

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 930 269**

51 Int. Cl.:

B29C 70/46	(2006.01)	B29K 309/08	(2006.01)
B29C 33/44	(2006.01)	F02K 1/54	(2006.01)
B29C 70/12	(2006.01)	B29C 33/30	(2006.01)
B29C 33/00	(2006.01)	B29K 105/08	(2006.01)
B29K 63/00	(2006.01)	B29L 31/00	(2006.01)
B29K 79/00	(2006.01)		
B29K 105/10	(2006.01)		
B29K 105/26	(2006.01)		
B29K 277/00	(2006.01)		
B29K 307/04	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.08.2016 PCT/EP2016/068647**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **23.02.2017 WO17029121**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.08.2016 E 16754440 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2022 EP 3337654**

54 Título: **Mejoras en o relacionadas con el moldeo**

30 Prioridad:

18.08.2015 EP 15181486

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.12.2022

73 Titular/es:

**HEXCEL REINFORCEMENTS SAS (100.0%)
45 Rue de la Plaine
01120 Dagneux, FR**

72 Inventor/es:

**DUCROT, MAYEUL;
BARNIER, LAURENT y
POULLEAU, PASCAL**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 930 269 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

Mejoras en o relacionadas con el moldeo

5 La presente invención se refiere a mejoras en o relacionadas con el moldeo y, en particular, con el moldeo por compresión de artículos y moldes para su uso en el mismo. Más particularmente, la invención se refiere al moldeo por compresión y curado de materiales fibrosos impregnados con resina para producir artículos, especialmente artículos con esquinas filosas tales como marcos y/o artículos huecos.

10 Los artículos huecos se producen a partir de materiales fibrosos impregnados de resina mediante moldeo por inyección de vejiga en el que se proporciona un material fibroso impregnado de resina sobre la superficie de una vejiga inflable situada dentro de un molde. A continuación, la vejiga se puede inflar para proporcionar la presión necesaria para que el material fibroso impregnado con resina se ajuste a la superficie del molde donde se calienta para curar la resina y producir el artículo a partir del material fibroso impregnado con resina. A continuación, la vejiga se puede desinflar y retirar del interior de la estructura curada para dejar el artículo hueco derivado del material fibroso impregnado con resina.

15 Tal proceso se describe en Publicación de solicitud de patente de Estados Unidos 2002/0190439 en relación con la fabricación de cabezas de palos de golf. Sin embargo, tal proceso no es adecuado para la fabricación de artículos huecos que tienen esquinas filosas, tales como marcos, porque el inflado de la vejiga no puede dirigir el material fibroso impregnado de resina hacia las esquinas filosas definidas por el molde y luego ubicar y retener el material bajo suficiente presión dentro de las esquinas durante el ciclo de curado. Además, es necesario proporcionar medios por los que la vejiga pueda desinflarse y retirarse del moldeo una vez que se haya completado el moldeo. Además, algunas aplicaciones, como la producción de componentes aeroespaciales, requieren altas presiones durante el moldeo que son difíciles de lograr utilizando una vejiga inflable.

20 También se ha propuesto que las piezas que definen una esquina filosa puedan moldearse por separado y luego unirse entre sí. Sin embargo, este es un proceso que requiere mucho tiempo y no produce un artículo que tenga propiedades uniformes (tal como la resistencia a la tracción) alrededor de todo el perímetro del artículo. En particular, el artículo contendrá líneas de unión en las esquinas que pueden proporcionar puntos débiles y también pueden ser antiestéticos.

30 El documento US5356692 divulga una estructura de rejilla con intersticios sinuosos que comprende secciones de rejilla que se cruzan que tienen superficies onduladas. Las secciones de rejilla que se cruzan de la estructura de rejilla están hechas de un material compuesto que consiste en fibras (por ejemplo, fibras de grafito) embebidas en una matriz (por ejemplo, resina epoxi).

35 El documento WO2006/118442 divulga un dispositivo para inyectar una resina en al menos una capa de fibra de un producto reforzado con fibra que se va a fabricar, que comprende un molde que tiene una cavidad de molde que está rodeada por una pared de molde para apoyar el producto en contra en la condición cerrada del molde. Una parte rígida de la pared de molde es móvil con respecto a otra parte de la pared de molde en el estado cerrado del molde para asegurar un apoyo continuo de la parte móvil de la pared de molde con los productos cuando la contracción de la resina causada por su curado tiene lugar después del proceso de inyección.

40 El documento US2010/108812 divulga el uso de preimpregnado cuasi-isotrópico troceado para fabricar piezas que se encuentran en vehículos aeroespaciales. Las piezas aeroespaciales de ejemplo que se fabrican con preimpregnado cortado cuasi-isotrópico incluyen marcos de ventanas de aeronaves, soportes de carenado de alas, soportes de bridas, refuerzos de marcos, soportes de actuadores de timón, amarres de corte, pedestales de asientos, soportes de bridas de piso de carga, accesorios de contenedores de almacenamiento, soportes de antenas, bandejas de tubos de torque, cajas de manijas, accesorios de guía lateral, cubiertas de cajas de ala e intercostales.

La presente invención proporciona un proceso de moldeo que supera estas dificultades y/o que proporciona mejoras en general.

45 De acuerdo con la invención, se proporciona un proceso como se define en una cualquiera de las reivindicaciones adjuntas.

50 La presente invención proporciona un proceso para el moldeo y curado de material fibroso embebido en una matriz de una resina termocurable que comprende ubicar un inserto dentro de una cavidad de molde que comprende una parte superior, una base y paredes laterales de la cavidad, comprendiendo el inserto paredes seccionales que pueden moverse independientemente entre sí para aumentar y disminuir las dimensiones del inserto, proporcionando una capa de material fibroso embebido en una matriz de resina termocurable entre el inserto y las paredes laterales de la cavidad, colocando la parte superior sobre la cavidad y aumentando las dimensiones del inserto para comprimir la capa de material fibroso entre las paredes de la sección del inserto y las paredes laterales de la cavidad y el calentamiento para curar la resina termocurable mientras se comprime entre las paredes laterales de la cavidad y el inserto; en el que el material fibroso embebido en una matriz de una resina termocurable es un compuesto de moldeo que comprende un material cuasi-isotrópico (QI) compuesto por segmentos de cinta de fibra unidireccional orientados al azar que están impregnados con resina.

El inserto está rodeado por una envolvente o cubierta elastomérica, tal como una envoltura flexible, que se adapta a los cambios dimensionales del inserto. Esto evita imperfecciones en la superficie y da como resultado una superficie lisa en el interior del artículo moldeado. Preferiblemente, la envolvente o cubierta se libera automáticamente a la resina termocurable y/o la envolvente o cubierta actúa como una barrera que evita la entrada de resina en el inserto interno.

5 La envolvente o cubierta elastomérica puede comprender caucho de silicona de todos los grados Shore de 1 a 64 Shore o más, caucho sintético (por ejemplo, VITON). El inserto puede estar hecho de metal pero se puede usar otro tipo de material como teflón/PTFE.

El inserto es accionado por un punzón que se acopla con las paredes seccionales del inserto para moverlas. Las paredes seccionales del inserto pueden tener forma circular y/o formas curvas y continuas.

10 Los moldes divulgados en este documento y el proceso de la invención son particularmente adecuados para la producción de molduras con esquinas, particularmente con esquinas filosas tales como las que tienen de 1 a 90 grados, preferiblemente de 1 a 60 grados y más preferiblemente de 20 a 40 grados entre segmentos adyacentes de la moldura. Además, el proceso de la invención también es particularmente adecuado para la producción de artículos huecos.

15 En una realización preferida, las paredes de la sección del inserto se estrechan para proporcionar una forma de cuña, de tal manera que las paredes, ya sea individualmente o en múltiples secciones de cuña de las mismas, se puedan mover hacia adentro a medida que se acoplan con el punzón para comprimir y moldear el material fibroso embebido en la matriz de resina termocurable contra el inserto de manera que proporcione una superficie de moldeo periférica continua. Esto permite que el material fibroso embebido en la resina termocurable se comprima continuamente

20 alrededor del inserto y que la resina se cure cuando está en este estado comprimido. La parte superior del molde se puede mover para permitir la inserción de la entrada y el material fibroso y actúa como una prensa que se puede presionar hacia abajo para ejercer una presión vertical hacia abajo durante el moldeo.

Las dimensiones y la forma del molde se elegirán de acuerdo con la forma del artículo que se va a producir. Por ejemplo, si el artículo que se va a producir es un marco rectangular, el inserto será rectangular y las paredes laterales del molde comprenderán preferiblemente cuatro secciones en forma de cuña, una para cada lado del marco. De forma similar, si el artículo ha de ser triangular, el inserto tendrá forma triangular, las paredes laterales del molde comprenderán tres secciones en forma de cuña. Pueden emplearse diseños similares para la producción de molduras huecas de varios lados. Las longitudes de los diversos lados del molde pueden ser iguales o diferentes. La forma de cuña se acopla con las superficies de un punzón para ejercer presión sobre las paredes del inserto en sección,

30 expandiendo así el inserto.

Los moldes que se utilizan en la invención están típicamente hechos de metal, tal como acero endurecido, y están provistos de medios de calentamiento temporizados para efectuar el ciclo de curado de la resina.

En una técnica de moldeo preferida de acuerdo con la invención, la distancia entre la parte superior y la base del molde está bloqueada, lo que asegura que la presión lateral que se ejerce por el movimiento hacia adentro de los componentes de la pared lateral del inserto se dirige sobre el material de moldeo. A continuación, las paredes de la sección del inserto se mueven hacia el interior ejerciendo presiones de 80 a 120 bar sobre el material de moldeo. La presión debe ser suficiente para asegurar que el material fibroso impregnado con resina se introduce en toda la cavidad del molde, incluidas las esquinas entre las paredes laterales del molde. Una vez que se ha logrado la presión deseada y, por lo tanto, la distribución requerida, la resina se cura normalmente de forma isotérmica. Típicamente, las temperaturas de curado típicas, pero no limitativas, son de 160 °C a 200 °C, particularmente de 175 °C a 185 °C cuando se producen componentes aeroespaciales resistentes al calor. Se ha descubierto que esta técnica produce excelentes molduras, incluidas aquellas con esquinas filosas.

35

40

La invención es particularmente útil para la producción de artículos a partir de compuestos de moldeo tales como compuestos de moldeo en láminas. El material puede procesarse en una preforma antes de la introducción en el molde o puede proporcionarse como una capa (que puede comprender una o más capas) alrededor del inserto en el molde. Cuando se usan compuestos de moldeo, se prefiere crear primero una preforma del artículo que luego se inserta en el molde.

45

Cuando la invención se utiliza en el curado de preformas basadas en el material resinoso reforzado con fibra, se puede preparar una preforma del artículo hueco a partir del material fibroso dentro de una matriz de la resina sin curar o parcialmente curada. Entonces se puede proporcionar un inserto dentro de la preforma conformada para permitir que la preforma se moldee entre el inserto expandible y una cavidad de molde. La preforma y el inserto pueden insertarse en la cavidad de un molde de esta invención, por lo que la expansión del inserto se controla mediante el contacto de un punzón con elementos de sección móviles del inserto. A continuación, se puede calentar el molde o se puede mantener el molde a la temperatura de curado, para curar la resina y producir el artículo terminado. A continuación, las paredes laterales del molde se pueden mover de nuevo a su posición original para permitir que el artículo moldeado se retire del molde. A continuación, el inserto se puede reutilizar para producir molduras posteriores.

50

55

El compuesto de moldeo que se moldea de acuerdo con la presente invención es un material cuasi-isotrópico (QI) compuesto por segmentos de cinta unidireccional orientados al azar que están impregnados con resina. Estos a veces

se denominan material picado cuasi-isotrópico o preimpregnado. El preimpregnado picado cuasi-isotrópico es una forma de un material compuesto de fibra discontinua aleatoria (DFC) que está disponible comercialmente en Hexcel Corporation (Dublin, CA) con el nombre comercial HexMC[®] y HexMC[®]-i. HexMC[®] es particularmente útil para producir artículos aeroespaciales.

- 5 El material cuasi-isotrópico (Q-I) o preimpregnado está compuesto por segmentos o "virutas" de cinta de fibra unidireccional y una matriz de resina. El material Q-I se suministra típicamente como una esterilla compuesta de fragmentos orientados aleatoriamente de preimpregnado de cinta unidireccional picado. El material Q-I también puede derivarse, al menos parcialmente, de materiales reciclados, tales como orillos de cintas. El tamaño de las virutas puede variar, así como el tipo de fibras, dependiendo del tamaño y la forma de la preforma, así como de la precisión con la que debe mecanizarse la preforma para cumplir con las tolerancias dimensionales, si las hubiere. Se prefiere que las virutas sean de 8.5 mm (1/3 de pulgada) de ancho, 50.8 mm (2 pulgadas) de largo y 0.152 mm (0.006 pulgadas) de espesor. Las virutas incluyen fibras unidireccionales que pueden ser de carbono, vidrio, aramida, polietileno o cualquiera de los tipos de fibras que se utilizan comúnmente en la industria aeroespacial. Se prefieren las fibras de carbono. Las virutas están orientadas aleatoriamente en la esterilla y quedan relativamente planas. Esto proporciona a la esterilla sus propiedades isotrópicas transversales.

La cinta que contiene fibras unidireccionales que se pica para formar las virutas o segmentos incluye una matriz de resina que puede ser cualquiera de las resinas que se usan comúnmente en los preimpregnados. Las resinas de bismaleimida y las resinas epoxídicas termoendurecibles son ejemplos de resinas adecuadas. Las resinas de bismaleimida son particularmente útiles en la producción de componentes aeroespaciales que deben soportar altas temperaturas. También se prefieren las resinas epoxi endurecidas con termoplásticos porque tienden a ser más resistentes a la fractura o deslaminación si se requiere el mecanizado de la parte de material compuesto final. El contenido de resina de las virutas puede variar entre el 25 y el 45 % en peso del peso total del preimpregnado. Se prefieren virutas con contenidos de resina de entre 35 y 40% en peso. Típicamente, no se añade resina adicional a las virutas de preimpregnado cuando se forma el preimpregnado picado cuasi-isotrópico. La resina presente en la cinta UD preimpregnada inicial es suficiente para unir las virutas para formar una esterilla. Cuando se hacen molduras de estos materiales de acuerdo con esta invención, se prefiere hacer primero una preforma del artículo que luego se moldea de acuerdo con esta invención.

El material picado cuasi-isotrópico (Q-I) se fabrica a partir de cinta preimpregnada unidireccional del ancho deseado. La cinta se pica en virutas de la longitud deseada y las virutas se colocan aleatoriamente en capas para formar las porciones sólidas de la preforma o se colocan aleatoriamente en capas uniformes alrededor de un mandril. Las virutas preimpregnadas UD colocadas al azar se presionan juntas para formar la preforma. La preforma puede estar compuesta completamente de virutas preimpregnadas Q-I cuando hay presente un mandril en la preforma. Alternativamente, las virutas preimpregnadas UD orientadas aleatoriamente pueden usarse para formar solo una porción de la preforma estando compuesta la otra porción de preimpregnado UD y/u otras orientaciones de fibra. Cuando se presionan en conjunto, las virutas preimpregnadas UD orientadas al azar individuales se unen inherentemente debido a la presencia de la resina preimpregnada.

Un material preimpregnado picado cuasi-isotrópico preferido de ejemplo es HexMC[®] 8552/AS4. Este material preimpregnado picado cuasi-isotrópico se suministra como un rollo continuo de una esterilla de 46 cm de ancho y 0.20 cm de espesor. El preimpregnado de fibra unidireccional HexPly[®]8552/AS4 se usa para hacer las virutas que se orientan aleatoriamente en la esterilla cuasi-isotrópica. HexyPly[®]8552/AS4 preimpregnado es una cinta unidireccional de fibra de carbono/epoxi que tiene un espesor de 0.016 cm y un peso por área de fibra de aproximadamente 145 gramos/metro cuadrado. El contenido de resina de la cinta es del 38 % en peso, siendo la resina (8552) un epoxi endurecido con termoplástico. La cinta se corta para proporcionar tiras de 0.85 cm y se corta para proporcionar virutas de 5 cm de largo. La densidad de la viruta es de aproximadamente 1.52 gramos/centímetro cúbico. Se pueden hacer otros preimpregnados picados cuasi-isotrópicos usando otra cinta preimpregnada unidireccional HexPly[®], tal como EMC 1 16/AS4 (fibra de epoxi/carbono), 8552/IM7 (fibra de epoxi/carbono endurecida con termoplástico), 3501 -6/T650 (fibra de epoxi/carbono) y M21/IM7 (fibra de epoxi/carbono endurecida con termoplástico). HexMC[®] 8552/AS4 y M21/TM7 son preimpregnados picados cuasi-isotrópicos preferidos para usar solos, o en combinación con otras orientaciones de fibra, para formar las preformas usadas en la presente invención. Otras combinaciones de resinas y elementos fibrosos en forma de HexMC[®] puede comprender matrices de resina tales como BMIs (resinas de bismaleimida), M65-2 y M77 suministradas por Hexcel Corporation.

La tela de fibra tejida y otras orientaciones de fibra se pueden usar en combinación con las virutas preimpregnadas UD orientadas al azar para hacer la preforma usada en esta invención. Sin embargo, se prefiere que se utilicen fibras unidireccionales. Las fibras UD pueden contener desde unos pocos cientos de filamentos hasta 12,000 filamentos o más. Las fibras UD típicamente se suministran como una cinta hecha de fibra continua en una orientación unidireccional. La cinta UD es el tipo preferido de preimpregnado que se usa para formar la estructura fibrosa. La cinta unidireccional está disponible en fuentes comerciales o puede fabricarse utilizando procesos de formación de preimpregnados conocidos. Las dimensiones de la cinta UD pueden variar ampliamente dependiendo del artículo particular que se fabrique. Por ejemplo, el ancho de la cinta UD (la dimensión perpendicular a las fibras UD) puede oscilar entre 12.7 mm (0.5 pulgadas) hasta 30 mm (un pie) o más. La cinta típicamente será de un grosor de 0.1 a 0.3 mm (0.004 a 0.012 pulgadas) y la longitud de la cinta UD (la dimensión paralela a las fibras UD) puede variar desde

13 mm (0.5 pulgadas) hasta 1 metro (unos pocos pies) o más dependiendo del tamaño y la forma de la preforma y la orientación particular de cada pieza de cinta UD dentro de la preforma.

5 Un preimpregnado unidireccional comercialmente disponible de ejemplo preferido es HexPly® 8552, que está disponible en Hexcel Corporation (Dublín, California). HexPly® 8552 está disponible en una variedad de configuraciones de cinta unidireccional que contienen una matriz de resina epoxi endurecida curada con amina en cantidades que van del 34 al 38 % en peso y fibras UD de carbono o vidrio que tienen de 3,000 a 12,000 filamentos. Las fibras típicamente representan el 60 por ciento en volumen de la cinta UD. Las fibras UD preferidas son las fibras de carbono.

10 El término preimpregnado o semiimpregnado se usa aquí para describir un material de moldeo o una estructura en la que el material fibroso se ha impregnado con una resina líquida en el grado deseado y la resina líquida está sustancialmente sin curar o parcialmente curada.

15 El grado de impregnación de la resina en un preimpregnado se puede medir mediante la prueba de captación de agua. La prueba de captación de agua se lleva a cabo como sigue. Se cortan seis tiras de preimpregnado de tamaño 100 (+/-1-2) mm x 100 (+/-1-2) mm. Se elimina cualquier material de la hoja de respaldo. Las muestras se pesan con una precisión de 0.001 g (W1). Luego, las tiras se ubican entre placas de aluminio con respaldo de PTFE de modo que 15 mm de la tira preimpregnada sobresalgan del ensamblaje de placas con respaldo de PTFE en un extremo y la orientación de las fibras del preimpregnado se extienda a lo largo de la parte sobresaliente de la tira. Se coloca una abrazadera en el extremo opuesto de la tira y se sumergen 5 mm de la parte que sobresale en agua a una temperatura de 23 °C, una humedad relativa del aire de 50 % +/- 35 % y una temperatura ambiente de 23 °C. Después de 5 minutos de inmersión, la muestra se retira del agua y el agua exterior se elimina con papel secante. A continuación, la muestra se pesa de nuevo (W2). El porcentaje de absorción de agua WPU (%) se calcula promediando los pesos medidos para las seis muestras de la siguiente manera: $WPU(\%) = \frac{W2 - W1}{W1} \times 100$. El WPU(%) es indicativo del Grado de Impregnación de Resina (DRI).

25 El preimpregnado o semiimpregnado utilizado en esta invención puede tener una concentración de impregnación de resina que varía del 20 al 50% en peso, preferiblemente del 30 al 40% en peso y más preferiblemente del 32 al 38% en peso del material o estructura.

30 Además de la absorción de agua, los materiales moldeados de acuerdo con esta invención se pueden caracterizar por su contenido total de resina y/o su volumen de fibra. El contenido de resina y fibra de los materiales se determina de acuerdo con ISO 1 1667 (método A) para materiales de moldeo o estructuras que contienen material fibroso que no comprende carbono unidireccional. El contenido de resina y fibra de los materiales que contienen material fibroso de carbono unidireccional se determina de acuerdo con DIN EN 2559 A (código A). El contenido de resina y fibra de los materiales de moldeo que contienen material fibroso de carbono se determina de acuerdo con DIN EN 2564 A.

El % en volumen de fibra y resina de un material de moldeo se puede determinar a partir del % en peso de fibra y resina dividiendo el % en peso por la densidad respectiva de la resina y la fibra.

35 Típicamente, los valores del contenido de resina en peso para el material sin curar que se puede moldear de acuerdo con esta invención están en el rango de 15 a 70 % en peso del material compuesto, de 18 a 68 % en peso del material compuesto, del 20 al 65 % en peso del material compuesto del 25 al 60 % en peso del material compuesto del 25 al 55 % en peso del material compuesto del 25 al 50 % en peso del material compuesto del 25 al 45 % en peso del compuesto, del 25 al 40 % en peso del compuesto, del 25 al 35 % en peso del compuesto, del 25 al 30 % en peso del compuesto, del 30 al 55 % en peso del compuesto, del 35 al 50% en peso del compuesto y/o combinaciones de los rangos anteriores.

45 Típicamente, los valores del contenido de resina por volumen para el material que se puede moldear de acuerdo con esta invención están en los rangos de 15 a 70 % por volumen del material compuesto, de 18 a 68 % por volumen del material compuesto, de 20 al 65 % en volumen del compuesto, del 25 al 60 % en volumen del compuesto, del 25 al 55 % en volumen del compuesto, del 25 al 50 % en volumen del compuesto, del 25 al 45 % en volumen de compuesto, del 25 al 40 % en volumen del compuesto, del 25 al 35 % en volumen del compuesto, del 25 al 30 % en volumen del compuesto, del 30 al 55 % en volumen del compuesto, del 35 al 35 % en volumen del compuesto 50% en volumen del compuesto y/o combinaciones de los rangos anteriores.

50 Las resinas utilizadas en el material fibroso impregnado con resina que se moldean de acuerdo con esta invención son cualquier resina curable. Ejemplos de resinas son resina epoxi, resinas de poliéster y resinas de bismaleimida. Las resinas preferidas son resinas epoxi normalmente disponibles que pueden contener un endurecedor y, opcionalmente, un acelerador. La diciandiamida es un endurecedor típico que se puede usar junto con un acelerador a base de urea. La cantidad relativa del agente de curado y la resina epoxi que debe usarse dependerá de la reactividad de la resina y la naturaleza y cantidad del refuerzo fibroso en el material. Típicamente se usa de 0.5 a 10% en peso del agente de curado a base de urea o derivado de urea con base en el peso de la resina epoxi.

Las resinas utilizadas en todos los materiales de moldeo utilizados en esta invención, tales como los compuestos de moldeo, los preimpregnados o semiimpregnado, son preferiblemente resinas epoxi y tienen preferiblemente un Peso Equivalente de Epoxi (EEW) en el rango de 150 a 1500, preferiblemente una alta reactividad tal como EEW en el rango

de 200 a 500 y la composición de resina comprende la resina y un acelerador o agente de curado. Las resinas epoxi adecuadas pueden comprender mezclas de dos o más resinas epoxi seleccionadas de resinas epoxi monofuncionales, difuncionales, trifuncionales y/o tetrafuncionales.

5 Las resinas epoxi difuncionales adecuadas incluyen, a modo de ejemplo, las basadas en: diglicidil éter de bisfenol F, diglicidil éter de bisfenol A (opcionalmente bromado), fenol y cresol epoxi novolacas, glicidil éteres de aductos de fenol-aldehído, glicidil éteres de dioles alifáticos, diglicidil éter, dietilenglicol diglicidil éter, resinas epoxi aromáticas, poliglicidil éteres alifáticos, olefinas epoxidadas, resinas bromadas, glicidil aminas aromáticas, glicidil imidinas y amidas heterocíclicas, glicidil éteres, resinas epoxi fluoradas, glicidil ésteres o cualquier combinación de los mismos.

10 Las resinas epoxi difuncionales se pueden seleccionar de diglicidil éter de bisfenol F, diglicidil éter de bisfenol A, diglicidil dihidroxi naftaleno o cualquier combinación de los mismos.

15 Las resinas epoxi trifuncionales adecuadas, a modo de ejemplo, pueden incluir las basadas en epoxi novolacas de fenol y cresol, glicidil éteres de aductos de fenol-aldehído, resinas epoxi aromáticas, triglicidil éteres alifáticos, triglicidil éteres dialifáticos, poliglicidil aminas alifáticas, glicidil imidinas y amidas heterocíclicas, éteres glicidílicos, resinas epoxi fluoradas o cualquier combinación de los mismos. Las resinas epoxi trifuncionales adecuadas están disponibles en Huntsman Advanced Materials (Monthey, Suiza) bajo los nombres comerciales MY0500 y MY0510 (triglicidil paraaminofenol) y MY0600 y MY0610 (triglicidil metaaminofenol). El triglicidil meta-aminofenol también está disponible en Sumitomo Chemical Co. (Osaka, Japón) bajo el nombre comercial ELM-120.

20 Las resinas epoxi tetrafuncionales adecuadas incluyen N,N, N',N'-tetraglicidil-m-xilendiamina (disponible comercialmente de Mitsubishi Gas Chemical Company bajo el nombre Tetrad-X, y como Erisys GA-240 de CVC Chemicals), y N,N,N',N'-tetraglicidilmetilendianilina (por ejemplo, MY0720 y MY0721 de Huntsman Advanced Materials). Otras resinas epoxi multifuncionales adecuadas incluyen DEN438 (de Dow Chemicals, Midland, MI) DEN439 (de Dow Chemicals), Araldite ECN 1273 (de Huntsman Advanced Materials) y Araldite ECN 1299 (de Huntsman Advanced Materials).

25 Las composiciones de resina epoxi usadas preferiblemente también comprenden uno o más agentes de curado a base de urea y se prefiere el uso del 0.5 al 10 % en peso con base en el peso de la resina epoxi de un agente de curado, más preferiblemente del 1 al 8 % en peso, más preferiblemente 2 a 8% en peso. Los materiales a base de urea preferidos son el rango de materiales disponibles bajo el nombre comercial Urone[®]. Además de un agente de curado, un acelerador adecuado, tal como un agente de curado a base de amina latente, tal como dicianopoliamida (DICY).

30 Preferiblemente, el material de resina tiene un módulo de almacenamiento G' de 1×10^6 Pa a 1×10^7 Pa, más preferiblemente de 2×10^6 Pa a 4×10^6 Pa.

Preferiblemente, el material de resina tiene un módulo de pérdida G'' de 5×10^6 Pa a 1×10^7 Pa, más preferiblemente de 7×10^6 Pa a 9×10^6 Pa.

35 Preferiblemente, el material de resina tiene una viscosidad compleja de 5×10^5 Pa.s a 1×10^7 Pa.s, más preferiblemente de 7.5×10^5 Pa.s a 5×10^6 Pa.s, más preferiblemente de 1×10^6 Pa.s a 2×10^6 Pa. s.

Preferiblemente, el material de resina tiene una viscosidad de 5 a 30 Pa.s, más preferiblemente de 10 a 25 Pa.s, a 80°C. Preferiblemente, el material de resina es una resina epoxi.

40 Además, como se indicó anteriormente, la viscosidad de la resina en el material de moldeo, particularmente en la capa de acabado superficial, es relativamente alta. Esto permite que antes de la etapa de curado, que típicamente se lleva a cabo a una temperatura elevada, por ejemplo a una temperatura superior a 75 °C, siendo una temperatura de curado típica de 80 °C o superior, la resina muestra propiedades de flujo bajas o incluso insignificantes, que potencia el acabado superficial de la moldura. El material de resina en la capa de acabado superficial tiene preferiblemente una viscosidad de 5 a 30 Pa.s a 80°C, más preferiblemente de 10 a 25 Pa.s a 80°C. V En esta especificación, la viscosidad del flujo de resina durante el ciclo de curado se midió usando un reómetro TA Instruments AR2000 con placas de aluminio desechables de 25 mm de diámetro. La medición se realizó con los siguientes ajustes: temperatura creciente de 30 a 130°C 2°C/rmm con un esfuerzo de cizallamiento de 3.259Pa, brecha: 1000 micrómetros.

45 Las resinas epoxi pueden volverse quebradizas al curarse y se pueden incluir materiales endurecedores con la resina para impartir durabilidad. Cuando el material endurecedor adicional es un polímero, debería ser insoluble en la resina epoxi matriz a temperatura ambiente y a las temperaturas elevadas a las que se cura la resina. Dependiendo del punto de fusión del polímero termoplástico, puede fundirse o ablandarse en diversos grados durante el curado de la resina a temperaturas elevadas y volver a solidificarse a medida que se enfría el laminado curado. Los termoplásticos adecuados no deben disolverse en la resina e incluyen termoplásticos, tales como poliamidas (PAS), polietersulfona (PES) y polieterimida (PEI). Se prefieren poliamidas tales como nailon 6 (PA6) y nailon 12 (PA12) y mezclas de las mismas.

55 Esta invención es aplicable a la producción de una variedad de componentes huecos. Sin embargo, es particularmente útil en la producción de componentes de motores de aeronaves, tales como inversores de empuje, donde se requiere

resistencia a altas temperaturas y, en este caso, se prefieren las resinas de bismaleimida, tales como las suministradas por Evonik. La invención también es útil con materiales que requieren moldeo a alta presión, tal como moldeo a 10 a 120 bar, preferiblemente de 40 a 120 bar y a temperaturas de 160°C a 250°C, preferiblemente de 160°C a 200°C.

5 La invención se ilustra con referencia a los dibujos adjuntos en los que la Figura 1 muestra un molde rectangular adecuado para su uso en el proceso de la presente invención.

La Figura 2 muestra las paredes laterales del molde de la Figura 1.

La Figura 3 muestra el molde de la Figura 2 que contiene un material fibroso en una matriz de resina que se moldea de acuerdo con la presente invención.

10 La Figura 4 muestra un molde para la producción de elementos inversores de empuje mediante una realización del proceso de la invención.

15 La Figura 1 muestra una parte de un molde prototipo que comprende una placa (1) base, un inserto (2) y un punzón (3) central dispuesto en la placa base, no se muestra la placa superior. Tampoco se muestra en los dibujos el envolvente o membrana o cubierta elastomérica expandible que envuelve el inserto. Este envolvente se adapta a la superficie del inserto expandible para asegurar una superficie lisa y buenas propiedades de liberación en el interior del artículo moldeado.

La Figura 2 muestra las paredes (4), (5), (6) y (7) laterales de la cavidad que se mueven independientemente provistas en la parte del molde que se muestra en la Figura 1 y la Figura 3 muestra el molde completo aparte de la placa superior que contiene el inserto, el material fibroso en la matriz de la sección (8) curable.

20 La Figura 3 muestra cómo hubiera sido el sistema si la placa superior estuviera presente después de la inserción del material fibroso y el inserto. La placa superior habría estado bloqueada a cierta distancia de la base de tal manera que el material de moldeo fuera forzado hacia las esquinas a medida que las paredes laterales se movían a sus posiciones (9), (10), (11) y (12) de moldeo tal como se muestra en la Figura 3.

25 En uso, se coloca una capa de material fibroso embebido en una matriz de resina termocurable entre el inserto y las paredes laterales de la cavidad, la parte superior se coloca sobre la cavidad y las secciones de las paredes seccionales del inserto se mueven de forma independiente para comprimir la capa de material fibroso entre cada pared seccional del inserto y las paredes laterales de la cavidad y el inserto y el ensamblaje se calienta para curar la resina termocurable mientras se comprime entre las paredes laterales de la cavidad y el inserto. El molde que se muestra en las Figuras 1 a 3 incluye una placa superior, una tapa superior y un punzón. La placa superior y la tapa superior están unidas con un sistema de resorte. En secuencia, la tapa superior se cierra sobre las paredes laterales de la cavidad móvil creando una cámara de compresión bloqueada. El sistema de resorte mantiene la presión sobre la tapa mientras el punzón se mueve hacia abajo hasta que alcanza las paredes seccionales del inserto. El estrechamiento de las paredes seccionales hace que las paredes seccionales del inserto se muevan simultáneamente hacia adentro para aplicar presión sobre el material fibroso.

30 La Figura 4 muestra la fabricación de insertos múltiples que pueden usarse en inversores de empuje en cascada. La parte de color claro es una parte formadora adicional que no forma parte de los insertos.

35 Similar a la secuencia que se muestra en la Figura 2, las paredes (4, 5, 6 y 7) laterales de la cavidad móvil del molde se mueven a la posición final y, posteriormente, las paredes seccionales del inserto se mueven a sus posiciones de moldeo. Esto aplica presión al material circundante para que la membrana estirable forme la interfaz entre las paredes seccionales del inserto y el material.

40

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para el moldeo y curado de material fibroso embebido en una matriz de una resina termocurable que comprende ubicar un inserto (2) dentro de una cavidad de molde que comprende una parte superior, una base (1) y paredes (4, 5, 6, 7) laterales de la cavidad, comprendiendo el inserto (2) paredes seccionales que pueden moverse independientemente unas de otras para aumentar y disminuir las dimensiones del inserto (2), proporcionando una capa de material fibroso embebido en una matriz de resina termocurable entre el inserto (2) y las paredes (4, 5, 6, 7) laterales de la cavidad, colocando la parte superior sobre la cavidad y aumentando las dimensiones del inserto (2) para comprimir la capa de material fibroso entre las paredes seccionales del inserto (2) y las paredes (4, 5, 6, 7) laterales de la cavidad y calentando para curar la resina termocurable mientras se comprime entre las paredes (4, 5, 6, 7) laterales de la cavidad y el inserto (2);
- 5 el proceso es caracterizado porque el material fibroso embebido en una matriz de una resina termocurable es un compuesto de moldeo que comprende un material cuasi-isotrópico compuesto por segmentos de cinta de fibra unidireccional orientados al azar que están impregnados con resina.
2. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que al menos dos de las paredes seccionales del inserto (2) están inclinadas entre sí para acoplarse con un punzón (3) en un ángulo de 1 a 90 grados, preferiblemente de 1 a 60 grados y más preferiblemente de 20 a 40 grados.
3. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el material fibroso se proporciona como una capa, que puede comprender una o más capas, alrededor del inserto (2) en el molde.
4. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el material fibroso se procesa en una preforma antes de su introducción en el molde, preferiblemente en el que el inserto (2) se proporciona dentro de la preforma cuando la preforma que contiene el inserto (2) se inserta en la cavidad de un molde.
5. Un proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la resina se selecciona de resinas de Bismaleimida y resinas epoxi termoendurecibles.
6. Un proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material cuasi-isotrópico se deriva al menos parcialmente de preimpregnado, semiimpregnado, estopa impregnada, cinta o mezclas de los mismos; y/o en el que el material cuasi-isotrópico se deriva al menos parcialmente de materiales reciclados, incluyendo opcionalmente orillos de cintas.
7. Un proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el refuerzo fibroso se selecciona de fibra de vidrio, fibra de carbono y fibra de aramida.

30

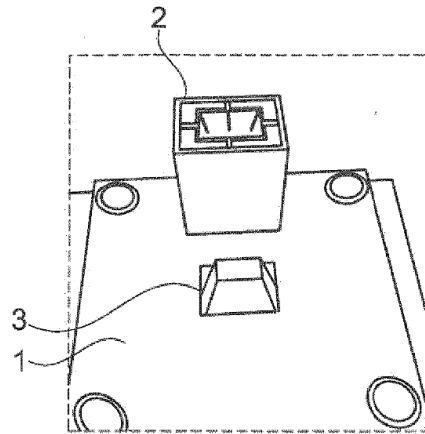


Fig. 1

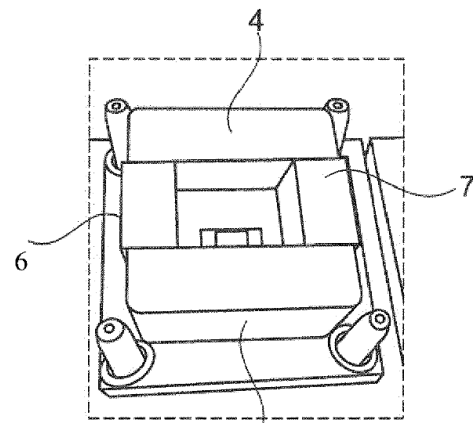
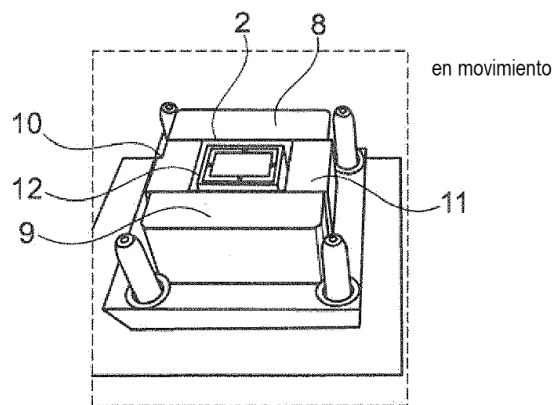


Fig. 2



o Abatido

Fig. 3

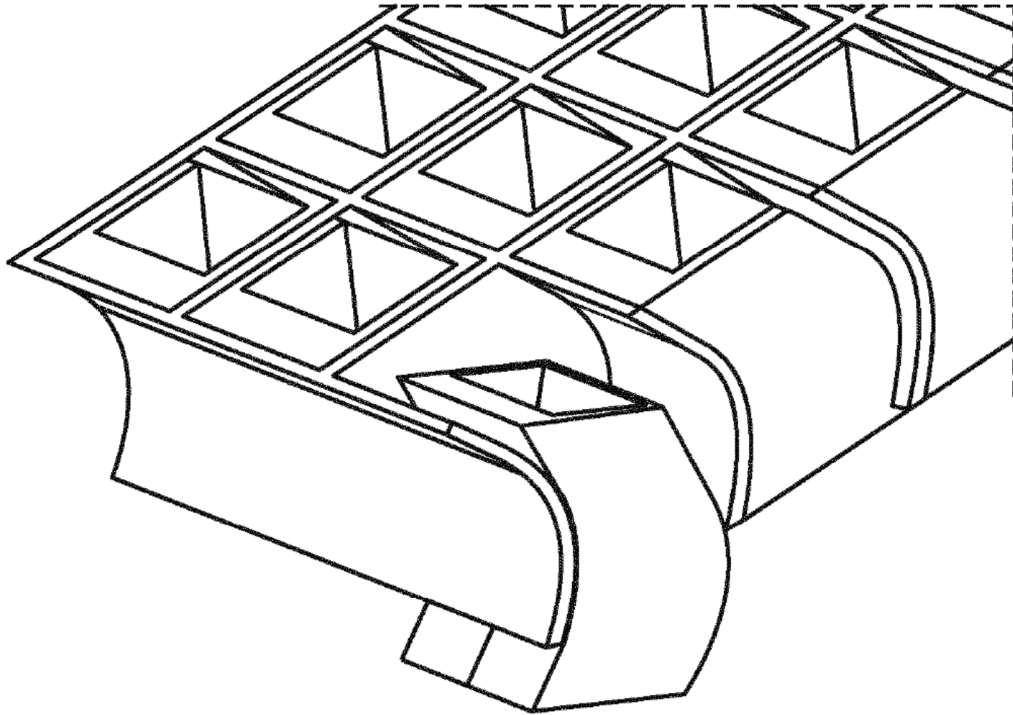


Fig. 4