



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 339 909**

(51) Int. Cl.:

D03D 15/00 (2006.01)

B29C 70/22 (2006.01)

B29C 70/44 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **98114188 .0**

(96) Fecha de presentación : **29.07.1998**

(97) Número de publicación de la solicitud: **0909845**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **21.04.1999**

(54) Título: **Tejido de fibra de carbono, moldeado de plástico reforzado con fibra obtenido utilizando el tejido y método de producción del moldeado.**

(30) Prioridad: **04.08.1997 JP 9-209213**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.05.2010

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.05.2010

(73) Titular/es: **TORAY INDUSTRIES, Inc.**
2-1, Nihonbashi Muromachi 2-chome
Chuo-ku, Tokyo 103-8666, JP

(72) Inventor/es: **Nishimura, Akira;**
Homma, Kiyoshi y
Horibe, Ikuo

(74) Agente: **Díaz Núñez, Joaquín**

ES 2 339 909 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

Tejido de fibra de carbono, moldeado de plástico reforzado con fibra obtenido utilizando el tejido y método de producción del moldeado.

Campo de la invención

La invención presente se relaciona con un tejido de fibra de carbono, más detalladamente, un tejido de fibra de carbono formado utilizando estopas gruesas de fibra de carbono respectivamente que comprenden aproximadamente de 40.000 a aproximadamente 400.000 filamentos de carbono, un moldeado de plástico reforzado con fibra obtenido utilizando el tejido de fibra de carbono, y un método de producción del moldeado.

Descripción de la técnica previa

Las fibras de carbono tienen una baja gravedad específica, un alto límite de resistencia a una alta fuerza tensil y un módulo extensible. Un plástico reforzado con fibra de carbono (*CFRP Carbón Fibre Reinforced Plástico*) obtenido por el moldeado de las fibras de carbono inmovilizadas por una resina atrae la atención como un compuesto con una gran fuerza y módulo de elasticidad.

El *CFRP* convencional utiliza respectivamente hilos finos de fibra de carbono que comprenden aproximadamente unos 3.000 filamentos de carbono. El *CFRP* convencional utiliza un fino tejido bidireccional donde los hilos de fibra de carbono están dispuestos longitudinal y transversalmente, y con el peso por unidad de superficie de las fibras de carbono mantenidas dentro de una gama de aproximadamente 200 a aproximadamente 400 g/m². El *CFRP* convencional se produce laminando muchas capas de un prepreg formado por el tejido fino bidireccional impregnado de una resina, y moldeando el laminado en una autoclave.

El *CFRP* convencional es desfavorablemente alto en costes de producción por los motivos descritos posteriormente. Debido a que es caro aunque excelente en el rendimiento, sólo se utiliza en áreas limitadas como un material estructural relacionado con una aeronave y una base de artículos de deporte de alta calidad, y no se aplica en áreas industriales generales.

El *CFRP* convencional es caro por los motivos siguientes; (a) los hilos finos de fibra de carbono son bajos en productividad; (b) un tejido de fibra de carbono es bajo en productividad, debido a que se produce a partir de hilos finos de fibra de carbono; (c) ya que el tejido de fibra de carbono obtenido es fino, deben ser laminadas muchas capas de un tejido para reunir las fibras de carbono necesarias para producir un moldeado *CFRP* con las propiedades deseadas, y en la producción de *CFRP*, laminando muchas capas de un tejido es muy molesto; (d) ya que el proceso de prepreg es necesario, el coste para el proceso de prepreg es añadido; y (e) es necesario una autoclave que requiere una gran inversión de equipo.

Para la reducción de costes, son conocidos el método de moldeado por transferencia de resina en el cual la resina endurecible a temperatura ambiente es inyectada a presión en un molde que contiene capas laminadas de tejidos de fibra de carbono, y el método de moldeado de bolsa al vacío en el que una resina endurecible a temperatura ambiente es inyectada en un molde que contiene las capas de tejidos de fibra de carbono laminados sobre el mismo y completamente cubierto con una película de bolsa y mantenido bajo presión reducida (al vacío). Estos métodos son eficaces para reducir el coste de producción de *CFRP* en términos de los dichos (d) y (e). Sin embargo, los problemas de (a) a (c) aún no pueden ser solucionados.

Puede considerarse emplear los hilos finos de fibra de carbono para producir un tejido de fibra de carbono con un gran peso por unidad de superficie de fibras de carbono, y luego moldear el tejido en un *CFRP*. Sin embargo, esta idea prácticamente no se aplica debido a los problemas siguientes. Es decir, (f) si se forma un tejido bidireccional en el cual están dispuestos hilos de fibra de carbono longitudinales y transversales, el tejido obtenido es grande en peso por unidad de superficie de fibras de carbono, pero debido a que los hilos de fibra longitudinales de carbono y los hilos de fibra transversales de carbono se cruzan el uno con el otro, los hilos de fibra de carbono se doblan enormemente (se rizan); si el tejido de fibra de carbono se moldea en un *CFRP*, los hilos de fibra de carbono se tensan en la zona de manera intensiva, disminuyendo desfavorablemente en fuerza y en módulo de elasticidad. Además, (g) un tejido en el cual se disponen hilos de fibra de carbono en una sola dirección no disminuye en fuerza debido a que los hilos no se rizan; sin embargo, si el peso por unidad de superficie de las fibras de carbono del tejido es aumentado, la densidad de fibra se hace muy grande, para disminuir los espacios entre los filamentos respectivamente adyacentes, ya que los hilos de fibra de carbono están dispuestos en una sola dirección, y el flujo de resina en los espacios entre filamentos se vuelve pobre, tomando mucho tiempo para la inyección de resina, disminuyendo así la impregnación de resina en el tejido de fibra de carbono en dicho moldeado como el moldeado de transferencia de resina o moldeo de bolsa al vacío.

La solicitud de US-A-4 714 642 describe un tejido bidireccional que comprende estopas de fibras de carbono multifilamentarias, comprendiendo las estopas aproximadamente de 1.000 a 50.000 filamentos.

La solicitud de US-A-4 902 215 describe una técnica de moldeado de transferencia plástica para la producción de estructuras plásticas reforzadas con fibra.

Esta referencia sólo describe la técnica general sin hacer caso a un específico tejido de fibra de carbono.

Resumen de la invención

El objetivo de la invención presente es de proporcionar un tejido de fibra de carbono que solucione los problemas de las técnicas previas anteriormente dichas, un moldeado plástico reforzado con fibra obtenido utilizando el dicho tejido, y un método de producción de dicho moldeado.

Según la invención, el objetivo se soluciona mediante las características de las reivindicaciones independientes. Las subreivindicaciones respectivas contienen además los modos de realización preferidos de la invención.

Para alcanzar el dicho objetivo, la invención presente utiliza estopas gruesas de fibra de carbono con la intención de mejorar la impregnación de resina del tejido de fibra de carbono formado por las estopas.

En esta especificación, un *CFRP* incluye tanto el caso donde las fibras de refuerzo del plástico consisten sólo en fibras de carbono como el caso donde consisten en fibras de carbono y otras fibras.

La invención presente para alcanzar el dicho objetivo se describe debajo.

El tejido de fibra de carbono como un 1^{er} modo de realización se caracteriza por que están dispuestos muchos hilos de fibra de carbono que comprenden respectivamente entre aproximadamente 40.000 a aproximadamente 400.000 filamentos y teniendo entrelazamientos de filamento de entre los filamentos respectivos.

Cada uno de los hilos de fibra de carbono utilizados aquí se produce oxidando una estopa de fibra poliacrilonitrilo que comprende aproximadamente de 40.000 a aproximadamente 400.000 filamentos, tratándolo para la carbonización, y aplicándole un apresto para juntar la estopa como un conjunto.

Si el número de los filamentos del hilo de fibra de carbono es menor de aproximadamente 40.000, es preferible de cara a la impregnación de resina ya que el hilo es relativamente fino. Sin embargo, el efecto de reducción de costes de la producción de fibras de carbono es pequeño.

Si el número de los filamentos de cada uno de los hilos de fibra de carbono que constituyen el tejido excede de aproximadamente 400.000, el efecto de reducción de costes de la producción de fibras de carbono es grande. Sin embargo, debido a que el hilo es muy grueso, la distancia desde la superficie al centro del hilo es grande, y la impregnación de la resina desde la superficie del hilo se hace imperfecta.

Cuando cada uno de los hilos de fibra de carbono que constituyen un tejido es libre del entrelazamiento de filamento entre sus muchos filamentos, es decir tiene muchos filamentos dispuestos en paralelo el uno al otro, los filamentos no se doblan, y entonces no ocurre la concentración de tensiones. El *CFRP* obtenido utilizando los hilos puede manifestar bien su fuerza, y tener una gran fuerza. Sin embargo, debido a que ya que no quedan espacios libres significativos entre los filamentos respectivos, los filamentos son embalados densamente, y además, los hilos son gruesos. Así, la resina no impregna los hilos en sus centros de forma desfavorable.

Por otra parte, si se entrelazan los filamentos, se forman espacios libres entre los filamentos respectivos. Los espacios hacen voluminosos los hilos de fibra de carbono y el tejido formado con el uso, y hacen que tengan mucha probabilidad de ser impregnados por una resina.

El hilo crudo (hilo de fibra poliacrilonitrilo o precursor) del hilo de fibra de carbono puede tener sus filamentos entrelazados como se desee ajustando la intensidad del flujo en el baño de coagulación o el baño de aclarado en el proceso de producción del hilo crudo. Los filamentos pueden ser más entrelazados soplando aire al hilo crudo después del estiramiento en un baño. El hilo de fibra de carbono obtenido oxidando el hilo crudo y carbonizando el hilo oxidado tiene los deseados entrelazamientos de filamento.

Es preferible que el diámetro de cada uno de los filamentos de carbono que constituyen el hilo de fibra de carbono esté dentro de una gama de aproximadamente de 5 a aproximadamente 15 micrones.

Es preferible que el hilo de fibra de carbono tenga una fuerza tensil de aproximadamente 3 a aproximadamente 4 GPa y tenga un módulo de tracción de elasticidad de aproximadamente 200 a aproximadamente 300 GPa. La fuerza tensil y el módulo de tracción de elasticidad son como los definidos en la solicitud JIS R7601.

Es preferible que los hilos de fibra de carbono utilizados para producir un tejido sean impregnados de aproximadamente 0.5 a aproximadamente 2% de peso de un apresto para la conveniencia de tejido.

Es preferible que los hilos de fibra de carbono utilizados para producir un tejido no estén torcidos, ya que torcer los hilos inhibe la impregnación de resina.

El tejido de fibra de carbono de la invención presente como 2^o modo de realización conforma el tejido de fibra de carbono del 1^{er} modo de realización, en el que el valor de gota de gancho de los hilos de fibra de carbono está dentro de una gama de aproximadamente de 2 a aproximadamente 30 cm.

ES 2 339 909 T3

El valor de gota de gancho muestra el grado de entrelazamientos entre los filamentos que constituyen el hilo de fibra de carbono. Para una buena impregnación de resina, es preferible que el valor de gota de gancho sea menor de aproximadamente 30 cm. Si el valor de gota de gancho es menor de aproximadamente 2 cm, la impregnación de resina está muy bien, pero los filamentos que constituyen el hilo se doblan de forma significativa. El moldeado *CFRP* obtenido utilizando el hilo se tensa en la zona de manera intensiva, resultando en una disminución de fuerza.

Por lo tanto, es preferible que el valor de gota de gancho esté en una gama de aproximadamente de 2 a aproximadamente 30 cm. Una gama más preferible es aproximadamente de 2 a aproximadamente 10 cm. El método para medir el valor de gota de gancho se describe más tarde en referencia a los dibujos.

El tejido de fibra de carbono de la invención presente como 3^{er} modo de realización conforma al tejido de fibra de carbono del 2^o modo de realización, donde la finura de cada uno de los hilos de fibra de carbono está dentro de una gama de aproximadamente de 25.000 a aproximadamente 350.000 deniers.

El tejido de fibra de carbono de la invención presente como 4^o modo de realización conforma al tejido de fibra de carbono del 3^{er} modo de realización, en el que la densidad de tamaño del tejido de fibra de carbono es menor de aproximadamente 0.65 g/cm³.

Un tejido con una densidad de tamaño menor de aproximadamente 0.65 g/cm³ significa que el tejido es voluminoso, y que existen muchos espacios libres entre los filamentos que constituyen el hilo de fibra de carbono. Así, el moldeado *CFRP* puede ser producido fácilmente no sólo por el método de moldeado de transferencia de resina y el método de moldeado de bolsa al vacío, sino también por el método de moldeo por contacto manual (hand lay-up molding).

La densidad de tamaño (V) puede ser medida así:

$$V = w / (t \times A)$$

donde “t” es el grosor del tejido (cm), “A”, el área del tejido (cm²) y “w” es el peso de las fibras de carbono en el área A del tejido (g).

El grosor “t” del tejido se mide utilizando un indicador de línea como la medida de grosor mencionada en la cláusula 5.6 de la solicitud JIS R 6702. En este caso, se aplica una carga de 3 kPa a 5 capas del tejido, y se mide el grosor 20 segundos después de la aplicación de la carga, y se divide por el número de capas de tejido, para obtener el grosor por capa. En el caso de un tejido unidireccional, las capas del tejido son cubiertas de tal manera que los hilos auxiliares de los hilos de trama de las respectivas capas suprayacentes del tejido no recubren el uno al otro, para que la influencia de los hilos de trama sobre el grosor del tejido sea la menor posible.

El tejido de fibra de carbono de la invención presente como 5^o modo de realización conforma al tejido de fibra de carbono del 2^o modo de realización, en el que el número de los filamentos de cada uno de los hilos de fibra de carbono está dentro de una gama de aproximadamente de 40.000 a aproximadamente 100.000, la finura de cada uno de los hilos de fibra de carbono está en una gama de aproximadamente de 30.000 a aproximadamente 70.000 deniers, y el peso de unidad de área de las fibras de carbono del tejido de fibra de carbono está en una gama de aproximadamente de 400 a 700 g/m².

El tejido de fibra de carbono de la invención presente como 6^o modo de realización conforma al tejido de fibra de carbono de cualquiera de los 1^o al 5^o modos de realización, en donde los hilos de urdimbre se forman disponiendo dichos hilos de fibra de carbono y los hilos de trama se forman disponiendo los hilos auxiliares de tal manera que los hilos de fibra de carbono como los hilos de urdimbre y los hilos auxiliares como los hilos de trama forman una estructura tejida.

El tejido de fibra de carbono de la invención presente como 7^o modo de realización conforma al tejido de fibra de carbono del 6^o modo de realización, en donde los espacios entre los hilos de fibra adyacentes de carbono están dentro de una gama de aproximadamente de 0,2 a 2 mm.

Los espacios entre los hilos de fibra de carbono son medidos como se describe debajo.

Se toman muestras de 17 cm x 17 cm de tres sitios diferentes en las direcciones transversales y longitudinales de un tejido. De las muestras respectivas, se obtienen imágenes de foto de cada una de ellas ampliadas al 200% tanto a lo largo como a lo ancho. Sobre las imágenes obtenidas, todos los espacios entre los hilos de urdimbre o los hilos de trama se miden por debajo de 0,1 mm por el calibrador vernier. Se hace un promedio de los espacios obtenidos. La mitad del valor medio obtenido es el espacio entre los hilos de fibra de carbono.

El tejido de fibra de carbono de la invención presente como 8^o modo de realización conforma al tejido de fibra de carbono del 6^o modo de realización, en donde los hilos de urdimbre y los hilos de trama son unidos en sus intersecciones por un polímero con un bajo punto de fusión.

ES 2 339 909 T3

El tejido de fibra de carbono de la invención presente como 9º modo de realización conforma al tejido de fibra de carbono como el 7º modo de realización, en donde los hilos de urdimbre y los hilos de trama son unidos en sus intersecciones por un polímero con un bajo punto de fusión.

El tejido de fibra de carbono de la invención presente como 1º modo de realización conforma al tejido de fibra de carbono de cualquiera del 1º al 5º modos de realización, en el que los hilos de urdimbre se forman disponiendo los hilos de fibra de carbono e hilos auxiliares y los hilos de trama se forman disponiendo hilos auxiliares de tal manera que los hilos auxiliares de los hilos de urdimbre y los hilos auxiliares de los hilos de trama forman una estructura tejida que mantiene los hilos de fibra de carbono de los hilos de urdimbre considerablemente rectos.

El tejido de fibra de carbono de la invención presente como 11º modo de realización conforma al tejido de fibra de carbono del 10º modo de realización, donde los hilos de urdimbre y los hilos de trama son unidos en sus intersecciones por un polímero con un bajo punto de fusión.

El tejido de fibra de carbono de la invención presente como 12º modo de realización conforma al tejido de fibra de carbono de cualquiera del 1er al 5º modos de realización, en donde los hilos de urdimbre se forman disponiendo dichos hilos de fibra de carbono y los hilos de trama se forman disponiendo dichos hilos de fibra de carbono de tal manera que los hilos de fibra de carbono de los hilos de urdimbre y los hilos de fibra de carbono de los hilos de trama forman una estructura tejida.

El tejido de fibra de carbono de la invención presente como 13º modo de realización conforma al tejido de fibra de carbono del 12º modo de realización, en donde los hilos de urdimbre y los hilos de trama son unidos en sus intersecciones por un polímero con un bajo punto de fusión.

El tejido de fibra de carbono de la invención presente como 14º modo de realización conforma al tejido de fibra de carbono de cualquiera del 1er al 5º modos de realización, en donde los hilos de urdimbre se forman disponiendo los hilos de fibra de carbono e hilos auxiliares y los hilos de trama se forman disponiendo los hilos de fibra de carbono e hilos auxiliares, de tal manera que los hilos auxiliares de los hilos de urdimbre y los hilos auxiliares de los hilos de trama forman una estructura tejida que mantiene los hilos de fibra de carbono de los hilos de urdimbre y los hilos de fibra de carbono de los hilos de trama sustancialmente rectos.

El tejido de fibra de carbono de la invención presente como 15º modo de realización conforma al tejido de fibra de carbono del 14º modo de realización, en donde todos los hilos de urdimbre y los hilos auxiliares de los hilos de trama, o los hilos auxiliares de los hilos de urdimbre y todos los hilos de trama son unidos en sus intersecciones por un polímero con un bajo punto de fusión.

El moldeado de plástico reforzado con fibra de la invención presente como 1º modo de realización, que se produce integrando un material fibroso y una resina, está caracterizado por que el material fibroso está compuesto del tejido de fibra de carbono de cualquiera de entre el 1º y el 15º modos de realización.

El moldeado de plástico reforzado con fibra de la invención presente como 2º modo de realización conforma al moldeado de plástico reforzado con fibra del 1er modo de realización, en donde se proporciona un elemento de moldeado además del plástico reforzado con fibra y tiene surcos sobre el lado para afrontar el plástico reforzado con fibra, y los surcos se llenan de la dicha resina.

El método para producir el moldeado de plástico reforzado con fibra de la invención presente como 1º modo de realización, utilizando un aparato de moldeado de bolsa al vacío compuesto de un molde, un material fibroso colocado sobre el molde, una película de bolsa colocada sobre el molde para contener el material fibroso dentro y sellar el interior del exterior, un tubo de suministro de resina para suministrar una resina para ser moldeada, a través de la película de bolsa hacia el interior de la película de bolsa, una válvula de control de suministro de resina colocada sobre el tubo de suministro de resina, y una apertura de gases de combustión de aire para mantener el espacio de la película de bolsa en una presión reducida, caracterizado por que el material fibroso está formado parcialmente o totalmente por el tejido de fibra de carbono de cualquiera de entre el 1º al 15º modos de realización, la resina es una resina endurecible a una temperatura ambiente, y se proporciona un medio de difusión para difundir el flujo de la resina en contacto con el material fibroso.

El método para producir el moldeado de plástico reforzado con fibra de la invención presente como 2º modo de realización, utilizando un aparato de moldeado de bolsa al vacío compuesto de un molde, un material fibroso colocado sobre el molde, una película de bolsa colocada sobre el molde para contener el material fibroso dentro y sellar el interior del exterior, un tubo de suministro de resina para suministrar una resina para ser moldeada, a través de la película de bolsa hacia el interior de la película de bolsa, una válvula de control de suministro de resina colocada sobre el tubo de suministro de resina, y una apertura de gases de combustión de aire para mantener el espacio de la película de bolsa en una presión reducida, caracterizada por que el material fibroso está formado parcialmente o totalmente por el tejido de fibra de carbono de cualquiera de entre el 1º al 15º modos de realización, la resina es una resina endurecible a temperatura ambiente, y se proporciona un elemento de moldeado con surcos para difundir el flujo de la resina en contacto con el material fibroso.

El método para producir el moldeado de plástico reforzado con fibra de la invención presente como 3^{er} modo de realización conforma al método para producir un moldeado de plástico reforzado con fibra del 2º modo de realización, en donde la pieza de moldeado es una espuma.

5 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista del plano mostrando un modo de realización del tejido de fibra de carbono de la invención presente.

10 La figura 2 es una vista del plano mostrando otro modo de realización del tejido de fibra de carbono de la invención presente.

La figura 3 es una vista del plano mostrando además otro modo de realización del tejido de fibra de carbono de la invención presente.

15 La figura 4 es una vista del plano mostrando otro modo más de realización del tejido de fibra de carbono de la invención presente.

La figura 5 es una vista del plano mostrando un ejemplo de un tejido de fibra de carbono. Este modo de realización no forma parte de la invención reivindicada, pero representa la técnica previa que es útil a la hora de entender la invención.

La figura 6 es una vista esquemática longitudinal seccional mostrando un ejemplo del aparato para producir el moldeado de plástico reforzado con fibra de la invención presente.

25 La figura 7 es una vista esquemática de la perspectiva mostrando un ejemplo del medio de difusión de resina utilizado en el aparato mostrado en la figura 6.

La figura 8 es una vista esquemática longitudinal seccional mostrando otro ejemplo del aparato para producir el moldeado de plástico reforzado con fibra de la invención presente.

La figura 9 es una vista esquemática superior de la perspectiva mostrando un ejemplo de la pieza de moldeado con surcos utilizados en el aparato mostrado en la figura 8.

35 La figura 10 es una vista esquemática delantera de la perspectiva mostrando un instrumento de medición de valor de gota de gancho.

La figura 11 es una vista frontal dilatada mostrando el gancho y el peso usado en el instrumento mostrado en la figura 10.

40 La figura 12 es una vista frontal esquemática mostrando el inferior del instrumento mostrado en la figura 10.

Descripción de los modos de realización preferidos

45 Se describe abajo un modo de realización del tejido de fibra de carbono de la invención presente en referencia a la figura 1.

El tejido de fibra de carbono mostrado en la figura 1 es un tejido unidireccional. El tejido de fibra de carbono 1 tiene muchos hilos dispuestos de fibra de carbono 2. Cada uno de los hilos de fibra de carbono 2 consiste en aproximadamente de 40.000 a aproximadamente 400.000 filamentos de carbono 3. Los filamentos de carbono 3 tienen entrelazamientos de filamento.

Los hilos de urdimbre dispuestos para formar la estructura tejida del tejido 1 son los hilos de fibra de carbono 2, y los hilos de trama dispuestos son hilos auxiliares 4. Los hilos auxiliares 4 tienen depositado un polímero que derrite a una baja temperatura, y después de que el polímero se haya fundido, se forman las partes solidificadas 5 para unir los hilos auxiliares 4 a los hilos de fibra de carbono 2.

Se describe posteriormente abajo otro modo de realización del tejido de fibra de carbono de la invención presente en referencia a la figura 2.

60 El tejido de fibra de carbono mostrado en la figura 2 es un tejido unidireccional. El tejido de fibra de carbono 6 tiene dispuestos muchos hilos de fibra de carbono 7. Cada uno de los hilos de fibra de carbono 7 consiste en aproximadamente de 40.000 a aproximadamente 400.000 filamentos de carbono 8. Los filamentos de carbono 8 tienen entrelazamientos de filamento.

65 Los hilos de urdimbre dispuestos para formar la estructura tejida del tejido 6 son primeros hilos auxiliares 9, e hilos de trama dispuestos son segundos hilos auxiliares 10. En una estructura tejida formada por estos hilos auxiliares 9 y 10, los hilos de fibra respectivos de carbono 7 se disponen en la dirección de los hilos de urdimbre (los primeros

ES 2 339 909 T3

hilos auxiliares 9) a través de los hilos de trama (los segundos hilos auxiliares 10). Los segundos hilos auxiliares 10 tienen depositado un polímero que derrite a una baja temperatura, y después de que el polímero se haya fundido, se forman partes solidificadas 11 para unir los segundos hilos auxiliares 10 a los hilos de fibra de carbono 7.

En este tejido 6, se disponen los hilos de fibra de carbono 7 como una capa, y los segundos hilos auxiliares 10 son localizados o bien al derecho o al revés de la capa. Los primeros hilos auxiliares localizados entre los hilos de fibra respectivos de carbono 7 y los segundos hilos auxiliares 10 forman la estructura tejida. Por consiguiente, los hilos de fibra respectivos de carbono 7 no tienen las curvas (rizos) que se forman por una estructura tejida. El CFRP formado utilizando este tejido no se tensa en la zona de manera intensiva y tiene una gran fuerza.

Los hilos auxiliares tejidos para formar el tejido no llevan considerablemente el peso en el moldeado, y se utilizan para mantener la forma del tejido antes de que el moldeado se produzca, es decir, se utilizan para formar la estructura tejida. Por lo tanto, se requiere que la finura de cada uno de los hilos auxiliares esté dentro de una gama de aproximadamente entre 100 a aproximadamente 2.000 deniers, y es preferible que sean más finos que los hilos de fibra de carbono principalmente utilizados.

Es sobre todo preferible que la finura de cada uno de los hilos auxiliares esté dentro de una gama de aproximadamente entre 100 a aproximadamente 500 deniers, que sean mucho más finos que los hilos de fibra de carbono y que la densidad de los hilos auxiliares de los hilos de trama que esté en una gama de aproximadamente entre 0,5 a aproximadamente 8 "picks" (número de hilos de trama)/cm, debido a que el tejido se vuelve voluminoso mientras los hilos auxiliares de los hilos de trama contraen menos los hilos de fibra de carbono.

Es preferible que el encogimiento empleando calor seco a 150°C de los hilos auxiliares sea menos de aproximadamente el 0,1% para asegurar la estabilidad dimensional del tejido y para prevenir el encogimiento por calentamiento cuando se utiliza el polímero que derrite a una baja temperatura para unir las intersecciones entre los hilos de urdimbre y los hilos de trama. Las fibras utilizadas como hilos auxiliares pueden ser fibras de carbono, fibras de cristal o fibras poliaramida.

En el dicho tejido unidireccional, es preferible que el peso por unidad de la superficie de fibras de carbono esté dentro de una gama de aproximadamente entre 400 a aproximadamente 2.000 g/m², debido a que el número de las capas del tejido laminadas para obtener las propiedades deseadas de CFRP puede ser pequeño, para disminuir el problema de trabajar con material de laminación fibroso en el momento del moldeado, ahorrando así el trabajo para el moldeado. Es preferible que los espacios entre los hilos de fibra de carbono respectivamente adyacentes estén dentro de una gama de aproximadamente entre 0,2 a aproximadamente 2 mm, ya que los espacios se convierten en conductos de la resina inyectada en el material fibroso incluida en un molde y una película de bolsa en el moldeado de transferencia de resina o bolsa de moldeo al vacío, para acortar el tiempo de inyección de resina con el fin de aumentar la eficacia de moldeado.

Se muestran tejidos unidireccionales con espacios formados entre los hilos de fibra de carbono respectivamente adyacentes en las figuras 3 y 4. La figura 3 muestra un tejido con espacios C formados entre los hilos de fibra de carbono respectivamente adyacentes 2 en el tejido 1 mostrado en la figura 1. La figura 4 muestra un tejido con espacios C formados entre los hilos de fibra de carbono respectivamente adyacentes 7 en el tejido 6 mostrado en la figura 2.

En un tejido unidireccional, si el número de filamentos que constituyen cada uno de los hilos de fibra de carbono está dentro de una gama de aproximadamente entre 40.000 a aproximadamente 400.000, la finura de hilo está dentro de una gama de aproximadamente entre 30.000 a aproximadamente 70.000 deniers, y el peso por unidad de la superficie de fibras de carbono está en una gama de aproximadamente entre 400 a aproximadamente 700 g/m², entonces el tejido de fibra de carbono se hace voluminoso, y cuando el FRP (*Fibre Reinforced Plastic*) obtenido utilizando el tejido de fibra de carbono se moldea por el método de moldeado a mano utilizando una resina endurecible a temperatura ambiente con una viscosidad de aproximadamente entre 2 a 7 poises, el tejido de fibra de carbono puede ser suficientemente impregnado con la resina por un rodillo de impregnación ordinario.

Se describe posteriormente un ejemplo de un tejido de fibra de carbono en referencia a la figura 5.

El tejido de fibra de carbono mostrado en la figura 5 es un tejido bidireccional. El tejido de fibra de carbono 12 tiene muchos hilos de fibra de carbono 13 y 15 dispuestos. Cada uno de los hilos de fibra de carbono 13 ó 15 consiste en aproximadamente de 40.000 a aproximadamente 400.000 filamentos de carbono 14 ó 16. Los filamentos de carbono 14 y 16 tienen entrelazamientos de filamento.

Los hilos de urdimbre dispuestos para formar la estructura tejida del tejido 12 son los hilos de fibra de carbono 13, y los hilos de trama dispuestos son los hilos de fibra de carbono 15. Los hilos de fibra de carbono 15 de los hilos de trama tienen un polímero que derrite a una baja temperatura depositado parcialmente sobre las superficies, y después de que el polímero se funda, se forman partes solidificadas 17, para unir los hilos de fibra de carbono 15 de los hilos de trama a los hilos de fibra de carbono 13 de los hilos de urdimbre.

La razón de por qué se utiliza un polímero que derrite a una baja temperatura para unir los hilos de trama a los hilos de fibra de carbono en los tres dichos modos de realización es como sigue. Debido a que el grosor de cada uno de los hilos de fibra de carbono utilizados en el tejido de fibra de carbono de la invención presente es mucho mayor que

ES 2 339 909 T3

el de los hilos de fibra de carbono utilizados en el tejido de fibra de carbono convencional, el número de intersecciones entre los hilos de urdimbre y los hilos de trama que directamente contribuyen a la estructura tejida es pequeño en el tejido de fibra de carbono de la invención presente. Así, cuando se corta el tejido, los hilos de fibra de carbono son probablemente deshilachados, lo que incomoda el manejo del tejido. La unión por el polímero que derrite a una baja temperatura está pensada para sujetar los hilos del tejido y mejora la conveniencia de manejo del tejido. Debido a que el tejido de fibra de carbono de la invención presente en el cual los hilos de urdimbre y los hilos de trama son sujetos en sus intersecciones se previene considerablemente el deshilachado de hilo en el momento del corte, mejora enormemente el trabajo en el moldeado de transferencia de resina o el moldeado de bolsa al vacío en el cual las capas cortadas de tejido deben ser laminadas en un molde.

El polímero que derrite a una baja temperatura es depositado sobre uno o ambos de los hilos de urdimbre y los hilos de trama en líneas o puntos.

Es preferible que la cantidad del polímero que derrite a una baja temperatura sea menor de aproximadamente 6 g/m² ya que una cantidad mayor del mismo inhibe la impregnación de resina y baja las propiedades mecánicas de *CFRP*. Sin embargo, si la cantidad es menor de aproximadamente 0,5 g/m², el efecto de sujeción de los hilos de urdimbre e hilos de trama en sus intersecciones se hace débil. Así, la gama preferible es aproximadamente de 0,5 a aproximadamente 6 g/m².

En el caso de tejido de fibra de carbono unidireccional, si el polímero que derrite a una baja temperatura es depositado sobre los hilos finos auxiliares en una gran cantidad, probablemente se produce rotura del tejido en los hilos auxiliares. Para prevenirla, es deseable mantener el polímero que derrite a una baja temperatura en un 40% de peso o menos del peso de los hilos auxiliares.

El polímero que derrite a una baja temperatura por lo general puede ser seleccionado de poliamidas, copoliamidas, poliésteres, copoliésteres, cloruro de polivinilidene, cloruro de polivinilo y poliuretano. Es sobre todo preferible un copoliamida ya que puede ser fundido a una baja temperatura, tiene una gran fuerza adhesiva y puede proporcionar el esperado efecto de sujeción del hilo con una pequeña cantidad.

En el moldeado de plástico reforzado con fibra de la invención presente, si el material fibroso que existe está formado por una capa de tejido, el tejido utilizado es el tejido de fibra de carbono de la invención presente. Si el material fibroso consiste en una pluralidad de capas de tejidos, al menos una de las capas de tejidos es el tejido de fibra de carbono de la invención presente. Otros tejidos de fibra utilizados con al menos una capa del tejido de fibra de carbono de la invención presente pueden ser tejidos de fibra de refuerzo de fibras de cristal o fibras poliamida, etc.

Las resinas de matriz que pueden ser utilizadas incluyen resinas termoendurecibles como resinas de epoxi, resinas de poliéster insaturadas, resinas de éster de vinilo y resinas de fenol, y resinas termoplásticas como resinas de poliamida, resinas de poliéster, resinas ABS, resina de polietileno, resina de polipropileno, resina de cloruro de polivinilo, resinas de poliéter éter cetona y resina de sulfuro de polifenileno.

El moldeado de plástico reforzado con fibra de la invención presente utiliza un tejido de fibra de carbono de mucho peso por unidad de la superficie de fibras de carbono y, sin embargo, voluminoso como el material fibroso. Así, en el momento del moldeado, el material fibroso puede ser bien impregnado con la resina de matriz, y el moldeado obtenido es excelente en propiedades mecánicas y barato.

El moldeado de plástico reforzado con fibra obtenido utilizando el tejido de fibra de carbono de la invención presente puede ser producido por cualquiera de varios métodos y aparatos de moldeado conocidos de manera convencional. El tejido de fibra de carbono de la invención presente que es de gran peso por unidad de la superficie de fibras de carbono y, sin embargo, voluminoso es sobre todo conveniente para el moldeado de transferencia de resina y el moldeado de bolsa al vacío, y pueden producirse moldeados grandes a un bajo precio por estos métodos de moldeado.

El moldeado de plástico reforzado con fibra de la invención presente como 1er modo de realización y el método de producción del mismo se describen posteriormente en referencia a la figura 6.

En la figura 6, sobre un molde 21, son laminados un número predeterminado de capas de tejidos 22 incluyendo tejido de fibra de carbono de la invención presente. Estas capas laminadas de tejidos 22 forman un material fibroso 23 del moldeado de plástico reforzado con fibra a producir.

Alrededor de los lados laterales del material fibroso 23, se proporciona un respiradero de borde 24, y una apertura de succión de aire 25 conectada a una bomba de vacío (no ilustrada) sobre la parte inferior del respiradero de borde. El respiradero de borde 24 es un laminado que comprende muchas capas porosas como tejidos.

Sobre el material fibroso 23 y el borde del respiradero de borde 24, es laminada una cubierta provisional 26 en forma de una capa que se pela y se saca después de que la resina de matriz haya sido endurecida. Sobre la cubierta provisional 26, se coloca un medio de difusión 27 para difundir la resina sobre la superficie entera del material fibroso 23.

ES 2 339 909 T3

Sobre la cara superior y las caras laterales del medio de difusión 27 y sobre la cara superior de la cubierta provisional 26 colocada sobre el respiradero de borde 24, se coloca una película de bolsa 28 para cubrirlos.

5 Se coloca un tubo de suministro de resina 29 conectado a un extremo con un tanque de suministro de resina de matriz (no ilustrada) y abierto en el medio de difusión 27 por la película de bolsa 28 al otro extremo en el centro sobre la cara superior de la película de bolsa 28. El tubo de suministro de resina 29 tiene una válvula de control de suministro de resina 30 en una posición intermedia.

10 La conexión entre el tubo de suministro de resina 29 y la película de bolsa 28 y el espacio periférico entre la película de bolsa 28 y el molde 21 se sella por selladores 31 y 32 respectivamente.

El tanque de resina (no ilustrado) contiene una resina termoendurecible a temperatura ambiente (la resina de matriz), pegajosa a temperatura ambiente mezclada con una cantidad predeterminada de un agente endurecedor.

15 El aire en el espacio del material fibroso 23 cubierto por la película de bolsa 28 es descargado por una bomba de vacío (no ilustrada) por la apertura de succión 25 antes de que el espacio alcance una presión reducida de aproximadamente entre 700 a aproximadamente 760 Torr. Entonces, se abre la válvula 30, para comenzar el suministro de la resina al material fibroso 23.

20 La resistencia de flujo de resina en la dirección plana del medio de difusión 27 es menor que en la dirección normal del material fibroso 23. Así, la resina se extiende sobre la superficie entera del medio de difusión 27 y luego impregna el material fibroso 23 en la dirección normal. Según este método, debido a que la distancia de la resina para impregnar el material fibroso 23 es considerablemente el grosor del material fibroso 23, la totalidad de la impregnación de la resina en el material fibroso 23 se completa muy pronto. La bomba de vacío (no ilustrada) se maneja al menos hasta 25 que la impregnación de la resina en el material fibroso 23 sea completada.

Después de la terminación de impregnación de resina, se cierra la válvula 30. Se permite que el molde esté a temperatura ambiente hasta que la resina inyectada haya sido endurecida. Después de que la resina haya sido endurecida, se sacan la película de bolsa 28, el medio de difusión 27 y la cubierta provisional 26, y se saca el moldeado *FRP* (*Fibre Reinforced Plástico*) del molde 21.

Se muestra un ejemplo del medio de difusión 27 en la figura 7. En la figura 7, el medio de difusión 27 consiste en muchas barras 33 y 34 dispuestas a intervalos predeterminados. Las barras 33 y las barras 34 se disponen considerablemente perpendiculares la una a la otra.

35 Se forman espacios entre las barras respectivamente adyacentes 33 y entre las barras respectivamente adyacentes 34. Estos espacios forman los conductos de la resina. Las barras 33 se ponen en contacto con la película de bolsa 28 en sus partes superiores, y las barras 34 se ponen en contacto con la cubierta provisional 26 en sus bases.

40 Si la presión en el espacio sellado por la película de bolsa 28 se reduce por la apertura de succión 25, la resina fluye hacia el centro del medio de difusión 27 a través del tubo de suministro de resina 29. La resina inyectada fluye por los espacios entre las barras 33 y 34. El flujo de la resina hace que la resina penetre la cubierta provisional 26 y se difunda considerablemente uniformemente sobre la superficie entera del material fibroso 23.

45 El grosor de cada una de las barras 33 y 34 no está especialmente limitado, pero es preferible que el grosor esté en una gama de aproximadamente entre 0,2 a aproximadamente 2 mm. Es preferible que el espacio entre las barras 33 y 34 esté en una gama de aproximadamente entre 0,2 a aproximadamente 2 cm. Las barras 33 y 34, por ejemplo, pueden hacerse de polipropileno, polietileno, poliéster o de cloruro de polivinilo, o pueden ser una hoja metálica mallada. La hoja mallada puede ser una película mallada, un tejido, tela en género de punto o red, etc. Las barras 33 y 34 también 50 pueden ser formadas cubriendo una pluralidad de capas malladas como se requiera.

El moldeado de plástico reforzado con fibra de la invención presente como 2º modo de realización consiste en un plástico reforzado con fibra con el tejido de fibra de carbono de la invención presente contenida en otro elemento de moldeado. El otro elemento de moldeado tiene surcos sobre el lado que está de cara al plástico reforzado con fibra y 55 los surcos están llenos de la resina utilizada para formar el plástico reforzado con fibra.

El moldeado tiene un material fibroso laminado sobre el elemento de moldeado con surcos formados como conductos de una resina, y además está cubierto completamente con una película trasera. El interior cubierto por la película de bolsa es mantenido al vacío (presión reducida), y la resina es difundida por los surcos del elemento de moldeado en contacto con el material fibroso. Entonces, mientras el material laminado fibroso es impregnado de la resina endurecible a temperatura ambiente, el material fibroso y el elemento de moldeado se integran, para producir el moldeado. En este método, los surcos formados en el elemento de moldeado permiten a la resina ser fácilmente difundidos, con el *FRP* utilizado como un miembro superficial o un elemento trasero, y puede producirse el moldeado de plástico reforzado con fibra en el cual el *FRP* y el elemento de moldeado simplemente se integran.

65 Se describe posteriormente un modo de realización del moldeado de plástico reforzado con fibra de la invención presente como 2º modo de realización y el método de producción del mismo en referencia a las figuras 8 y 9.

ES 2 339 909 T3

En la figura 8, se colocan sobre un molde 41, bloques de moldeo 42 y 43 con la misma estructura. El bloque de moldeo 42 (43) está formado por un elemento de moldeo 44 (45) y un material fibroso 46 (47) que lo rodea. El material fibroso 46 (47) es un laminado de dos capas que comprende un tejido 48 (49) colocado dentro y un tejido 50 (51) colocado fuera. Al menos uno cualquiera de los tejidos 48 y 50 es el tejido de fibra de carbono de la invención presente. Además, al menos uno cualquiera de los tejidos 49 y 50 es el tejido de fibra de carbono de la invención presente.

Los bloques de moldeo 42 y 43 son cubiertos de una película de bolsa 52, y en la periferia de la película de bolsa 52, la película de bolsa 52 está conectada con el molde 41 por un sellador 53, para mantener el interior de la película de bolsa 52 sellado del exterior y crear la impermeabilidad.

Se muestra un ejemplo del elemento de moldeo 44 (45) en la figura 9. En la figura 9, el elemento de moldeo 44 tiene surcos 60 en la cara superior 54, la cara inferior 55, la cara frontal 56, la cara trasera 57, la cara lateral del lado derecho 58 y la cara lateral del lado izquierdo 59. Estos surcos 60 actúan como los conductos de la resina cuando se produce el moldeo.

Se abre un tubo de suministro de resina 61 conectado a un tanque de suministro de resina (no ilustrado) a la superficie del elemento de moldeo 44 por el sellador 53 y el material fibroso 46. Se abre un tubo de succión 62 conectado a una bomba de vacío (no ilustrada) a la superficie del elemento de moldeo 45 por el sellador 53 y el material fibroso 47.

Si actúa la bomba de vacío, para reducir la presión en el espacio sellado por la película de bolsa 52 a través del tubo de succión 62, la resina de matriz fluye por el espacio por el tubo de suministro de resina 61 del tanque de suministro de resina. La resina inyectada fluye en los surcos pequeños con una baja resistencia de flujo formados en los elementos de moldeo 44 y 45, para difundirse completamente en los elementos de moldeo 44 y 45. Entonces, ocurre la impregnación de la resina en los materiales fibrosos 46 y 47.

Después de que la impregnación de la resina en los materiales fibrosos 46 y 47 ha sido completada, se para el suministro de la resina, y permite al molde 41 estar a la temperatura ambiente. La resina de matriz contenida en los materiales fibrosos 46 y 47 y la resina que llena los surcos 60 es endurecida, para integrar los materiales fibrosos 46 y 47 y los elementos de moldeo 44 y 45, para producir un moldeo de plástico reforzado con fibra de carbono.

En este modo de realización, cada uno de los materiales fibrosos está formado por dos capas de tejido de carbono, pero el número de capas de tejido laminado puede ser seleccionado como se requiera. Cada uno de los materiales fibrosos puede también contener cualquier otro tejido distinto del tejido de fibra de carbono.

En este modo de realización, el número de bloques de moldeo es de dos, pero puede ser seleccionado como se requiera.

El moldeo de plástico reforzado con fibra de carbono de la invención presente como 2º modo de realización tiene el plástico reforzado de fibra y los elementos de moldeo fuertemente integrados, no sólo por que el plástico reforzado con fibra y los elementos de moldeo son unidos en los interfaces entre la fibra al plástico reforzado y los elementos de moldeo, sino también por que los surcos de los elementos de moldeo están integrados con la resina de matriz.

La forma seccional de los surcos de los elementos de moldeo puede ser rectangular, trapezoidal o semicircular, etc., y la forma seccional y las dimensiones pueden ser decididas correctamente, dependiendo de la fluidez de la resina y el grado de unión entre el plástico reforzado con fibra y los elementos de moldeo. Es sobre todo preferible que la forma seccional de los surcos se parezca a una cuña más amplia en la parte inferior de cada surco que en la parte superior del surco, debido a que el plástico reforzado con fibra y los elementos de moldeo pueden ser unidos fuertemente.

Los elementos de moldeo pueden ser formados por cualquiera de varios materiales como resinas, metales y madera. Es preferible que los elementos de moldeo estén formados por una espuma orgánica o inorgánica, ya que el moldeo obtenido puede ser ligero en peso. La espuma orgánica o inorgánica puede ser una espuma de poliuretano, poliestireno, polietileno, polipropileno, cloruro de polivinilo, silicona, isocianurato, fenol o resina acrílica, hormigón ligero regular, espuma de silicato de calcio o espuma de carbonato de calcio, etc.

Es preferible que la fuerza compresiva de los elementos de moldeo sea mayor de aproximadamente 1,0 kgf/cm². Si la fuerza compresiva es menor de aproximadamente 1,0 kgf/cm², los elementos de moldeo de bolsa pueden ser aplastados en el caso de moldeo de bolsa al vacío.

El método de moldeo descrito anteriormente es un método de moldeo de bolsa al vacío, pero debido a que una resina es difundida sobre la superficie entera del material fibroso que utiliza un medio de difusión en cuanto la resina es inyectada, es diferente del método de moldeo de bolsa al vacío convencional. Según el método de moldeo de la invención presente, se puede producir fácilmente un gran moldeo FRP.

ES 2 339 909 T3

El tejido de fibra de carbono de la invención presente es grande en el peso por unidad de la superficie de fibras de carbono por capa y sin embargo es más voluminoso ya que los filamentos de carbono son entrelazados el uno con el otro, teniendo espacios entre los filamentos de carbono. Según el método para producir el moldeado de plástico reforzado con fibra de carbono de la invención presente, el flujo de resina en la dirección plana del material fibroso está asegurado, y el material fibroso en sí mismo tiene una estructura para permitir fácilmente el flujo de resina. Así, el problema con el trabajo de laminación del material fibroso es menor y la impregnación de la resina en el laminado fibroso material puede ser efectuada perfectamente. Además, el tiempo de inyección de resina puede ser acortado, notablemente para mejorar la eficacia de trabajo de moldeado.

No se requiere que el material fibroso sea formado únicamente por tejido de fibra de carbono de la invención presente, y se requiere al menos una capa en el material fibroso para que sea el tejido de fibra de carbono de la invención presente. Las otras capas en el material fibroso distintas de la hoja de tejido de fibra de carbono de la invención presente pueden ser de cualquier tejido de fibra de carbono ordinario o pueden ser de cualquier tejido ordinario, fieltro de vidrio cortado o fieltro de vidrio continuo, etc. formado por otras fibras de refuerzo como fibras de vidrio o fibras poliamida. Además, las otras capas en el material fibroso distintas de la capa de tejido de fibra de carbono de la invención presente pueden ser de una tela cosida multiaxialmente que comprende capas laminadas cada una de las cuales está formada por las fibras de refuerzo cada una de las cuales está dispuesta en paralelo donde las capas están dispuestas las fibras en direcciones diferentes como dirección 0° (dirección longitudinal del material fibroso), dirección 90° (dirección transversal del material fibroso) o dirección $\pm 45^\circ$ (dirección oblicua del material fibroso) y cosidas con hilos de costura como fibras de cristal, fibras de poliéster o fibras de poliamida, etc.

Sobre todo en el caso de un material fibroso que comprende el tejido de fibra de carbono unidireccional de la invención presente y la tela cosida multiaxialmente, el moldeado *FRP* producido utilizando esto puede tener tal estructura que el moldeado es reforzado en la dirección necesaria en su mayoría por el tejido unidireccional de fibra de carbono y reforzado en otras direcciones por la tela cosida multiaxialmente.

El material fibroso tiene un gran contenido de fibra por volumen, desde los hilos de fibra de carbono y otros hilos de fibra de refuerzo no entrelazados el uno con el otro y dispuestos directamente sin ser doblados. El moldeado *FRP* producido utilizando el material fibroso tiene propiedades mecánicas excelentes. Debido a que las fibras de carbono y otras fibras de refuerzo no están sujetadas con abrazaderas por el entrelazamiento entre hilos, el material fibroso puede ser impregnado suficientemente de una resina en bolsa de moldeo al vacío, y la proporción de impregnación es también alta.

Las resinas que pueden ser utilizadas en el moldeado de plástico reforzado con fibra de la invención presente incluyen en la temperatura ambiente resinas líquidas endurecibles a temperatura ambiente como resinas de epoxi, resinas de poliéster insaturadas, resinas de éster de vinilo y resinas de fenol. Es preferible que la viscosidad de la resina sea baja, es decir, en una gama de aproximadamente de entre 0,5 a aproximadamente 10 poises en vistas a la impregnación de resina y a la proporción de impregnación. Una gama más preferible es aproximadamente de entre 0,5 a aproximadamente 5 poises. Puede ser utilizada especialmente una resina de éster de vinilo preferentemente para tales motivos que es excelente en moldeabilidad ya que puede ser baja en la viscosidad y tan grande como aproximadamente de 3,5 a aproximadamente el 12% en elongación, y que el moldeado obtenido tiene una gran fuerza y resistencia de impacto excelente.

La cubierta provisional es una hoja pelada y sacada del *FRP* después de que la resina haya sido endurecida, y debe permitir el paso de la resina durante el trabajo de moldeado. Puede ser, por ejemplo, un tejido de fibra de poliamida, tejido de fibra de poliéster o tejido de fibra de cristal. Ya que el tejido de fibra de poliamida y el tejido de fibra de poliéster son baratos, pueden ser preferentemente utilizados. Sin embargo, para prevenir que el aceite y el apresto utilizado cuando se produce el tejido entren en la resina del *FRP*, es preferible limpiar el tejido antes del empleo, y además, para prevenir el encogimiento de la resina endurecible a temperatura ambiente endureciendo por calor, es preferible secar el tejido con calor antes del empleo.

El respiradero de borde debe ser capaz de permitir el paso de aire y resina. El respiradero de borde puede ser, por ejemplo, un tejido de fibra de poliamida, tejido de fibra de poliéster, tejido de fibra de vidrio o una fieltro de fibras de poliamida o fibras de poliéster.

La película de bolsa debe ser hermética. Puede ser, por ejemplo, una película de poliamida, película de poliéster o película de cloruro de polivinilo.

El método para medir el valor de gota de gancho se describe posteriormente en referencia a las Figuras 8, 9 y 10.

El valor de gota de gancho expresa el grado de entrelazamiento entre los filamentos respectivos de carbono que constituyen los hilos de fibra de carbono en el tejido de fibra de carbono de la invención presente. El valor de gota de gancho que expresa el grado de entrelazamiento en lo sucesivo es expresado como $FD_{(15)}$. El $FD_{(15)}$ se mide como sigue.

Se prueban tres piezas de 1.000 mm de ancho y 1.000 mm de largo del tejido de fibra de carbono de la invención presente, y los hilos de fibra de 1.000 mm de largo de carbono utilizados como hilos de urdimbre o hilos de trama se sacan de las capas respectivas, aflojándose sin deshilacharse y sin torcerse.

ES 2 339 909 T3

A partir de los hilos de fibra de carbono, se saca el apresto depositado sin alterar la disposición de fibra.

Un instrumento de medición 71 mostrado en la figura 10 consiste en una base 72, una columna graduada 73 fijada sobre la misma en vertical, una abrazadera superior 74 instalada en la parte superior, una abrazadera inferior 75 instalada debajo, un gancho 76, un peso 77 y un hilo de algodón 78 conectando el gancho 76 con el peso 77.

Se fija un hilo 79 probado como se ha descrito en su parte superior en el instrumento 71 por la abrazadera superior 74. Ya que la anchura del hilo fijo 79, es decir, el grosor del hilo 79 afecta $FD_{(15)}$, se fija el hilo 79 por la abrazadera superior 74 de modo que el grosor del hilo 79 pueda ser uniforme mientras la relación entre la anchura B (mm) del hilo fijo 79 y la finura D (deniers) del hilo satisface la ecuación siguiente.

$$B = 4 \times 10^{-4} \times D$$

Entonces, con una carga de 4 mg/denier (no ilustrada) aplicada al extremo inferior del hilo 79, se fija el extremo inferior según la abrazadera inferior 75 sin torcer el hilo 79. La distancia LA entre el extremo inferior de la abrazadera superior 74 y el extremo superior de la abrazadera inferior 75 (distancia de abrazadera) es de 950 mm.

El detalle del gancho 76, el peso 77 y el hilo de algodón 78 conectando el gancho 76 con el peso 77 se muestran en la figura 11. El gancho 76 está formado por un cable metálico con un diámetro de 1 mm, y tiene una inclinación de parte de gancho con un radio de curvatura de 5 mm en el eje central del cable en su parte superior y una parte de peso que cuelga conectado con el hilo de algodón 78 en su inferior. A la parte de peso que cuelga, se ata el peso 77 por el hilo de algodón 78. La distancia LB entre la parte superior del gancho 76 y la cara superior del peso 77, con el gancho 76, el hilo de algodón 78 y el peso 77 conectado directamente, es de 30 mm. Los pesos del gancho 76 y el hilo de algodón 78 son tan ligeros como sea posible, y el peso total obtenido añadiendo el peso del peso 77 a estos pesos es de 15 g.

Se engancha el gancho 76 a mano en el hilo 79 en el centro en la dirección transversal del hilo 79 fijo por la abrazadera superior 74 y la abrazadera inferior 75, con la parte superior del gancho 76 colocada a 50 mm debajo de la cara inferior de la abrazadera superior 74. La distancia entre la cara inferior de la abrazadera superior 74 y la posición inicial superior del gancho 76 cuando el gancho 76 es enganchado en el hilo 79 se indica por el símbolo LC en la figura 10.

Si el peso 77 enganchado en el hilo 79 es liberado de la mano, este comienza a caer. Con la caída del peso 77, el gancho 76 se mueve hacia abajo. Sin embargo, la caída del gancho 76 se para poco después, siendo afectada por los entrelazamientos de filamento que existen entre los respectivos filamentos del hilo 79. Así, se mide la distancia (cm) entre la posición inicial superior del gancho 76 y el extremo de la posición superior.

Esta medición se repite 10 veces para un hilo de la muestra sacado de un pedazo del tejido. Debido a que se utilizan tres piezas del tejido, se pueden obtener 30 valores medidos en total. El $FD_{(15)}$ es obtenido como el valor medio de estos valores medidos.

Puede ocurrir que el gancho metálico 76 caiga a la posición de la abrazadera inferior 75, y en este caso, la distancia de caída se considera que es de 900 mm. En la preparación para dicho caso, se debe asegurar que el hilo de algodón 78 y el peso 77 no golpea la abrazadera inferior 75, incluso si el gancho 76 golpea la abrazadera inferior 75. Esto puede ser alcanzado formando un espacio suficiente entre la cara inferior de la abrazadera inferior 75 y la cara superior de la base 72, como se muestra en la figura 12.

Los hilos 79 se prueban después de que se permite al tejido permanecer en un ambiente de 25°C y con una humedad relativa del 60% durante 24 horas. El $FD_{(15)}$ se mide en una atmósfera de 25°C y con una humedad relativa del 60%.

Si se deposita un agente de apresto sobre el hilo 79, el $FD_{(15)}$ es afectado por el mismo, según la cantidad y el estado de la deposición. Así, el apresto se saca perfectamente antes de la medida. El apresto puede ser sacado tratando el hilo con calor a 700°C en atmósfera de nitrógeno durante 1 hora. Incluso cuando el hilo 79 tiene la resina de prepreg o CFRP depositada o impregnada, el $FD_{(15)}$ se ve afectado por ello. Así, la resina se saca perfectamente antes de la medida. Por ejemplo, si la resina depositada es una resina de éster de vinilo, puede sacarse tratando el hilo con calor a 700°C en atmósfera de nitrógeno durante 5 horas.

Ejemplos

Tejido de fibra de carbono A

Se muestra un tejido unidireccional en la figura 1. Se preparó un tejido de fibra de carbono 1 (A) de ligamento tela con 2 estopas de fibra de carbono de 52.000 deniers respectivamente comprendiendo 70.000 filamentos de carbono 3 como hilos de urdimbre e hilos auxiliares de fibra de vidrio de 608 deniers 4 como hilos de trama (por lo tanto los hilos de fibra de carbono están dispuestos sólo en una dirección) con una densidad de hilo de urdimbre de 0,87 cabos/cm con una densidad de hilo de trama de 2 "picks"/cm, con un peso por unidad de superficie de fibra de carbono de 500 g/m² y con las intersecciones de hilo fijadas. Para fijar las intersecciones de hilo, cuando el tejido 1 fue producido,

ES 2 339 909 T3

los hilos de copoliámidas de 50 deniers que derriten a una baja temperatura en paralelo con los hilos auxiliares de los hilos de trama fueron fundidos por un calentador lejano infrarrojo conectado sobre la máquina tejedora, después de insertar la trama, para unir los hilos de fibra de carbono 2 con los hilos auxiliares 4. El tejido obtenido 1 (A) era voluminoso ya que los filamentos de carbono que constituyen los hilos de fibra de carbono 2 fueron entrelazados el uno con el otro, y el grosor del tejido era de 1,1 mm. El valor de $FD_{(15)}$ de los hilos de fibra de carbono 2 sacados del tejido 1 (A) era de 6,3 cm. Los espacios entre los hilos de fibra de carbono respectivamente adyacentes 2 eran de 1,2 mm.

Debido a que el tejido 1 (A) fue fijado en las intersecciones de hilo, el tejido no fue alterado aunque la densidad del tejido fuera gruesa, y la forma del tejido permaneció estable. La velocidad tejedora expresada por el peso de las fibras de carbono tejidas por hora alcanzó los 15 kilogramos/1 h. ya que las estopas de fibra de carbono eran gruesas. El tejido podría ser producido a un precio muy bajo.

Tejido de fibra de carbono B

Un tejido unidireccional para comparación. Se preparó un tejido de fibra de carbono B de ligamento tela con hilos de fibra de carbono de 50.400 deniers (cada uno comprendiendo siete haces de multifilamento de 7.200 deniers respectivamente comprendiendo 12.000 filamentos de carbono, de ahí la comprensión de 84.000 filamentos de carbono en total) como hilos de urdimbre con hilos auxiliares de fibra de vidrio de 608 deniers como hilos de trama (hilos de fibra de carbono de ahí en una sola dirección) con una densidad de hilo de urdimbre de 0,89 cabos/cm con una densidad de hilo de trama de 2 "picks"/cm con un peso por unidad de superficie de fibra de carbono de 500 g/m². En el tejido obtenido, se dispusieron los filamentos de carbono que constituyen los hilos de fibra de carbono considerablemente en paralelo y fueron poco entrelazados el uno con el otro. Así, los filamentos fueron densamente unidos, y el grosor del tejido era de 0,8 mm. El valor $FD_{(15)}$ de los hilos de fibra de carbono sacados del tejido era de 42,0 cm.

El tejido era toscamente denso y no estaba fijado en las intersecciones de hilo. Así, la textura tejida fue simplemente alterada, y la forma del tejido era inestable. La velocidad tejedora era de 15 kilogramos/1 h como en la producción del tejido de fibra de carbono A, ya que los hilos de fibra de carbono de los hilos de urdimbre eran gruesos.

Tejido de fibra de carbono C

Un tejido unidireccional para comparación. Se preparó un tejido de fibra de carbono C de ligamento tela con hilos de multifilamento de 3.600 deniers respectivamente comprendiendo 6.000 filamentos de carbono como hilos de urdimbre e hilos auxiliares de fibra de vidrio de 202,5 deniers como hilos de trama (hilos de fibra de carbono de ahí en una sola dirección) con una densidad de hilo de urdimbre de 6,3 "picks"/cm con una densidad de hilo trama de 2 cabos/cm, con un peso por unidad de superficie de fibra de carbono de 252 g/m² y con las intersecciones de hilo fijadas. La sujeción de intersecciones de hilo fue efectuada como se describe para el tejido A. El peso por unidad de superficie de fibra de carbono del tejido C era casi la mitad que el del tejido A. El valor $FD_{(15)}$ de los hilos de fibra de carbono sacados del tejido era de 15,7 cm.

La velocidad tejedora era tan baja como 7,5 kilogramos/1 h., siendo casi la mitad de la del tejido A.

Las características de los tejidos de fibra de carbono A, B y C se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1

Tejido de fibra de carbono	Tejido A	Tejido B	Tejido C
	Tejido de la invención presente	Tejido comparativo	Tejido comparativo
Velocidad tejedora (kg/1 hra)	15	15	7.5
Si los hilos de las intersecciones estaban fijados o no	Sí	No	Sí

ES 2 339 909 T3

Los dichos tejidos de fibra de carbono A, la B y C fueron utilizadas para producir un moldeado de plástico reforzado con fibra de carbono según el método de realización manual (método de moldeo I) en el Ejemplo 1 y el Ejemplo Comparativo 1., y según el método de moldeo de bolsa al vacío (método de moldeo II) utilizando el medio de difusión 27 (ver las figuras 6 y 7) de la invención presente, en los Ejemplos 2 y 3 y los Ejemplos Comparativos 2 a 4.

Ejemplo 1

Fueron utilizadas dos capas del tejido de carbono A cortadas a 50 cm en la dirección de urdimbre y 30 cm en la dirección de trama. La primera capa del tejido A fue cubierta de una resina de éster de vinilo endurecible a temperatura ambiente con una viscosidad de 3 poises uniformemente y desgasificada por un rodillo estriado de desgasificación, para preparar una 1a capa de tejido, y la segunda capa de tejido A fue laminada sobre la 1a capa de tejido como la 2ª capa de tejido con los hilos de fibra de carbono de urdimbre mantenidos en la misma dirección que los de la 1a capa de tejido, y cubierta e impregnada con la misma resina que se utilizó para la 1ª capa. Se permitió al laminado permanecer a 20°C, para endurecer la resina, para preparar un moldeado A.

Ejemplo Comparativo 1

Se preparó un moldeado B como se describe anteriormente para preparar el moldeado A, pero utilizando el tejido de fibra de carbono B.

En el Ejemplo 1 se muestran las propiedades respectivas del moldeado obtenido A y el moldeado B obtenido en el Ejemplo Comparativo 1 en la Tabla 2. Cada característica de resistencia de un moldeado es expresada como una proporción de transferencia para mostrar la característica del moldeado expuesto comparada con la de las fibras de carbono utilizadas, ya que los tejidos A y B tenían diferentes propiedades de fibras de carbono para hacer los tejidos respectivos.

TABLA 2

Método de Moldeoado I	Ejemplo 1	Ejemplo Comparativo 1
	Moldeoado A	Moldeoado B
Tejido de fibra de carbono	Tejido A	Tejido B
Grosor de la Tabla del Moldeoado (mm)	2,2	1,8
Impregnación de resina	Casi perfecto	Parcialmente inimpregnado
Proporción de Transferencia de la fuerza tensil (%)	92	72
Proporción de Transferencia del módulo tensil (%)	100	90

El moldeado A producido utilizando el tejido de fibra de carbono A de la invención presente fue suficientemente impregnado de resina, ya que el tejido era voluminoso, aunque algo grueso, con las fibras de carbono entrelazadas la una con la otra en los hilos de fibra de carbono, aunque los hilos de fibra de carbono fueran gruesos. Por lo tanto, la proporción de transferencia de límite de transferencia de la fuerza tensil era del 92% y la proporción de transferencia de módulo tensil de elasticidad era del 100%, lo suficiente para manifestar las propiedades tensiles de las fibras de carbono utilizadas para obtener el tejido.

ES 2 339 909 T3

Por el contrario, el moldeado B obtenido utilizando el tejido de fibra de carbono B no fue suficientemente impregnado de resina en la plancha de moldeado, dejando especialmente las partes centrales de los hilos de fibra de carbono impregnados, ya que las fibras de carbono no se entrelazaron la una con la otra en los hilos de fibra de carbono, de ahí densamente agrupados. Por lo tanto, la proporción de transferencia de fuerza tensil era del 72% y la proporción de transferencia de módulo de elasticidad era del 90%, sin manifestar las propiedades tensiles de las fibras de carbono suficientemente.

Ejemplo 2

Se prepararon dos capas del tejido de fibra de carbono A de 100 cm de anchura en la dirección de trama y 5 m en la longitud de la dirección de urdimbre y tres capas de una estera de fieltro de vidrio con una anchura de 100 cm y una longitud de 5 m formadas por fibras de vidrio con un peso por unidad de superficie de fibra de vidrio de 450 g/m².

Sobre el molde 21 (ver la figura 6) cubierto de un agente de liberación, al principio 1ª hoja del tejido de fibra de carbono A fue laminada, y tres capas del fieltro de vidrio fueron laminadas una después de la otra, entonces sobre el mismo con los bordes del tejido A mantenidos alienados con los bordes del fieltro. Además, sobre ellas, la 2ª hoja del tejido de fibra de carbono A fue laminada, para formar un material fibroso 23 comprendiendo 5 capas en total del tejido y fieltro de vidrio.

Sobre el material fibroso 23, se colocó una tela de filamento de poliamida tejida como la cubierta provisional 26. Sobre ella, se colocaron dos capas de polietileno de malla respectivamente con un grosor de 1,0 mm, con un tamaño de malla de 2,6 mm x 2,6 mm y con una proporción de apertura de malla (proporción de la superficie de las mallas, con la superficie entera como 100) del 62% fueron colocadas como medio de difusión 27 para cubrir la superficie superior del material fibroso 23.

Alrededor de los lados laterales del material fibroso 23, se colocó un tejido de fibra de vidrio casi tan grueso como el material fibroso 23 como el respiradero de borde 24. Sobre la cara inferior del respiradero de borde 24, se instaló una apertura de succión 25 conectada a una bomba de vacío.

Todo el conjunto anterior fue cubierto de una película de poliamida utilizada como la película de bolsa 28, y los espacios en las periferias respectivas de la película de bolsa 28, el molde 21 y la apertura de succión 25 fue sellado por un sellador 32, para mantener el interior bajo presión reducida.

En el centro de la película de bolsa 28, se colocó un tubo de suministro de resina 29, y el espacio de alrededor de la parte instalada fue sellado por un sellador 31.

Entonces, por una bomba de vacío, el interior cubierto de la película de bolsa 28 fue mantenido a una presión reducida de 755 Torr, y se abrió la válvula 30 colocada sobre el tubo de suministro de resina 29, para inyectar una resina de éster de vinilo endurecible a una temperatura ambiente con una viscosidad de 3 poises en el material fibroso 23. La resina fue suficientemente endurecida, y se sacó la cubierta provisional 26. Al mismo tiempo, el medio de difusión 27 y la película de bolsa 28 también fueron sacados, y se extrajo un moldeado de plástico reforzado con fibra del molde 21, como el moldeado C.

Ejemplo Comparativo 2

El Moldeado D fue producido como se ha descrito para producir el moldeado C, pero utilizando el tejido de carbono B en vez del tejido de carbono A.

Ejemplo Comparativo 3

Se produjo un moldeado E como se ha descrito para producir el moldeado C, pero utilizando dos capas del tejido de fibra de carbono C en vez de una hoja del tejido de fibra de carbono A.

Se muestran las propiedades de los tres moldeados A, B y C en la Tabla 3. El tiempo de laminación en la Tabla 3 es el tiempo que se tarda para cortar las capas de dimensiones predeterminadas de un rollo de tejido y un rollo de fieltro y laminarlas sobre un molde como un material predeterminado fibroso. Debido a que el trabajo de laminación fue realizado por dos trabajadores, el tiempo es el tiempo total de dos personas.

TABLA 3

Método de Moldeado II	Ejemplo 2	Ejemplo Comparativo 2	Ejemplo Comparativo 3
	Moldeado C	Moldeado D	Moldeado E
Tejido de Fibra de Carbono	Tejido A	Tejido B	Tejido C
Composición del material fibroso			
Tejido (capas)	2	2	4
Fieltro (capas)	3	3	3
Tiempo de Laminación (min)	40	47	60
Tiempo de Inyección de Resina (min)	23	50	21

Cuando se produjo el moldeado C utilizando el tejido de carbono A de la invención presente, los hilos no se deshilachaban al cortarlos, ya que el tejido A había sido fijado en las intersecciones de hilo. Además, ya que el tejido A era grande en el peso por unidad de la superficie de fibras, el tejido en total era duro en cierta medida. Así, incluso si la longitud era de 5 m, el tejido no se dobló con el trabajo de laminación, y tampoco ocurrió que la parte central del tejido contactara con el molde o la hoja antes laminada, y la laminación podría haber sido completada considerablemente sin cualquier alteración en las fibras dispuestas. El tiempo utilizado para cortar 5 capas del tejido y el fieltro y laminarlos era de 40 minutos en total para dos personas.

Debido a que se colocó el medio de difusión para la resina, la resina podría ser difundida inmediatamente sobre el área de la superficie entera de 1 m x 5 m, y podría impregnar el material fibroso en la dirección normal. El tiempo utilizado para la inyección de resina era de 23 minutos. Después del endurecimiento de la resina, la tabla de moldeado fue cortada, para observar la sección, lo que confirmó que la impregnación de resina era perfecta.

Cuando se produjo el moldeado D utilizando el tejido de fibra de carbono B, los hilos se deshilachaban al cortarlos ya que las intersecciones de hilo del tejido B no estaban fijadas. Además, ya que el tejido era grande en peso por unidad de la superficie de fibras y suave, el tejido tan largo como 5 m se dobló debido a su propio peso cuando iba a ser laminado, y se tardó mucho en laminar las capas respectivas sin permitir que la parte central del tejido se pusiera en contacto con el molde o la hoja anteriormente laminada para no alterar las fibras dispuestas. El tiempo que se tardó para cortar cinco capas del tejido y el fieltro y laminarlos fue de 47 minutos en total para dos personas.

Debido a que el tejido B tenía los hilos formados como fibras densamente unidas, la hoja que cubría el tejido era pobre en impregnación de resina y en penetrabilidad, y antes de que la impregnación de resina fuera suficientemente alcanzada, la resina endurecible a temperatura ambiente fue endurecida en aproximadamente 50 minutos. Por consiguiente, la hoja subyacente del tejido B en contacto con el molde tenía partes sin acceso a la resina, es decir, partes impregnadas en partes lejos del puerto de inyección del tubo de suministro de resina. Así, no podría ser obtenida ninguna tabla de moldeado satisfactoria.

Cuando se produjo el moldeado E utilizando el tejido de fibra de carbono C, resultó que la parte central del tejido no se puso en contacto con el molde o la hoja anteriormente laminada ya que las intersecciones de hilo fueron fijadas, pero el tiempo utilizado para cortar y laminar las capas del material fibroso fue 60 minutos en total para dos personas, es decir, 1,5 veces que el utilizado para el tejido A, ya que el número de capas laminadas era tan grande como 7.

Debido a que el tejido C era pequeño en peso por unidad de la superficie de fibras de carbono por hoja, estaba bien en la impregnación de resina, y el tiempo utilizado para la inyección de resina fue de 21 minutos, siendo casi el mismo como en el caso del moldeado C.

ES 2 339 909 T3

Ejemplo 3

Se prepararon dos capas del tejido de fibra de carbono A de 100 cm en la anchura en la dirección de trama y 100 cm en la longitud en la dirección de urdimbre y tres capas de fieltro de fibras de vidrio con una anchura de 100 cm y una longitud de 100 cm con un peso por unidad de superficie de 450 g/m².

Sobre el molde 21 (ver la figura 6) cubierto de un agente desmoldeador, fue laminada la primera hoja del tejido de fibra de carbono A, y sobre el mismo, fueron laminadas tres capas de fieltro de vidrio cortada una a una con los bordes del tejido A alienados con los bordes del fieltro. Además, sobre ellas, fue laminada la segunda hoja del tejido de fibra de carbono A, para formar un material fibroso 23 comprendiendo cinco capas en total de tejido y de fieltro.

Sobre el material fibroso 23, fue colocado un tejido de filamento de poliamida como la cobertura provisional 26. Sobre ello, fueron colocadas dos capas malladas de polietileno respectivamente con un grosor de 1,0 mm, con un tamaño de malla de 2,6 mm x 2,6 mm con una proporción de apertura de malla (la proporción del área de mallas, con el área total como 100) del 62% como un medio de difusión 27 para cubrir la superficie superior del material fibroso 23.

Alrededor de los lados laterales del material fibroso 23, se colocó un tejido de fibra de vidrio casi tan grueso como el material fibroso 23 como respiradero de borde 24. Sobre la parte inferior de la cara del respiradero de borde 24, se colocó una apertura de succión 25 conectada a una bomba de vacío.

Todo el conjunto anterior fue cubierto de una película de poliamida utilizada como la película de bolsa 28, y los espacios en las periferias de la película de bolsa 28, el molde 21 y la apertura de succión 25 fueron sellados por un sellador 32 para mantener el interior a presión reducida.

En la parte central de la película de bolsa 28, se colocó un tubo de suministro de resina 29, y el espacio alrededor de la parte colocada fue sellado por un sellador 31.

Entonces, por una bomba de vacío, se mantuvo el interior cubierto de la película de bolsa 28 a una presión reducida de 755 Torr, y se abrió la válvula 30 instalada sobre el tubo de suministro de resina 29, para inyectar una resina de éster de vinilo endurecible a temperatura ambiente con una viscosidad de 3 poises en el material fibroso 23. La resina fue difundida inmediatamente sobre la superficie entera del material fibroso 23 por el medio de difusión 27. Entonces, la resina fluyó por el espacio entre los filamentos respectivos de los hilos de fibra de carbono y por el espacio entre los hilos de fibra respectivos de carbono en la hoja superior del tejido de fibra de carbono A en las capas del fieltro de vidrio en la dirección normal del material fibroso 23. El tiempo utilizado para la impregnación de resina en el material fibroso 23 fue de 16 minutos. Después de que la resina fue endurecida, el moldeado se sacó del molde 21 y se cortó para observar la sección. Se confirmó que la resina había sido perfectamente impregnada.

Ejemplo Comparativo 4

Se preparó un tejido de fibra de carbono D de tejido ligamento tela con hilos de fibra de de carbono de 7.200 deniers respectivamente comprendiendo 12.000 filamentos de carbono como hilos de urdimbre e hilos auxiliares de fibra de vidrio de 608 deniers como hilos de trama (hilos de fibra de carbono de ahí en una sola dirección) con una densidad de hilo de urdimbre de 6,20 cabos/cm con una densidad de hilo de trama de 2 "picks"/cm con un peso por unidad de superficie de fibra de carbono de 496 g/m². Los espacios entre los hilos de fibra de carbono respectivos adyacentes en el tejido obtenido era considerablemente de 0 mm.

Se produjo un moldeado de plástico reforzado con fibra de carbono como se ha descrito en el Ejemplo 3, pero utilizando el tejido de fibra de carbono D en vez del tejido de fibra de carbono A. La resina fue inmediatamente difundida sobre la superficie entera del material fibroso 23, gracias a la acción del medio de difusión 27. Sin embargo, debido a que el tejido B colocado encima del material fibroso 23 tenía un gran peso por unidad de superficie de fibra de carbono y con pocos espacios entre los hilos de fibra de carbono, la infiltración de resina hacia las capas del fieltro de vidrio colocado debajo no era lisa. Así, la resina no fluyó lo suficiente a la hoja del tejido B colocado en la parte inferior, y 50 minutos después del principio de inyección de resina, la resina comenzó a ser gelificada. El trabajo de moldeado falló.

REIVINDICACIONES

1. Tejido de fibra de carbono (1) que comprende:

5 Hilos de fibra de carbono (2) como hilos de urdimbre e hilos auxiliares (4) como hilos de trama, hilos de fibra de carbono (2) e hilos auxiliares (4) formando una estructura tejida por dicho tejido (1); **caracterizado** por que los hilos de fibra de carbono (2) están dispuestos en una sola dirección y cada uno de los hilos de fibra de carbono (2) está formado por aproximadamente de 40.000 a 400.000 filamentos de carbono (3), presenta entrelazamientos de filamento entre los filamentos (3), un valor de disminución de gota de gancho en la franja de aproximadamente 2 a cerca de aproximadamente 30 cm y una finura en la franja de aproximadamente 25.000 a cerca de 350.000 deniers; cada uno de los espacios (C) entre los hilos de fibra de carbono (2) adyacentes se sitúa en la franja de aproximadamente 0,2 a cerca de 2 mm; y los dichos hilos de urdimbre (2) y los dichos hilos de trama (4) están unidos en sus intersecciones por un polímero que presenta un bajo punto de fusión.

15 2. Tejido de fibra de carbono (6) que comprende:

20 Primeros hilos auxiliares (9) como hilos de urdimbre y segundos hilos auxiliares (10) como hilos de trama; los dichos primeros y segundos hilos auxiliares forman una estructura tejida de dicho tejido (6); **caracterizado** por que en la estructura tejida formada por los hilos auxiliares (9, 10), los hilos de fibra de carbono (7) respectivos están dispuestos en la dirección de los hilos de urdimbre, cada uno de los hilos de fibra de carbono (7) está formado por aproximadamente de 40.000 a 400.000 filamentos de carbono (3), presenta entrelazamientos de filamento entre los filamentos (3), un valor de disminución de gota de gancho en la franja de aproximadamente 2 a aproximadamente 30 cm y una finura en la franja de aproximadamente 25.000 a cerca de 350.000 deniers; cada uno de los espacios (C) entre los hilos de fibra de carbono (2) adyacentes se sitúa en la franja de aproximadamente 0,2 a cerca de 2 mm; y los dichos hilos de fibra de carbono (7) y dichos hilos de trama (4) están unidos en sus intersecciones por un polímero que presenta un bajo punto de fusión.

30 3. Tejido unidireccional de fibra carbono según la reivindicación 1 o 2, que presenta una densidad aparente de aproximadamente 0,65 g/cm³ o menor.

35 4. Tejido unidireccional de fibra carbono según la reivindicación 1 ó 2, cada uno de los hilos de fibra de carbono (2, 7) está formado por aproximadamente de 40.000 a cerca de 100.000 filamentos y presenta una finura en la franja de aproximadamente 30.000 a cerca de 70.000 deniers y el tejido presenta un peso por unidad de superficie en la franja de aproximadamente 400 a aproximadamente 700 g/m².

5. Pieza moldeada de plástico reforzada con fibras, producida por integración de un material fibroso y de una resina de matriz, el material fibroso comprende el tejido de fibra de carbono tal y como se define según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.

40 6. Pieza moldeada de plástico reforzada con fibras según la reivindicación 5, que comprende además un elemento de moldeo adicional, el elemento de moldeo adicional presenta surcos sobre un lado girado hacia el plástico reforzado con fibras, y las ranuras están rellenas de resina.

45 7. Procedimiento de producción de una pieza moldeada de plástico reforzada con fibras, que comprende las etapas que consisten en:

50 Proporcionar un dispositivo de moldeo por bolsa de vacío que comprende (a) un molde (21), (b) un material fibroso (23) colocado sobre el molde (21), (c) una película de bolsa (28) instalada sobre el molde (21) para contener el material fibroso (23) dentro de la película de bolsa (28) y para impermeabilizar el interior con relación al exterior, (d) un tubo suministro de resina (29) destinado a llevar una resina a moldear dentro de la película de bolsillo (28), (e) una válvula de control de suministro de resina (30) instalada en el tubo de suministro de resina (29), y (f) una abertura de succión de aire (25) destinada a mantener el espacio en la película de bolsa (28) a una presión reducida; evacuar el aire en el espacio en la película de bolsa (28) a través de la abertura de succión de aire (25) hasta que el espacio alcance una presión reducida predeterminada; abrir la válvula de control de suministro de resina (30) para llevar la resina a través del tubo de suministro de resina (29) dentro del material (23) fibroso; y cerrar la compuerta de regulación de traída de resina (30) una vez el suministro de resina finaliza y permitir a la resina endurecerse, en donde:

60 El material fibroso está parcialmente o totalmente formado por el tejido de fibra de carbono tal y como se define según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4; la resina puede endurecerse a temperatura ambiente; y un medio de difusión para difundir un flujo de resina que ha sido puesto en contacto con material fibroso (23).

65 8. Procedimiento de producción de una pieza moldeada de plástico reforzada con fibras según la reivindicación 7, dicho medio de difusión ha sido formado con un elemento de moldeo (44, 45) que presenta surcos (60) producidos en una superficie del elemento de moldeo (44, 45) para difundir el flujo de resina.

9. Procedimiento de producción de una pieza moldeada de plástico reforzada con fibras según la reivindicación 8, dicho elemento de moldeo (44, 45) está formado con un material expandido.

Fig. 1

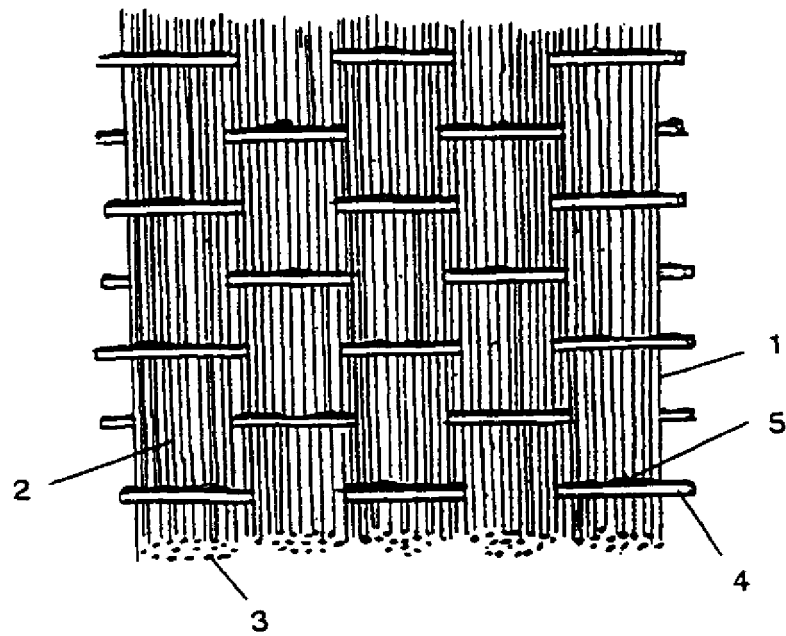


Fig. 2

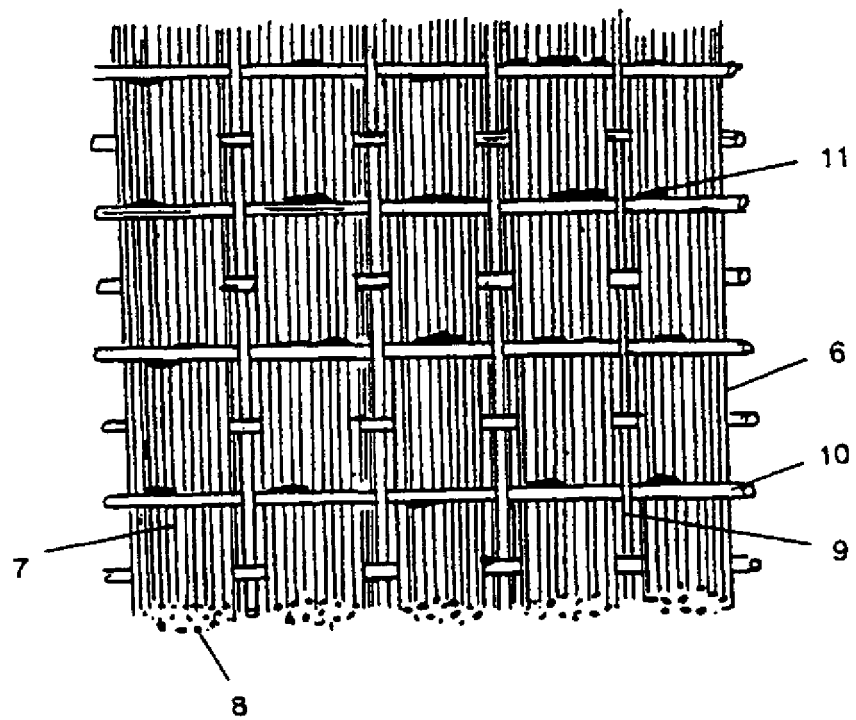


Fig. 3

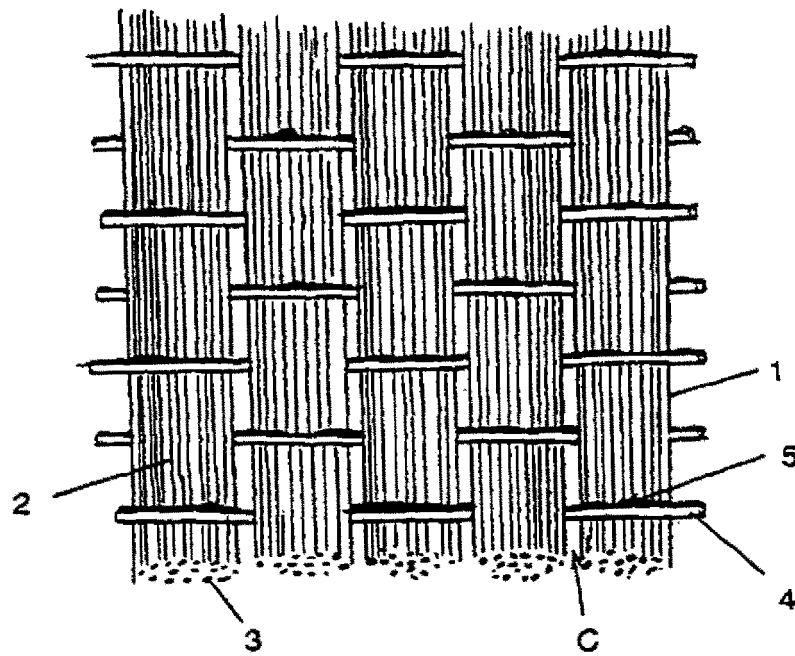


Fig. 4

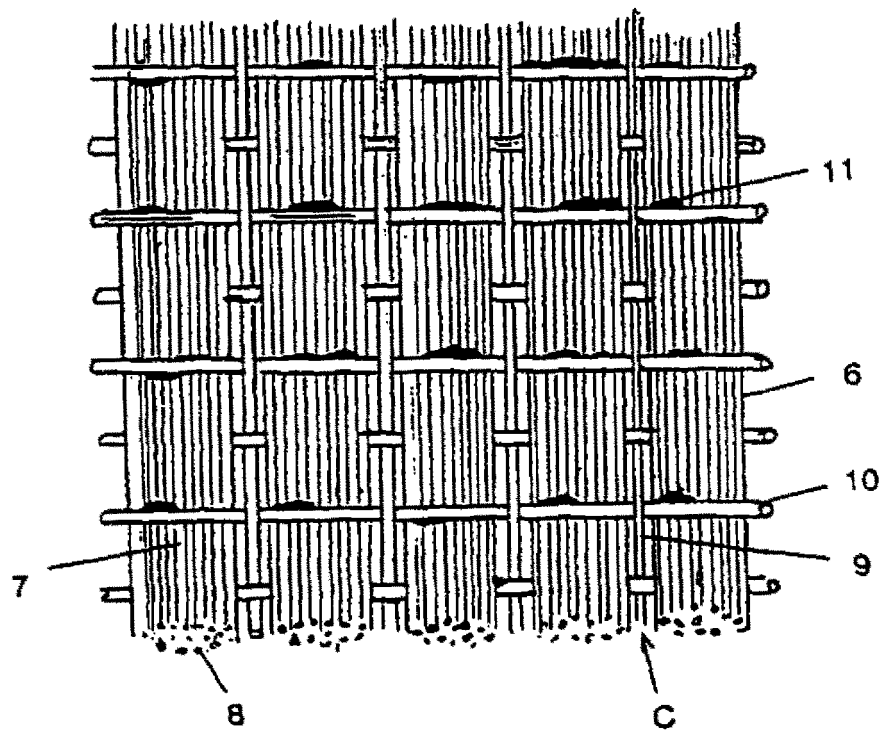


Fig. 5

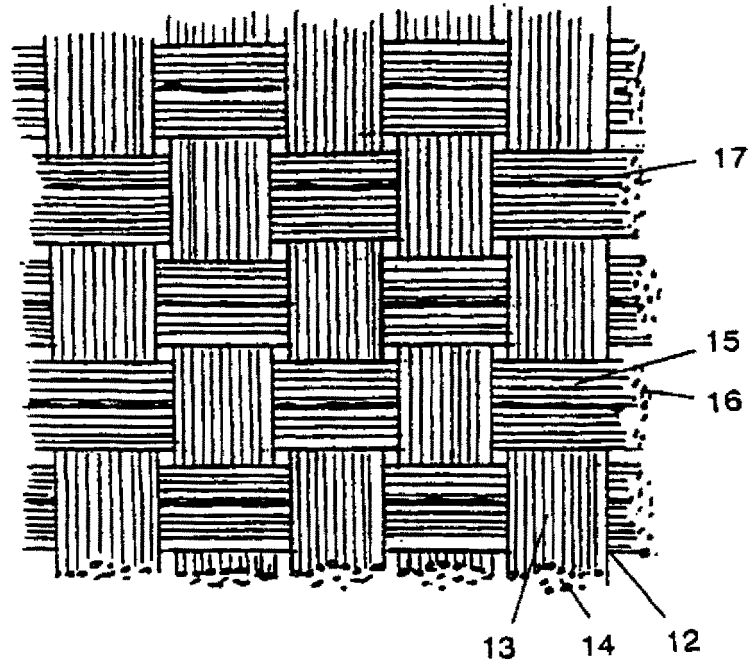


Fig. 6

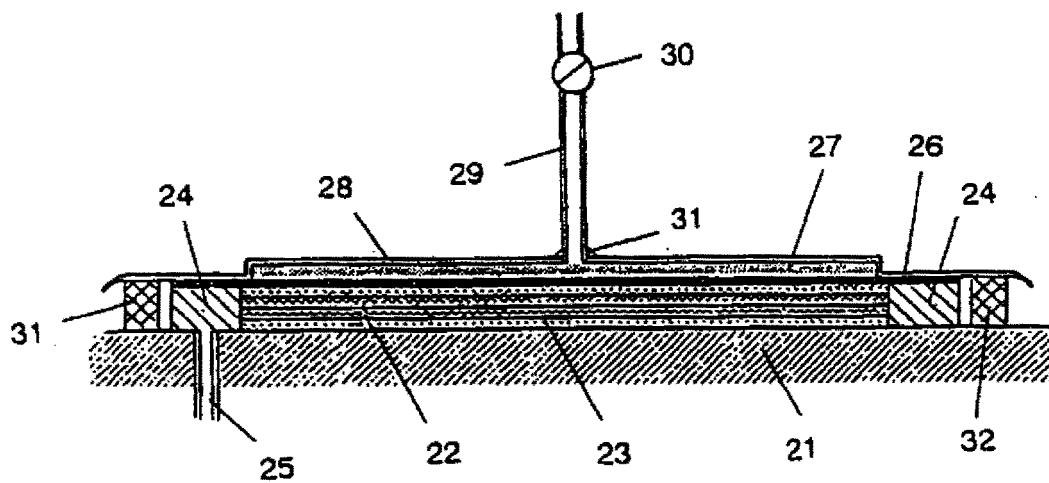


Fig. 7

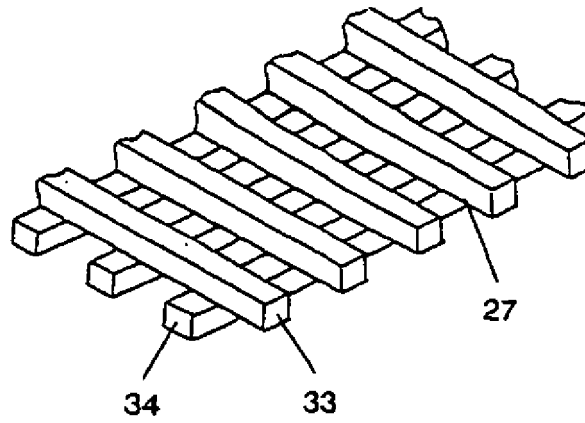


Fig. 8

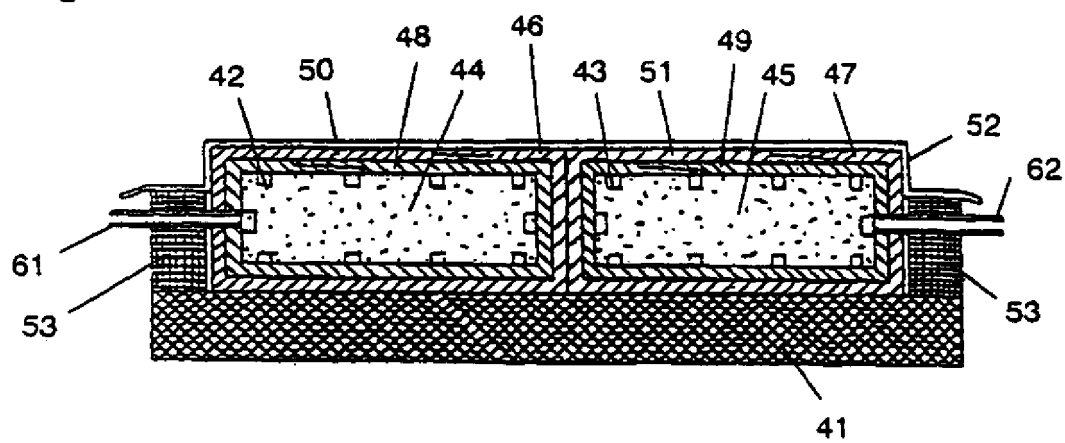


Fig. 9

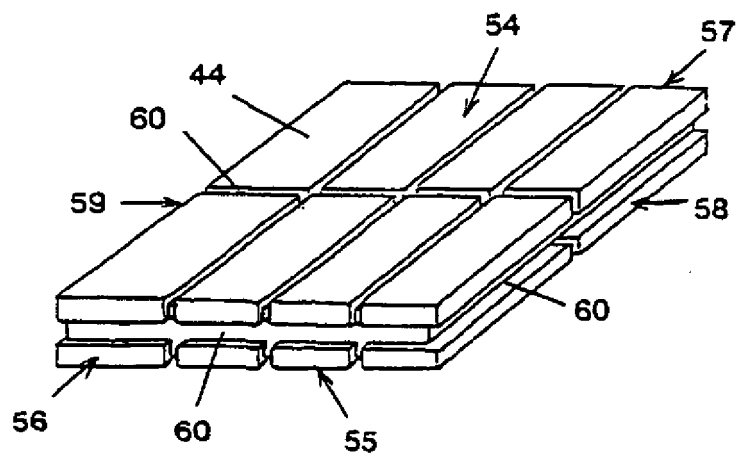


Fig. 10

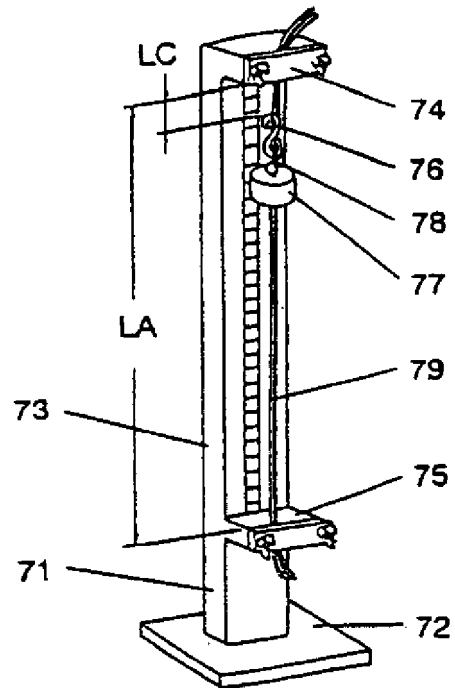


Fig. 11

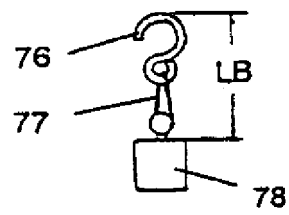


Fig. 12

