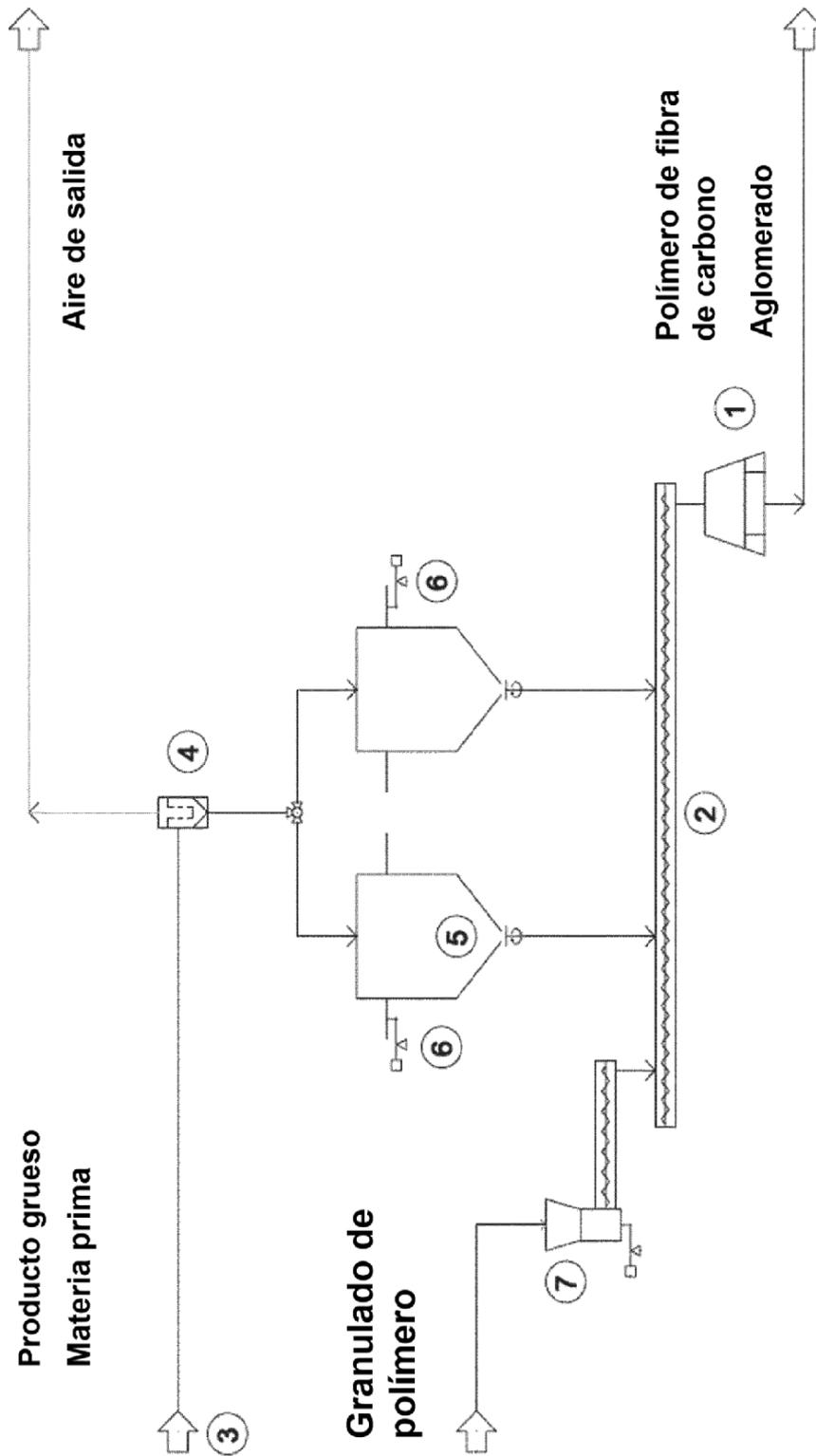


Figura 1

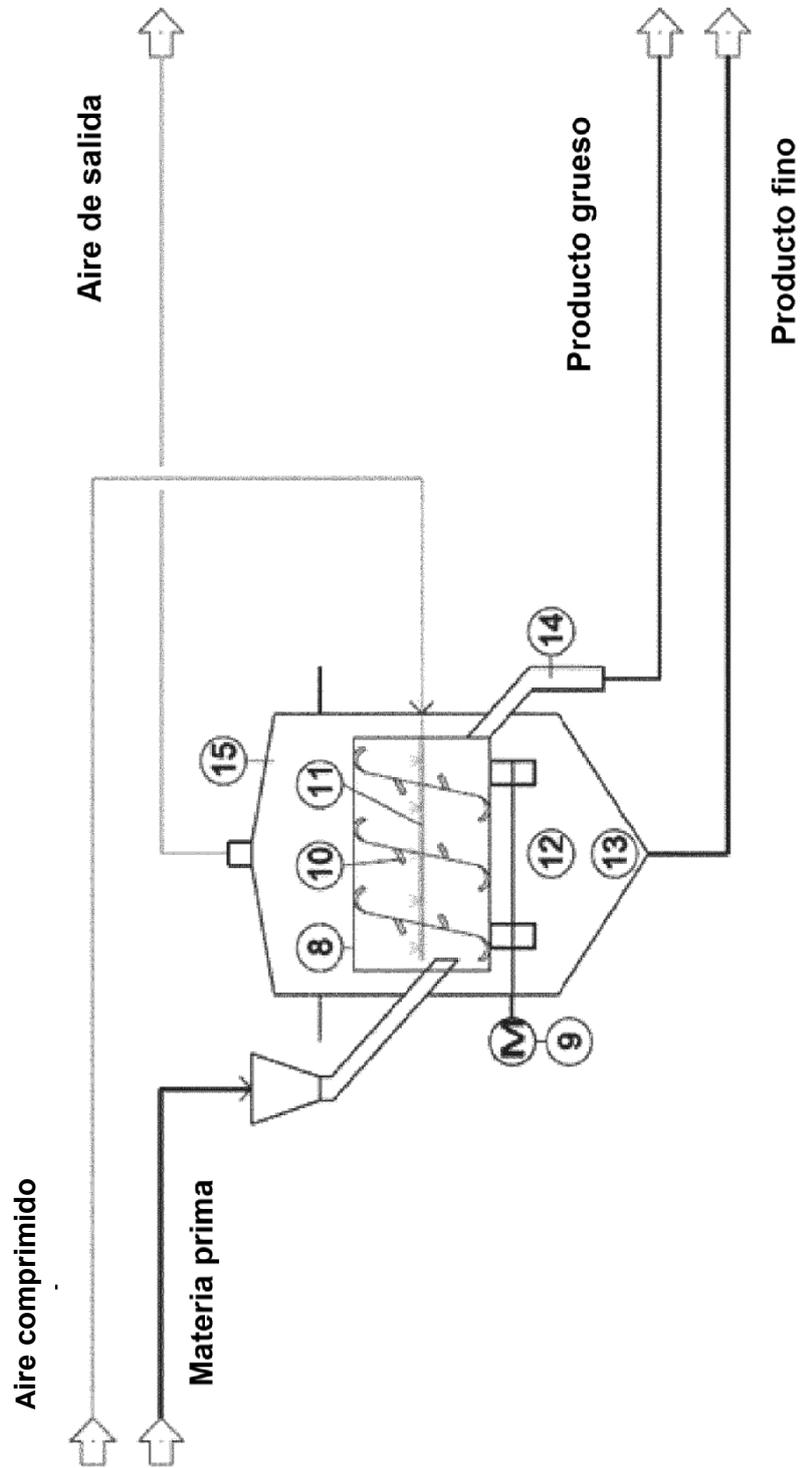
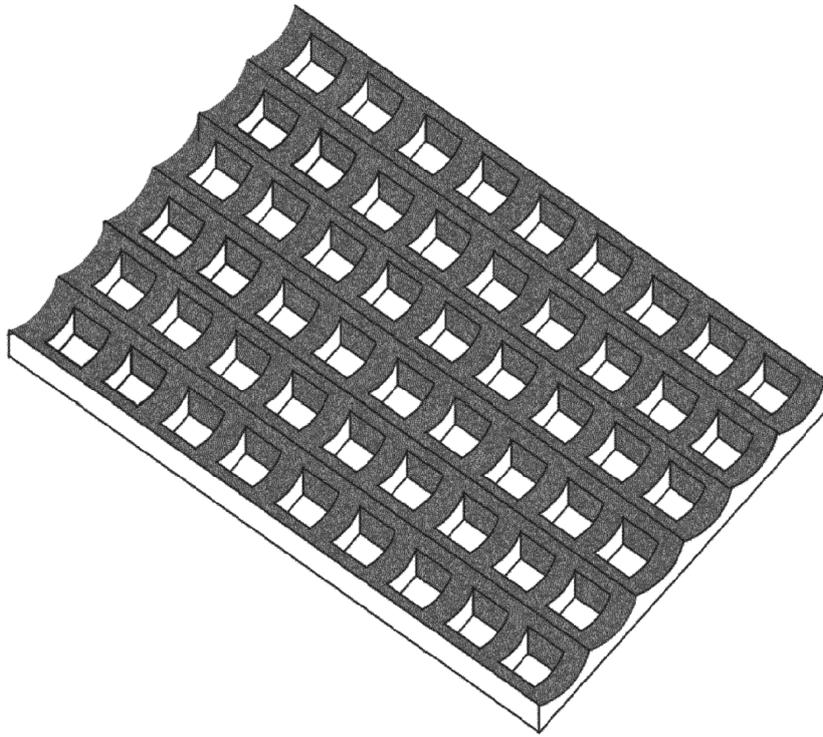


Figura 2



**Figura 3**

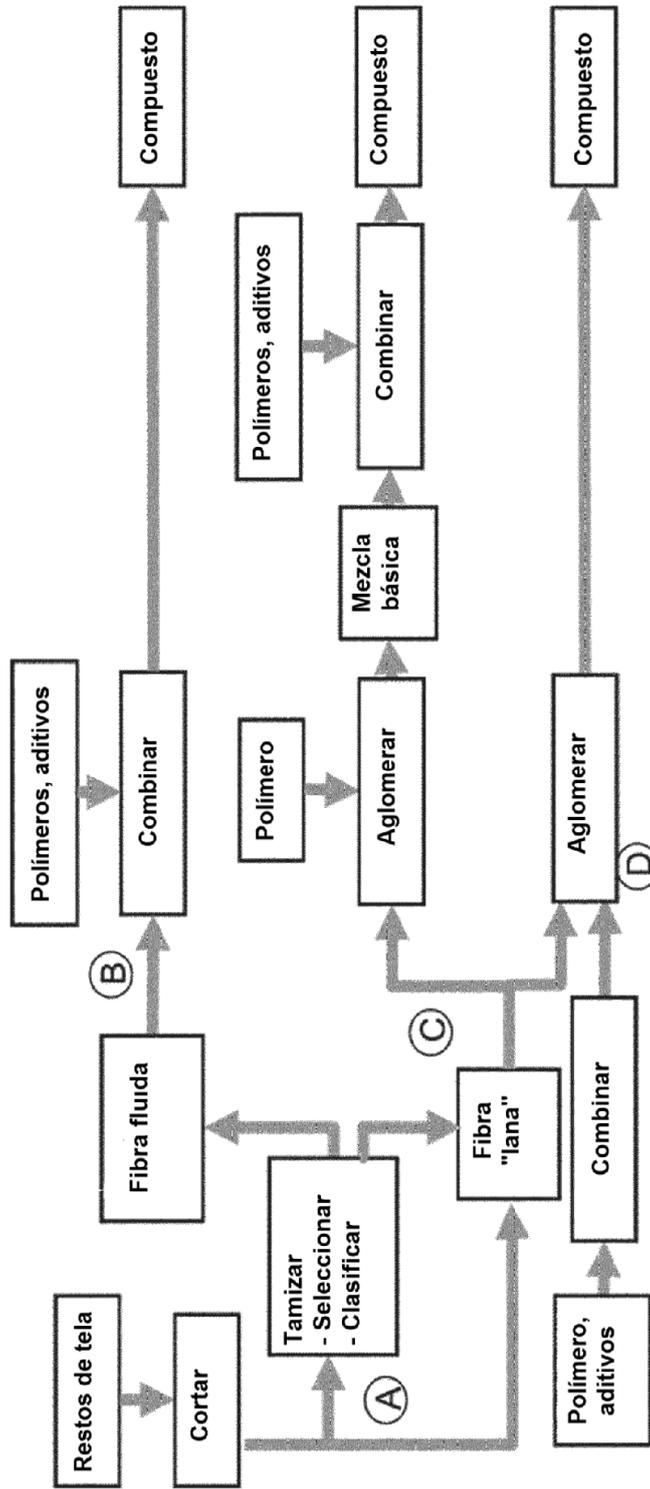


Figura 4