

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 604 602**

51 Int. Cl.:

B29B 9/04 (2006.01)

B29B 17/00 (2006.01)

C08J 3/12 (2006.01)

B29B 9/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2014** **E 14160604 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.10.2016** **EP 2789441**

54 Título: **Reciclaje de artículos grandes reforzados con fibra con materiales estabilizantes termoplásticos**

30 Prioridad:

10.04.2013 US 201313860399

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

07.03.2017

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**GEORGE, PANAGIOTIS E.;
HURLEY, KELSI M.;
CARTER, ERICKA L y
CARBERRY, WILLIAM L.**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 604 602 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

Reciclaje de artículos grandes reforzados con fibra con materiales estabilizantes termoplásticos

5 Antecedentes

La presente solicitud se refiere, en general, al reciclaje de artículos grandes de restos y, en particular, al reciclaje de artículos grandes de restos que contienen materiales estabilizantes termoplásticos.

10 Los artículos grandes pueden incluir una amplia variedad de tejidos y otros materiales que tienen una pluralidad de fibras o filamentos individuales agrupados juntos para formar un cable o hilo "aplanado" (en lugar de trenzado). Por ejemplo, en algunos casos, un cable puede incluir un haz de 3.000, 6.000, 12.000 o 24.000 fibras o filamentos, dependiendo de la aplicación deseada. Una pluralidad de cables, a su vez, con frecuencia están entrelazados para formar una lámina de fibras de refuerzo.

15 Una categoría ejemplo de artículos grandes son compuestos de matriz de resina reforzados con fibra, tales como fibra de carbono o fibra de vidrio, que se pueden usar en diversas aplicaciones, incluyendo la fabricación de aeronaves. En algunos casos, tales compuestos de matriz de resina reforzados con fibra se forman mediante la disposición y la fijación de fibras de refuerzo estructurales secas (como un tejido o un material unidireccional) en un molde, la inyección o la infusión de matriz de resina en el molde y el curado de la matriz de resina para endurecer el compuesto. Las fibras secas se pueden fijar en su posición mediante costura, grapado o tejiendo un termoplástico en las fibras de refuerzo, o interlaminando un velo o gasa termoplástica entre las capas de fibras. Cuando se añade el termoplástico a las fibras (mediante, por ejemplo, electrohilado del velo o gasa una hoja de fibra), estabiliza la posición de las fibras a nivel del cable para la impregnación de la resina y el proceso de curado.

20 Durante la fabricación de una pieza de material compuesto dada, las piezas deseadas, tales como recortes de capas, con frecuencia se cortan a partir de una o más hojas completas del tejido, dejando atrás piezas de desecho que no pueden utilizarse porque pueden ser demasiado pequeñas o de las dimensiones y orientaciones de la fibra inadecuadas para una nueva capa. Aun así, las piezas de desecho del material compuesto incluyen a menudo fibras de refuerzo valiosas que no se pueden utilizar en la pieza acabada. Sin embargo, el uso de velos o gasas termoplásticas aumenta la dificultad de recuperación y reciclaje de las fibras de refuerzo en el tejido de desecho hasta el punto de que las fibras de refuerzo que contienen termoplásticos a menudo se descartan en lugar de reciclarse. Por ejemplo, cuando se corta el material de desecho en trozos, las fibras individuales con frecuencia tienden a separarse de los cables en el tejido. Como resultado, las piezas de tejido de desecho grandes tienden a deshilacharse por los bordes y las piezas de tejido de desecho pequeñas tienden a romperse en fibras individuales. El intento de retirar el material termoplástico de las fibras generalmente no es rentable.

25 Incluso cuando no se utilizan termoplásticos, las fibras de refuerzo secas recicladas se utilizan a menudo solo en aplicaciones de valor bajo, ya que la alineación y la estructura de las fibras se pierde. Por ejemplo, las fibras de refuerzo secas se pueden reciclar en compuestos de moldeo por inyección de fibras aleatorias o se muelen en refuerzos de fibras muy cortas.

30 El documento DE 10.2010.008.349 A1 se refiere a un método de producción de gránulos que contienen fibras de carbono individuales, haces de fibras de carbono o una mezcla de los mismos aislados de material residual y al menos un material de matriz termoplástica. Las fibras de carbono se colocan planas junto con el material de matriz termoplástica, se comprimen en un material de hoja bajo el efecto del calor y, posteriormente, se enfrían y se trituran en gránulos.

35 El documento EP 2,233,517 A1 se refiere a un método de reciclaje de un plástico reforzado con fibras que comprende fibras de carbono y una resina termoendurecible sometiendo el plástico reforzado con fibras a un tratamiento térmico a fin de quemar la resina, aplicando un agente de encolado, produciendo un material en forma de tira y produciendo un material reciclado a partir del material en forma de tira y una resina termoplástica.

40 El documento US 5,959,031 se refiere a una película para adherir a un material compuesto de pasta de moldeo durante su fabricación, estando dicha película formada a partir de una mezcla de resina de poliamida formadora de película y al menos un material agente de liberación.

45 El documento DE 101 49 368 se refiere a un método de reciclaje de material de desecho que consiste en piezas termoplásticas planas reforzadas con fibras. El documento WO 01/32405 se refiere a un método para formar láminas compuestas termoplásticas reforzadas con fibras a partir de material de desecho o reciclado.

Sumario

50 La presente solicitud divulga diversos sistemas y métodos para abordar los retos mencionados anteriormente con soluciones de reciclaje existentes.

En un aspecto, se proporciona un método divulgado para el reciclaje de material de artículos grandes en un material de alimentación en copos. El material de los artículos grandes incluye fibras de refuerzo y material termoplástico. El método comprende la aplicación de calor y presión al material de artículos grandes para impregnar las fibras de refuerzo a nivel de filamentos con el material termoplástico para formar un material de fibra impregnado. El método comprende además enfriar el material de fibra impregnado y cortar el material de fibra impregnado enfriado en copos, para producir el material de alimentación en copos.

El material de artículos grandes puede comprender un material compuesto de matriz de resina reforzado con fibras. La impregnación de las fibras de refuerzo a nivel de filamento puede comprender la incorporación del material termoplástico entre los filamentos de las fibras de refuerzo. La aplicación de calor puede comprender calentamiento por infrarrojos, calentamiento por conducción o calentamiento por convección. Cortar el material de fibra impregnado enfriado puede comprender cortar o trocear. El método puede comprender además la adición del material termoplástico a las fibras secas. El método puede comprender además la clasificación de los copos para crear una salida sustancialmente uniforme del material de alimentación en forma de copos. El método puede comprender además combinar el material de alimentación en copos para crear un compuesto de moldeo termoplástico o termoestable. El método puede comprender además mezclar el material de alimentación en copos con una resina termoestable para crear un compuesto de moldeo a granel. El método puede comprender además rociar el material de alimentación en copos sobre una película de resina adulterada en movimiento sobre un soporte e impregnar el material de alimentación en copos en la película de resina adulterada mediante la aplicación de calor y presión, para crear un compuesto de moldeo de lámina.

En otro aspecto, se proporciona un sistema que comprende un acumulador configurado para recoger el material de artículos grandes que incluye fibras de refuerzo y material termoplástico. El sistema comprende además un consolidador en comunicación con el acumulador y configurado para impregnar el material termoplástico en las fibras de refuerzo del material artículos grandes a nivel de filamentos para formar un material de fibra impregnado. El sistema comprende además una picadora en comunicación con el consolidador y configurado para cortar el material de fibra impregnado en copos sustancialmente uniformes.

El sistema puede comprender además un aplicador de aglutinante en polvo, un aplicador del aglutinante líquido o un aplicador de aglutinante en película en comunicación con el acumulador y configurado para aplicar un aglutinante termoplástico al material de artículos grandes. El sistema puede comprender además un combinador en comunicación con la picadora y configurado para combinar los copos de material de fibra impregnado con uno o más materiales de composición añadidos para crear un compuesto de moldeo termoplástico o termoestable. El material o materiales de composición añadidos pueden comprender poliamida, poliéster, polietileno, polipropileno, polieterimida (PEI), polifenileno (PPS), polieteretercetona (PEEK) o polietercetonaacetona (PEKK). El sistema puede comprender además una extrusora configurada para extruir gránulos de del compuesto de moldeo termoplástico o termoestable.

En otro aspecto, se proporciona un material de alimentación reciclado que comprende una pluralidad de copos sustancialmente uniformes de material de artículos grandes reciclados. El material de artículos grandes tiene una pluralidad de filamentos individuales agrupados en haces para formar un cable. Cada copo comprende una pluralidad de fibras de refuerzo y un material termoplástico impregnado dentro de las fibras de refuerzo a nivel de filamento.

Cada copo de material de artículos grandes reciclados puede tener una dimensión máxima de aproximadamente 1 pulgada (25 mm) o menos. El material de artículos grandes puede comprender un material compuesto matriz de resina reforzada con fibras. Los copos pueden comprender cuadrados, rectángulos, triángulos, paralelogramos o círculos. El termoplástico puede comprender poliamida, poliéster, polietileno, polipropileno, polieterimida (PEI), polifenileno (PPS), polieteretercetona (PEEK) o polietercetonaacetona (PEKK).

Breve descripción de las figuras

La figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema de reciclaje adecuado para reciclar artículos de desecho grandes que tienen materiales estabilizantes termoplásticos.

La figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de método de reciclaje para reciclar artículos de desecho grandes que tienen materiales estabilizantes termoplásticos.

La figura 3 es una ilustración de un diagrama de flujo de una producción de aeronaves y la metodología de servicio.

La figura 4 es una ilustración de un diagrama de bloque de una aeronave.

Los números de referencia y designaciones similares en los diversos dibujos indican elementos similares.

Descripción detallada

En la siguiente descripción detallada se hace referencia a los dibujos adjuntos que forman una parte de la misma y donde se muestra, a modo de ilustración, realizaciones específicas en las que la divulgación se puede poner en práctica. Estas realizaciones se describen con suficiente detalle para permitir a los expertos en la técnica poner en práctica la divulgación y debe entenderse que se pueden utilizar otras realizaciones. Por tanto, la siguiente

descripción detallada no debe tomarse en un sentido limitante.

La figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema de reciclaje 100 adecuado para reciclar artículos de desecho grandes que tienen materiales estabilizantes termoplásticos, de conformidad con la presente solicitud. Los artículos de desecho grandes pueden haber sido desechados durante una etapa del proceso anterior, tal como un proceso de fabricación de aeronaves.

En el ejemplo ilustrado en la figura 1, el sistema 100 comprende un acumulador 105 configurado para recoger material de desecho 110 en un colector 115. Aunque el acumulador 105 se muestra como una cinta transportadora en el ejemplo ilustrado, el acumulador 105 puede comprender una amplia variedad de otros componentes adecuados, tales como, por ejemplo, desagües, clasificadores, mecanismos robóticos, etc. Además, aunque el material de desecho 110 se muestra como numerosas piezas pequeñas que se están recogiendo en una cesta o cubo, en otros ejemplos, el material de desecho 110 puede ser una sola hoja de material y el colector 115 puede comprender un rodillo sobre el que la hoja 110 de material de desecho se enrolla.

El material de desecho 110 puede comprender cualquier artículo grande adecuado que se desee reciclar. Como se ha tratado anteriormente, los artículos grandes pueden incluir una amplia variedad de tejidos u otros materiales que tienen una pluralidad de fibras o filamentos individuales agrupados en haces para formar cables. En muchos casos, el material de desecho 110 puede incluir un material estabilizante termoplástico, tal como un velo o una gasa, para estabilizar los cables. El material estabilizante termoplástico puede comprender termoplástico adecuado, tal como, por ejemplo, poliamida, poliéster, polietileno, polipropileno, polieterimida (PEI), polifenileno (PPS), polietertercetona (PEEK) o polietercetona (PEKK). En algunos casos, el material de desecho 110 comprende un compuesto de matriz de resina reforzado con fibra, tal como fibra de carbono o fibra de vidrio, con un velo de nylon.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 1, la salida del acumulador 105 se alimenta a un aplicador opcional 120 que comprende un aplicador 125 de aglutinante líquido y/o en polvo opcional y/o un aplicador de aglutinante en película opcional 130. El aplicador 125 de aglutinante líquido y/o en polvo puede comprender cualquier aparato adecuado para la aplicación de un agente aglutinante termoplástico en polvo y/o un agente aglutinante líquido termoendurecible al material de desecho 110, si se desea. Por ejemplo, en algunos casos, el aplicador 125 de aglutinante líquido y/o en polvo puede comprender un mezclador de tambor, un aplicador de cortina de líquido de tamiz y/o un aplicador de cortina de polvo. Además, el aplicador de aglutinante en película 130 puede comprender cualquier aparato adecuado para la aplicación de una película de aglutinante termoplástico, tal como un velo o gasa termoplástica, al material de desecho 110, si se desea. Por ejemplo, en algunos casos, el aplicador de aglutinante en película 130 puede comprender un rodillo tak E-off de tensión controlada. Como se ha indicado anteriormente, el aplicador 120 es opcional y puede omitirse del sistema de reciclaje 100 por completo, especialmente en los casos donde el material de desecho 110 ya incluye un material estabilizante termoplástico.

El aplicador opcional 120 (si está presente) está en comunicación con un consolidador 135 configurado para impregnar el material de desecho con un termoplástico, tal como un velo o una gasa. En algunos casos, el consolidador 135 puede comprender rodillos compresores calentados, una máquina de calandrado, cintas calentadas, una autoclave o una prensa caliente, entre otros ejemplos. En funcionamiento, el consolidador 135 se funde e impregna el termoplástico en el material de desecho 110 a nivel de filamento, lo que significa que el termoplástico penetra entre los filamentos o fibras individuales del material de desecho 110. Por lo tanto, la salida del consolidador 135 comprende un material de desecho 140 impregnado que tiene filamentos que son estables para el procesamiento posterior.

En el ejemplo mostrado en la figura 1, este material de desecho impregnado 140 se alimenta en una picadora 145 configurada para cortar el material de desecho impregnado 140 en partículas o copos sustancialmente uniformes 150. La picadora 145 puede comprender, por ejemplo, uno o más cortadoras de capas, cortadoras rotatorias, picadoras rotatorias y picadoras en guillotina, incluyendo pares de tales dispositivos para lograr ciertas formas de copos deseados. Los copos 150 de material de desecho impregnado 140 pueden comprender cuadrados, rectángulos, triángulos, paralelogramos, círculos, o cualquier otra forma deseada. Debido a que el material de desecho 140 impregnado incluye termoplástico incrustado a nivel de filamento, los copos 150 de material de desecho 140 impregnado puede, de forma ventajosa, cortarse en trozos más pequeños de lo que, de otro modo, sería posible sin el termoplástico impregnado a nivel de filamento. Esta característica permite, ventajosamente, cortar los copos 150 con una dimensión máxima, o longitud de la fibra, que es suficientemente pequeña para permitir el mezclado. Por ejemplo, en algunos casos, cada copo 150 tiene una longitud máxima de la fibra de aproximadamente una pulgada (25 mm) o menos. En este tamaño, los copos 150 se desharían durante el procesamiento y manipulación posteriores si el termoplástico y/o los aglutinantes adicionales no se impregnaron a nivel de filamento.

La picadora 145 está en comunicación con un combinador opcional 155 configurado para combinar el material de desecho 140 impregnado con material o materiales de mezclado 160 añadidos (si se desea) para el mezclado. El combinador 155 puede comprender cualquier mezclador de material adecuado, tal como, por ejemplo, una o más tolvas, alimentadores de tornillo con dosificación y/o mezcladores de tambor. El material o materiales de mezclado 160 añadidos pueden comprender, por ejemplo, gránulos termoplásticos para mezclado, pigmentos o colorantes, u

otros aditivos para uso, retardo de la llama o mejora de otras diversas propiedades. En algunos casos, por ejemplo, el material o materiales de mezclado 160 añadidos pueden comprender poliamida, poliéster, polietileno, polipropileno, polieterimida (PEI), de polifenileno (PPS), polieteretercetona (PEEK), o polietercetona (PEKK).

5 Como se muestra en la figura 1, el combinador opcional 155 está en comunicación con una extrusora opcional 165 configurada para realizar el proceso de mezclado, si se desea, en los copos combinado 150 de material de desecho 140 impregnado y el material o materiales de mezclado 160 añadidos. Cuando el material de desecho 140 impregnado se mezcla, los copos 150 generalmente permanecen juntos solo hasta que pasan a través de la extrusora 165, que crea gránulos de compuesto de moldeo 170. La extrusora 165 puede comprender cualquier aparato de extrusión adecuado, tal como, por ejemplo, una extrusora de un solo tornillo o una extrusora de doble tornillo. La extrusora 165 puede seleccionarse sobre la base de diversos factores, tales como el tamaño de los copos 150 y el termoplástico particular usado. El proceso de mezclado puede crear gránulos 170 de cualquier compuesto de moldeo termoplástico adecuado, tal como, por ejemplo, un compuesto de moldeo de nylon de fibra de carbono reciclado. Los gránulos de compuesto de moldeo 170 pueden utilizarse, a su vez, para crear piezas moldeadas utilizando técnicas que son bien conocidas por los expertos en la técnica.

En un ejemplo alternativo, el combinador opcional 155 puede comprender una tolva y un alimentador configurados para alimentar los copos 150 de material de desecho 140 impregnado a una resina termoestable sólida y/o líquido en polvo (por ejemplo, una resina epoxi, poliéster, o de éster de cianato), en un proceso por lotes o un proceso continuo. En el caso de un proceso por lotes, los copos 150 y la resina termoestable sólida y/o líquido en polvo se pueden añadir a una cámara de mezclado y se mezclan con o sin aplicación de calor, lo que da lugar a compuesto de moldeo a granel. En el caso de un proceso continuo, los copos 150 pueden rociarse sobre una capa de película de resina en movimiento sobre un soporte, seguido de la aplicación de calor y presión para impregnar los copos 150, lo que da lugar a un compuesto de moldeo de hoja.

La figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo 200 para el reciclaje de artículos de desecho grandes que tienen materiales estabilizantes termoplásticos, de conformidad con la presente solicitud. En el ejemplo mostrado en la figura 2, el método 200 comienza con una primera etapa 205, donde se recoge el material de desecho. Esta etapa 205 se puede llevar a cabo usando cualquier aparato adecuado, tal como, por ejemplo, el acumulador 105 mostrado en la figura 1. Como se ha señalado anteriormente, en muchos casos, el material de desecho de partida puede comprender cualquier artículo grande adecuado o materiales de refuerzo con un material termoplástico presente para estabilizar los cables, tales como, por ejemplo, un tejido de fibra de carbono con un velo de poliamida. Además, el material de desecho de partida puede comprender cualquier artículo grande adecuado o materiales de refuerzo a los que se podría añadir un material termoplástico o termoestable como aglutinante para facilitar el proceso de reciclaje. En un ejemplo específico, el material de desecho de partida comprende un material de calidad aeroespacial de alta resistencia que contiene aproximadamente 1 a 5 % en peso de termoplástico como agente de estabilización a nivel de cable.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 2, en una etapa posterior 210, que es opcional, se añade el termoplástico al material de desecho como agente aglutinante, si se desea. Esta etapa 210 se puede llevar a cabo utilizando cualquier método adecuado de dispersar sustancialmente uniformemente el aglutinante termoplástico sobre la superficie del material de desecho. Por ejemplo, en algunos casos, el aglutinante termoplástico puede comprender uno o más aglutinantes en polvo, líquido y/o de película que se pueden añadir al material de desecho mediante tamizado, dosificación de cortina, pulverización o dispersar sustancialmente uniformemente de otro modo el aglutinante o aglutinantes sobre la superficie del material de desecho.

En una siguiente etapa 215, el termoplástico se impregna fundido en el material de desecho a nivel de filamento o de fibra. Esta etapa 215 se puede llevar a cabo calentando y aplicando presión al material de desecho durante un período de tiempo seleccionado para forzar al termoplástico al material de desecho y para estabilizar el termoplástico a nivel de filamento. El calor se puede aplicar usando cualquier método de calentamiento adecuado, tal como, por ejemplo, calentamiento de infrarrojos, por conducción o por convección. La temperatura y la presión seleccionadas para llevar a cabo la impregnación del termoplástico puede variar dependiendo de diversos factores, tales como, por ejemplo: (a) la forma del termoplástico (por ejemplo, velo, gasa, polvo, etc.); (b) las características del termoplástico (por ejemplo, temperatura de fusión, viscosidad, comportamiento reológico, etc.); y (c) las características del material de desecho (por ejemplo, rigidez del tejido, etc.).

Generalmente, la temperatura y la presión seleccionadas durante la etapa de impregnación en fusión 215 se eligen para que sean lo suficientemente altas para que la viscosidad del termoplástico se reduzca suficientemente como para permitir que el termoplástico fluya dentro de las fibras del material de desecho. En algunos casos, por ejemplo, para los aglutinantes de poliamida, la temperatura seleccionada puede caer dentro del intervalo de aproximadamente 350 °F (180 °C) a aproximadamente 450 °F (230 °C), y la presión seleccionada puede estar dentro del intervalo de aproximadamente 10 psi (70 kPa) a aproximadamente 100 psi (700 kPa). Como un ejemplo específico, un tejido de fibra de carbono con un velo de nylon se puede calentar a una temperatura de aproximadamente 400 °F (200 °C) a una presión de aproximadamente 10 psi (70 kPa) durante un período de aproximadamente 10 segundos para lograr la impregnación en fusión deseada. Los expertos en la técnica sabrán cómo seleccionar una temperatura y presión adecuadas, y un período de tiempo adecuado, basado en las

propiedades de los materiales involucrados.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 2, en una siguiente etapa 220, el material de desecho impregnado se enfrió a una temperatura seleccionada, tal como temperatura ambiente. En algunos casos, esta etapa de enfriamiento 220 puede llevarse a cabo simplemente permitiendo que el material de desecho impregnado descanse hasta que alcanza la temperatura deseada. En otros casos, el proceso de enfriamiento se puede acelerar con uno o más ventiladores y/u otros sistemas o métodos de enfriamiento adecuados. En una siguiente etapa 225, el material de desecho impregnado se corta en una pluralidad de partículas o copos. En algunos casos, esta etapa de corte 225 puede llevarse a cabo mediante corte y picado del material de desecho impregnado usando una picadora rotatoria o cualquier otro dispositivo de corte o combinación de dispositivos adecuados.

En una etapa siguiente 230, los copos de material de desecho impregnado se clasifican para eliminar partículas grandes o finas que no están dentro de un intervalo aceptable de variación del tamaño deseado de los copos, según lo determinado por el reciclador. Esta etapa de clasificación 230 puede llevarse a cabo usando diversos sistemas y métodos que son bien conocidos por los expertos en la técnica. Como resultado, después de la etapa de clasificación 230, los copos restantes tienen un tamaño sustancialmente uniforme.

En una siguiente etapa 235, que es opcional, se puede realizar un proceso de mezclado, si se desea, para crear un compuesto de moldeo reciclado del material de desecho impregnado y uno o más materiales de mezcla. Este proceso de mezclado puede llevarse a cabo usando cualquier aparato adecuado, tal como, por ejemplo, la extrusora 160 mostrada en la figura 1. En algunos casos, el compuesto de moldeo reciclado puede comprender un compuesto de moldeo termoplástico, tal como, por ejemplo, un compuesto de moldeo de fibra de carbono reciclado. En una etapa final 240, que también es opcional, se pueden moldear una o más partes a partir del compuesto de moldeo reciclado utilizando técnicas que son bien conocidas por los expertos en la técnica.

Ejemplo

La tabla 1, a continuación, muestra una comparación entre un compuesto de moldeo de poliamida de fibra de carbono fabricado con un material disponible en el mercado (columna A) y un material de fibra de carbono reciclado hecho usando los sistemas y métodos descritos en la presente solicitud (columna B). Ambos materiales fueron nylon 6/12 reforzado con fibra 30 % en peso de fibra de carbono.

El material disponible en el mercado era RTP 285 D, fabricado por RTP Company de Winona, Minnesota. Los siguientes parámetros del compuesto de moldeo hecho con RTP 285 D fueron medidos por RTP Company y se registraron en la Columna A de la Tabla 1, a continuación: resistencia a la tracción, módulo de tracción, elongación, resistencia a la flexión, módulo de flexión, impacto con entalla, impacto sin entalla, densidad específica, capacidad de resistencia del volumen y capacidad de resistencia de la superficie.

El material de fibra de carbono reciclado se fabricó mediante impregnación en fusión un velo de nylon en las fibras de refuerzo de un tejido de fibra de carbono a una temperatura de aproximadamente 400 °F (200 °C) y una presión de aproximadamente 85 psi (560 KPa) durante un período de aproximadamente 30 minutos. A continuación, el material de desecho impregnado se cortó en copos con una dimensión máxima, o longitud de la fibra, a un cuadrado de aproximadamente 1/4 de pulgada (6 mm). Los copos de material de desecho impregnado se mezclaron después para formar el compuesto de moldeo de nylon de fibra de carbono reciclado. A continuación, RTP Company midió los mismos parámetros del compuesto de moldeo de nylon de fibra de carbono reciclado y se registraron en la columna B de la Tabla 1, a continuación.

Tabla 1

	Columna A (comercial)	Columna B (reciclado)
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN, psi (kPa)	30.968 (213.516)	38.586 (266.041)
MÓDULO DE TENSIÓN, psi E6 (Kpa)	2,67 (18.400.000)	2,84 (19.600.000)
ALARGAMIENTO, %	2,56	2,88
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN, psi (kPa)	47.479 (327.356)	56.436 (389.112)
MÓDULO DE FLEXIÓN, psi E6 (Kpa)	2,42 (16.700.000)	2,52 (17.400.000)
IMPACTO CON ENTALLA, pies libra/pulgada (J/m)	1,94(104)	3,03 (162)
IMPACTO SIN ENTALLA, pies libra/pulgada (J/m)	18,27 (976)	23,24 (1241)
DENSIDAD ESPECÍFICA	1,21 +/- 0,009	1,21
CAPACIDAD DE RESISTENCIA DEL VOLUMEN, ohmios	8,14 E-01	3,39 E+00
CAPACIDAD DE RESISTENCIA DE LA SUPERFICIE, ohmios	4,10 E+03	1,00 E+04

Como se demuestra por los resultados registrados en la Tabla 1, el material reciclado es comparable o ha mejorado sobre el material disponible en el mercado con respecto a cada uno de los parámetros medidos. Por consiguiente, los sistemas y métodos divulgados en el presente.

5 Anteriormente, se pensaba que la presencia de un velo o gasa termoplástica para reforzar un material a nivel de cable interfería con los esfuerzos de reciclaje, porque el termoplástico era difícil de eliminar por medios mecánicos. Usando los sistemas y métodos de la presente solicitud, sin embargo, no se hace ningún intento de eliminar el termoplástico como parte del proceso de reciclaje. Por el contrario, el termoplástico se calienta y se prensa entre las
10 fibras de refuerzo del material de desecho para unir las fibras de refuerzo a nivel de filamento, en lugar de a nivel de cable. Cuando se reciclan las fibras secas, el termoplástico se puede añadir a las fibras, a continuación, se calienta y se presuriza para formar el material impregnado. Después, se puede cortar el material impregnado en copos o semillas relativamente pequeños que se pueden utilizar como material de alimentación para producir nuevos componentes mezclados.

15 En referencia a las figuras 3–4, los sistemas y métodos de la presente solicitud pueden implementarse en el contexto de un método de fabricación y de servicio de aeronaves 300, como se muestra en la figura 3 y un aeronave 302, como se muestra en la figura 7. Durante la preproducción, el método de ejemplo 300 puede incluir la especificación y el diseño 304 de la aeronave 302 y adquisición del material 306. Durante la producción, se produce
20 la fabricación del componente y el subconjunto 308 y la integración del sistema 310 de la aeronave 302. A continuación, la aeronave 302 puede pasar la certificación y suministro 312 con el fin de ponerse en servicio 314. Cuando está siendo manejado 314 por un cliente, se programa la aeronave 302 para el mantenimiento y el servicio de rutina 316 (que también puede incluir modificación, reconfiguración, renovación, etc.).

25 Cada uno de los procesos del método 300 se puede realizar o llevar a cabo mediante un integrador de sistemas, un tercero, y/o un operador (por ejemplo, un cliente). A los efectos de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas del sistema principal; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de proveedores, subcontratistas y suministradores; y un operador puede ser una línea aérea, una compañía de alquiler, una entidad militar, una organización de servicios, y
30 así sucesivamente. Como se muestra en la figura 7, la aeronave 302 producida mediante el método de ejemplo 300 puede incluir un fuselaje 318 con una pluralidad de sistemas 320 y un interior 322. Ejemplos de sistemas de alto nivel 320 incluyen uno o más de un sistema de propulsión 324, un sistema eléctrico 326, un sistema hidráulico 328, y un sistema ambiental 330. Se puede incluir un número cualquiera de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de las realizaciones divulgadas pueden aplicarse a otras industrias, tal como la industria
35 de automoción.

Aparatos y métodos incorporados en el presente documento se pueden usar durante una cualquiera o más de las etapas del método de producción y servicio 300. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes al proceso de producción 308 se pueden fabricar o manufacturar de una manera similar a los componentes o
40 subconjuntos producidos mientras la aeronave 302 está en servicio 314. Además, se pueden usar una o más realizaciones del aparato, realizaciones del método o una combinación de los mismos durante las etapas de producción 308 y 310, por ejemplo, mediante aceleración sustancial del montaje reduciendo los costes de una aeronave 302. Del mismo modo, se pueden usar una o más de realizaciones del aparato, realizaciones del método o una combinación de los mismos mientras la aeronave 302 está en servicio 314, por ejemplo, y sin limitación, para el
45 mantenimiento y el servicio 316.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para reciclar material de artículos grandes de desecho en un compuesto de moldeo a granel, incluyendo el material de artículos de grandes fibras de refuerzo en haces para formar cables, y un material estabilizante termoplástico que comprende un velo o gasa configurado para estabilizar los cables, comprendiendo el método:
- 10 aplicar calor y presión al material de artículos grandes para impregnar las fibras de refuerzo a nivel de filamento con el material estabilizante termoplástico para formar un material de fibra impregnado (215), donde la impregnación de las fibras de refuerzo a nivel de filamento comprende incrustar el material estabilizante termoplástico entre los filamentos de las fibras de refuerzo;
- 15 enfriar el material de fibra impregnado (220);
cortar el material de fibra impregnado enfriado en copos para producir el material de alimentación con forma de copos (225); y
mezclar el material de alimentación con forma de copos con una resina termoestable para crear un compuesto de moldeo a granel (240).
- 20 2. El método de la reivindicación 1, donde el material de los artículos grandes comprende un material compuesto de matriz de resina reforzada con fibras.
3. El método de la reivindicación 1, donde la aplicación de calor y presión comprende aplicar primero calor y, después, aplicar presión.
- 25 4. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además la clasificación de los copos para crear una salida sustancialmente uniforme del material de alimentación en forma de copos (230).
5. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que además comprende:
- 30 rociar el material de alimentación con forma de copos sobre una película de resina adulterada en movimiento sobre un soporte; e
impregnar el material de alimentación con forma de copos en la película de resina adulterada mediante la aplicación de calor y presión, para crear un compuesto de moldeo en hoja.

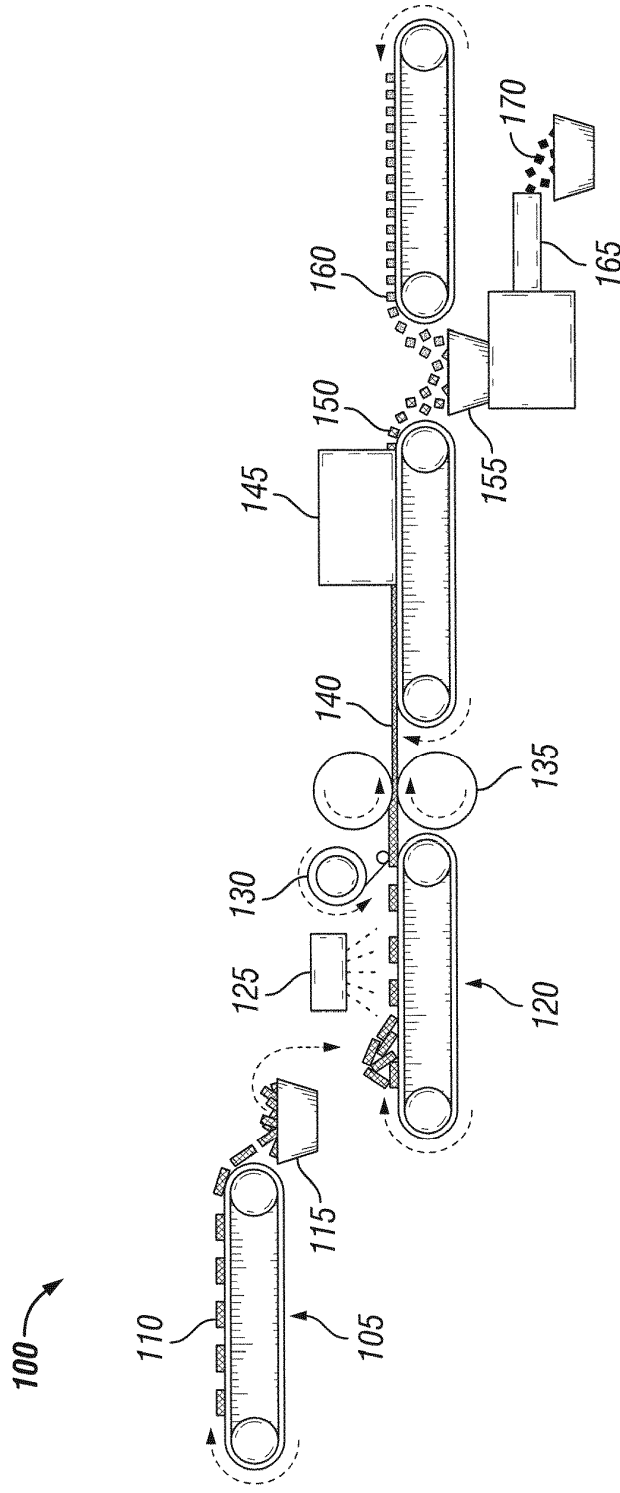


FIG. 1

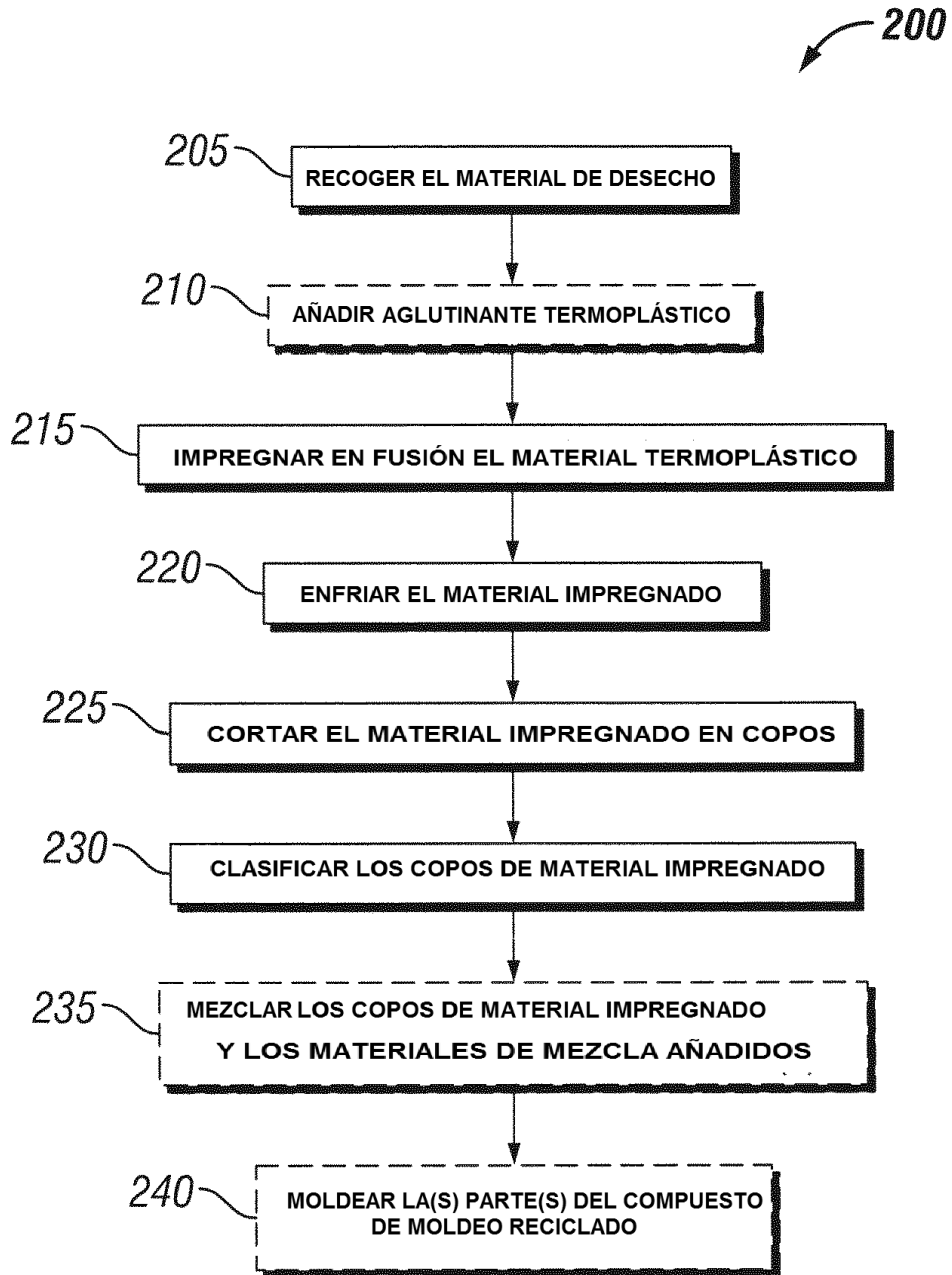


FIG. 2

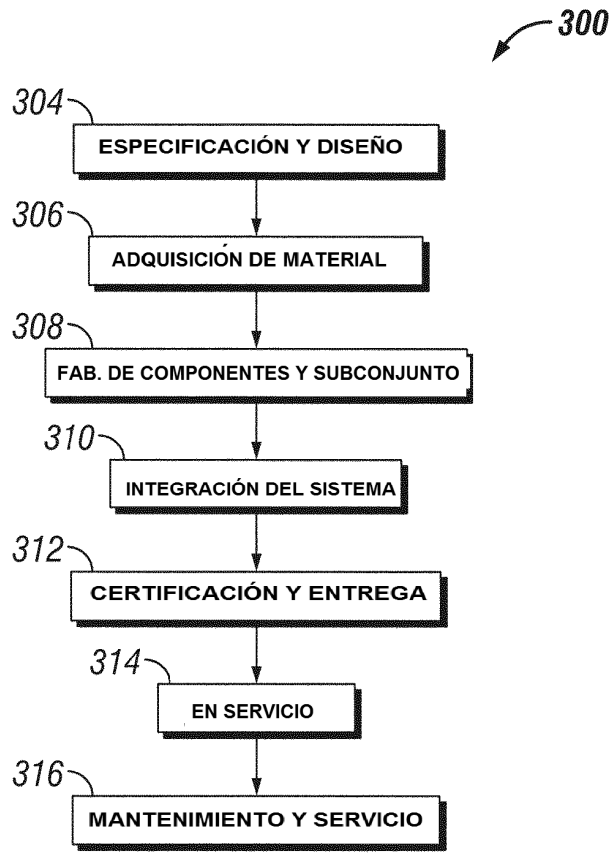


FIG. 3

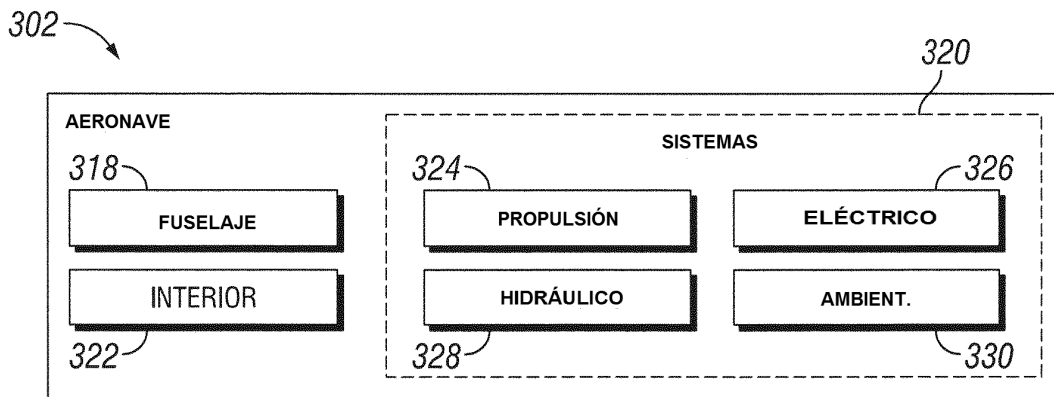


FIG. 4