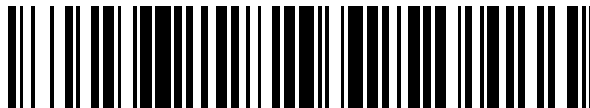


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 974**

51 Int. Cl.:

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| <b>B29B 11/16</b>  | (2006.01) |
| <b>B29C 43/34</b>  | (2006.01) |
| <b>B29C 70/06</b>  | (2006.01) |
| <b>B32B 5/28</b>   | (2006.01) |
| <b>B29K 101/10</b> | (2006.01) |
| <b>B29K 105/10</b> | (2006.01) |
| <b>B29L 9/00</b>   | (2006.01) |
| <b>B29B 15/08</b>  | (2006.01) |

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.01.2008 PCT/JP2008/051342**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **21.08.2008 WO08099670**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2008 E 08704124 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 2127840**

54 Título: **Material de base preimpregnado, material de base laminado, procedimiento para producir material de base preimpregnado y proceso para producir plástico reforzado con fibra**

30 Prioridad:

**02.02.2007 JP 2007023868**  
**02.02.2007 JP 2007023870**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.02.2020**

73 Titular/es:

**TORAY INDUSTRIES, INC. (100.0%)**  
**1-1, Nihonbashi-Muromachi 2-chome Chuo-ku**  
**Tokyo, 103-8666, JP**

72 Inventor/es:

**TAKETA, ICHIRO;**  
**SATO, NARUMICHI y**  
**WADAHARA, EISUKE**

74 Agente/Representante:

**DÍAZ NUÑEZ, Joaquín**

**ES 2 744 974 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

Material de base preimpregnado, material de base laminado, procedimiento para producir material de base preimpregnado y proceso para producir plástico reforzado con fibra

Campo técnico

5 [0001] La invención presente está relacionada con un material de base preimpregnado que comprende muchas fibras de refuerzo y una resina de matriz. La invención también está relacionada con un material de base preimpregnado en forma de un laminado de varias láminas de fibra de refuerzo al menos algunas de las cuales comprenden el material de base preimpregnado de la invención. La invención además está relacionada con un plástico reforzado con fibra producida moldeando el material de base laminado de la invención. Además, la invención también está relacionada con un proceso de producción para el material de base preimpregnado de la invención y un proceso de producción para el plástico reforzado con fibra de la invención.

10 [0002] Cuando el material de base preimpregnado de la invención se moldea en un plástico reforzado con fibra, las fibras de refuerzo muestran una alta fluidez atribuible al flujo de una resina de matriz, causando una capacidad de formación muy flexible que sirve para producir moldeados en una forma deseada. Si un producto laminado de láminas de fibras de refuerzo al menos algunas de las cuales comprenden el material de base preimpregnado de la invención es usado para producir los molduras de plástico reforzado con fibra, los moldeados que resultan tendrán propiedades físicas dinámicas buenas y servirán para la fabricación de varios miembros estructurales. Tales moldeados serán pequeños en la no uniformidad de características mecánicas y por lo tanto tendrán una estabilidad dimensional alta. El plástico reforzado con fibras de la invención servirá con eficacia en fabricación, por ejemplo, de miembros del coche, instrumentos de deportes, etc.

15 [0003] Un plástico reforzado con fibras que comprende fibras de refuerzo y una resina de matriz generalmente tienen una fuerza específica alta, un módulo específico alto y buenas características mecánicas, así como características funcionales buenas como resistencia meteorológica alta y resistencia química. Por lo tanto se han concentrado en el aumento de la atención en varios campos industriales y las demandas de aumentan en años recientes.

20 [0004] Como un método de moldeo para un plástico reforzado con fibra que tiene características funcionales buenas, hay un método de moldeo de autoclave en el cual preimpregnados, es decir, elementos básicos semicurados (láminas preimpregnadas) comprenden fibras de refuerzo continuas impregnadas de una resina de matriz, están laminadas, seguido por calor y presionando a una alta temperatura, recipiente de alta presión para curar de la resina de matriz para proveer un plástico moldeado reforzado con fibra. El método de moldeo de autoclave se usa comúnmente.

25 [0005] Como otro método de moldeo para un plástico reforzado con fibra, hay un RTM (moldeo de transferencia de resina) método en el cual, a fin de mejorar la eficacia de producción, un elemento básico (preforma) que comprende fibras de refuerzo continuas y formación de una forma a una forma de un miembro producido se impregna de una resina de matriz y luego se cura.

30 [0006] Los plásticos reforzados con fibra producidos por estos métodos de moldeo tienen propiedades mecánicas buenas porque las fibras de refuerzo están en una forma continua. Además, porque las fibras continuas se disponen con regularidad, los plásticos reforzados con fibra se pueden diseñar para haber requerido propiedades mecánicas laminando materiales de base en medidas apropiadas. Además, los plásticos reforzados con fibra que resultan tienen la pequeña variación en propiedades mecánicas. Por otra parte, el uso de fibras continuas hace difícil de producir un producto en una forma complicada como tridimensional, y por lo tanto, estos métodos de moldeo se han usado casi exclusivamente para producir productos en una forma casi plana.

35 [0007] Un método de moldeo llamado SMC (compuesto de moldeo de la lámina) el método de moldeo es útil para producir moldeados en una forma complicada tridimensional u otra. En el SMC el método de moldeo, hilos cortados de las fibras de refuerzo, comúnmente teniendo una longitud de aproximadamente 25 mm, se impregnan de una resina de matriz termoestable para proporcionar láminas SMC en un estado semicurado, que se moldeará calentándose y presionando a una máquina de prensado en caliente. En muchos casos, las láminas de SMC se cortan antes de presionar a una medida más pequeña que una forma de un moldeado y se ponen en un molde y la reducción las láminas de SMC que tienen los tamaños pequeños se extiende (es decir, se hacen fluir) en el método de moldeo.

Así, el flujo de la resina de matriz y muchos cortes de fibras de refuerzo sirven para conseguir la capacidad de la formación flexible en una forma tridimensional u otra.

[0008] Sin embargo, el Método SMC de moldeado inevitablemente da ocasión a distribución irregular y orientación irregular de hilos cortados durante el paso de producción de la lámina SMC, llevando a moldeados que tienen propiedades mecánicas pobres o una variación grande en ellos. Además, tal distribución irregular y orientación irregular de hilos cortados tienden a causar urdimbre, fregaderos superficiales, etc., en moldeados delgados en particular. Tales moldeados no servirán con eficacia para algunos usos estructurales.

[0009] Para eliminar tales defectos en los materiales ya mencionados, JP 63-247012 A (Literatura De Patente 1) y JP 09-254227 A (Literatura De Patente 2) han descrito materiales de base preimpregnados en una forma de una lámina preimpregnada que comprende fibras continuas y una resina termoplástica en la cual las incisiones se hacen para servir a las fibras continuas para permitir que las fibras fluyan y proporcionen el moldeado que tiene una variación disminuida en propiedades mecánicas.

[0010] Sin embargo, aunque los moldeados producidos de los materiales de base preimpregnados que tienen las incisiones hayan mejorado en gran parte características mecánicas con una variación disminuida en comparación con los producidos por el método SMC de moldeado, no se puede decir que tienen una fuerza suficiente para servir de miembros estructurales. En comparación con materiales de base preimpregnados que comprenden fibras continuas, las incisiones contenidas en el acto de materiales de base preimpregnados como defectos donde la tensión se concentra para causar la destrucción en los moldeados que resultan, causar, en particular, problemas como una disminución en resistencia a la tensión y fuerza de fatiga de tensión de los moldeados. El Documento 3 de Patente revela que un proceso para preparar el termoplastico reforzado con fibra (FRTP) artículos moldeados que comprenden el amontonamiento de la lámina preimpregnadas comprendiendo fibras de refuerzo unidireccionalmente dispuestas impregnadas de resina termoplástica y moldeado lo mismo, y a un proceso para preparar artículos moldeados FRTP usando fibras de refuerzo tejidas en lugar de fibras de refuerzo unidireccionalmente dispuestas. En el dicho documento particular se describe un material de base preimpregnado que comprende muchas fibras de refuerzo dispuestas considerablemente en una dirección y una resina de matriz existente entre muchas fibras de refuerzo, donde el material de base preimpregnado tiene, en todas partes de la superficie entera, muchas incisiones cada una extendiéndose en una dirección que cruza las fibras de refuerzo, considerablemente todas las fibras de refuerzo son divididas en las incisiones, y donde una longitud L de cada uno de los segmentos de fibra de refuerzo formados por las incisiones está en la variedad de 10 a 100 mm, un grosor H del material de base preimpregnado está en la variedad de 30 a 300 mm y un contenido del volumen de la fibra Vf de las fibras de refuerzo está en la variedad del 45 a 65% donde cada una de dichas incisiones está en la forma de un segmento de hendidura que tiene cierta longitud, y cuando dicho segmento cortado se proyecta en la dirección de disposición de dichas fibras de refuerzo, una longitud proyectada Ws del dicho segmento de hendidura en la dirección perpendicular a la dirección de disposición de dichas fibras de refuerzo está en la variedad de 1 a 10 mm, donde un intervalo La entre cualquier segmento de hendidura A en la cara dicha superior y otro segmento de hendidura B en la dicha cara superior contigua al dicho segmento de hendidura A en la dirección de orientación de las dichas fibras de refuerzo está en la variedad de 10 a 100 mm;

Literatura de Patente 1: JP 63-247012 A

Literatura de Patente 2: JP 09-254227 A

Literatura de Patente 3: los EE.UU 4.990.207 A

Resumen de la invención

Problema técnico

[0011] Considerando los problemas en las técnicas previas, uno de los objetos de la invención es proporcionar un material de base preimpregnado que comprende fibras de refuerzo que mantienen alta fluidez durante un proceso de moldeado y tiene una capacidad de formación flexible de formar un moldeado en una forma complicada. Otro objeto de la invención es proporcionar un material de base preimpregnado que comprende el refuerzo de láminas de fibra al menos algunas de las cuales son el material de base preimpregnado de la invención. Todavía otro objeto de la invención es proporcionar un plástico reforzado con fibra que se producen moldeando un material de base preimpregnado de la invención. Todavía otro objeto de la invención es proporcionar un proceso para producir el material

de base preimpregnado de la invención y un proceso para producir un plástico reforzado con fibra del material de base preimpregnado de la invención.

Solución al problema

5 [0012] La solución del problema ya mencionado se consigue por la materia de las reivindicaciones independientes. El material de base preimpregnado comprende muchas fibras de refuerzo dispuestas considerablemente en una dirección y una resina de matriz adherida a las fibras de refuerzo, donde se proporcionan muchas incisiones, cada una en una dirección a través de las fibras de refuerzo, sobre la cara entera del material de base preimpregnado de modo que todas las fibras de refuerzo se corten considerablemente en el segmentos de fibra de refuerzo con una longitud L en la variedad de 10 a 100 mm mientras el grosor H del material de base preimpregnado y la fracción del volumen Vf de las 10 fibras de refuerzo en el material de base preimpregnado se mantiene en la variedad de 30 a 300 mm y el 45 a 65%, respectivamente.

15 [0013] En el material de base preimpregnado de la invención, cada una de las incisiones está en la forma de un segmento de hendidura con cierta longitud, y que cuando el segmento de hendidura se proyecta en la dirección de orientación de las fibras de refuerzo, una longitud proyectada Ws del segmento de hendidura en la dirección perpendicular a la orientación de las fibras de refuerzo está en la variedad de 1 a 10 mm mientras el grosor H del material de base preimpregnado se mantiene en la variedad de 30 a 150 mm. Este modo de realización del material de base preimpregnado de la invención se denomina en lo sucesivo material de base preimpregnado de incisión de longitud constante.

20 [0014] En el material de base preimpregnado de la invención, se prefiere que los segmentos de hendidura se alineen a lo largo de al menos tres líneas rectas que corren en la misma dirección para formar al menos tres filas y también que todos los intervalos entre las filas de segmentos de hendidura en la dirección de orientación de las fibras de refuerzo sean lo mismo.

25 [0015] En el material de base preimpregnado de la invención, se prefiere que los segmentos de hendidura se alineen en un ángulo oblicuo a la dirección perpendicular a la orientación de las fibras de refuerzo. Este modo de realización del material de base preimpregnado de la invención se menciona como un material de base preimpregnado de incisión oblicua.

30 [0016] En el material de base preimpregnado de la invención, los segmentos de hendidura se forman de la parte superior y las caras del fondo del material de base preimpregnado en la dirección de grosor del material de base preimpregnado sin penetrar el material de base preimpregnado, que la profundidad de reducción a la cual Hs de los segmentos de hendidura está en la variedad de 0,4 0.6 veces el grosor H del material de base preimpregnado, que el intervalo La entre cualquier segmento de hendidura A en la cara superior y otro segmento de hendidura B en la cara superior contigua al segmento de hendidura A en la dirección de orientación de las fibras de refuerzo esté en la variedad de 10 a 100 mm, que un segmento de hendidura C existe en la cara del fondo con su centro geométrico localizado al punto donde su distancia medida del segmento de hendidura A hacia el segmento de hendidura B en la dirección de 35 orientación de las fibras de refuerzo es de 0.4 a 0.6 veces La, esa parte de la existencia de fibras de refuerzo entre el segmento de hendidura A y el segmento de hendidura B en la cara superior se corta tanto por el segmento de hendidura A en la cara superior como por el segmento de hendidura C en la cara del fondo o tanto el segmento de hendidura B en la cara superior como el segmento de hendidura C en la cara del fondo, y que todos los segmentos de hendidura en la cara superior y/o todos los segmentos de hendidura en la cara del fondo tienen la misma forma geométrica. Este modo de realización del material de base preimpregnado de la invención se menciona como un material de base preimpregnado con incisión de dos caras.

40 [0017] Si los segmentos de hendidura en el material de base preimpregnado de la invención son inclinados con un ángulo de inclinación  $\Theta_a$  en la dirección de grosor del material de base preimpregnado, con una distancia S entre la línea de corte de una hendidura en las fibras de refuerzo en la cara superior del material de base preimpregnado y esa de la hendidura en la cara del fondo, medida en la dirección de orientación de las fibras de refuerzo, entonces el ángulo de inclinación  $\Theta_a$  determinado por la ecuación siguiente ( Fórmula I) de la distancia S y el grosor H del material de base preimpregnado debería estar preferentemente en la variedad de 1 a 25 °.

$$\Theta a = \tan^{-1} \left( \frac{H}{S} \right)$$

**Fórmula I**

[0018] Este modo de realización del material de base preimpregnado de la invención se menciona como material de base preimpregnado con una incisión inclinada.

5 [0019] En el material de base preimpregnado de la invención, se prefiere que el valor absoluto de un ángulo oblicuo  $\Theta b$  de cada una de las incisiones en las caras del material de base preimpregnado de la dirección de orientación de las fibras de refuerzo esté en la variedad de 2 a 25 °. Este modo de realización del material de base preimpregnado de la invención se menciona como un material de base preimpregnado de incisión continua de ángulo específico.

10 [0020] En el material de base preimpregnado de la invención, se prefiere que cada una de las incisiones sea continua sobre la anchura total del material de base preimpregnado. Este modo de realización del material de base preimpregnado de la invención se menciona como un material de base preimpregnado de incisión continua oblicua de ángulo específico.

15 [0021] En el material de base preimpregnado de la invención, se prefiere que cada una de las incisiones sea lineal y que todos los segmentos de la fibra de refuerzo tengan considerablemente la misma longitud L. Este modo de realización del material de base preimpregnado de la invención se menciona como un material de base preimpregnado de incisión oblicua lineal.

20 [0022] Un material de base preimpregnado de la invención es un material de base preimpregnado producida combinando más de una capa del material de base preimpregnado en una placa, cada capa del material de base preimpregnado comprende un gran número de las fibras de refuerzo orientadas considerablemente en una dirección y una resina de matriz adherida a las fibras de refuerzo, donde al menos algunas capas del material de base preimpregnado combinadas son el material de base preimpregnado de la invención, las capas del material de base preimpregnado combinadas que comprenden haces de las fibras de refuerzo orientadas en al menos dos direcciones de orientación diferentes.

25 [0023] Un material de base preimpregnado de la invención es un material de base preimpregnado producida combinando más de una capas del material de base preimpregnado en una placa, cada capa del material de base preimpregnado comprende un gran número de las fibras de refuerzo orientadas considerablemente en una dirección y una resina de matriz adherida a las fibras de refuerzo, donde al menos dos de las capas del material de base preimpregnado combinadas son el material de base preimpregnado de incisión de longitud constante de la invención contiguo el uno al otro, las fibras de refuerzo en las dos capas del material de base preimpregnado contiguas orientadas en considerablemente la misma dirección, los segmentos de hendidura en las dos capas del material de base preimpregnado contiguas alineadas con regularidad en la dirección de orientación de las fibras de refuerzo, y las posiciones de los segmentos de hendidura en una de las dos capas del material de base preimpregnado contiguas cambiadas en la dirección de orientación de las fibras de refuerzo con relación a las posiciones de los segmentos de hendidura en la otra capa del material de base preimpregnado.

30 [0024] Un proceso de producción del material de base preimpregnado de la invención comprende un paso para preparar un preimpregnado preliminar orientando un gran número de las fibras de refuerzo en una dirección e impregnarlos de una resina de matriz y otro paso para cortar el preimpregnado preliminar presionando un rodillo de cuchilla rotativa, que incluye una lámina helicoidal proporcionada en la superficie externa de un rodillo, contra el preimpregnado preliminar para cortar las fibras de refuerzo.

35 [0025] El proceso de producción de plástico reforzado con fibra de la invención comprende la puesta del material de base laminado de la invención en un troquel, manteniendo la tasa de carga del material de base laminado en el 50 al 95% y moldeado por presión el material de base laminado. Efectos ventajosos de Invención

40 [0026] El material de base preimpregnado de la invención comprende muchos segmentos de la fibra de refuerzo dispuestos en una dirección y teniendo una longitud L de 10 a 100 mm y una resina de matriz. Un grosor H del material de base preimpregnado está en la variedad de 30 a 300 mm y un contenido del volumen de la fibra Vf de las fibras de

5 refuerzo en el material de base preimpregnado está en la variedad del 45 a 65%. En consecuencia, donde se produce un plástico reforzado con fibra moldeando tal material de base preimpregnado, los segmentos de la fibra de refuerzo pueden fluir suavemente como la resina de matriz fluye durante el paso de moldeo. Así, las fibras de refuerzo en el material de base preimpregnado de la invención muestran alta fluidez durante el paso de moldeo para un plástico reforzado con fibra. Como consiguiente, cuando se debe producir un plástico reforzado con fibra que tiene una forma complicada, se puede conseguir una capacidad de formación muy flexible para encajar en una forma de moldeo. El plástico reforzado con fibra así producido tendrá propiedades mecánicas buenas con poca variación y estabilidad dimensional buena.

Breve descripción de dibujos

10 [0027]

La Fig. 1 muestra una vista en planta de un modo de realización del material de base preimpregnado de la invención.

La Fig. 2 muestra vistas en planta de seis modelos de la incisión típicos del material de base preimpregnado de la invención.

Fig. 3A muestra una visión recortada parcial de un modo de realización del material de base laminado de la invención.

15 La Fig. 3B muestra una vista en sección transversal del corte transversal A-A especificado en la Fig. 3A.

La Fig. 4A muestra una vista en sección transversal longitudinal de un modo de realización del material de base laminado de la invención colocada en un molde.

La Fig. 4B muestra una vista en sección transversal longitudinal del modo de realización dado en la Fig. 4A del material de base laminado de la invención deformada bajo una presión de moldeo aplicada al material de base laminado.

20 La Fig. 5 muestra una vista en sección transversal longitudinal de un modo de realización del material de base preimpregnado con incisión de dos caras de la invención.

La Fig. 6 muestra una vista en sección transversal longitudinal de un modo de realización del material de base preimpregnado de incisión inclinada de la invención.

25 La Fig. 7 muestra una vista lateral esquemática de un aparato de incisión típico para formar incisiones en el material de base preimpregnado de la invención.

La Fig. 8 muestra una vista lateral esquemática de otro aparato de incisión típico para formar incisiones inclinadas para producir el material de base preimpregnado de incisión inclinada de la invención.

30 La Fig. 9 muestra una vista en planta de un modo de realización del material de base preimpregnado de la invención para ilustrar una relación posicional típica entre las incisiones en capas contiguas en el material de base preimpregnado laminado de la invención.

La Fig. 10 muestra una vista en planta de otro modo de realización del material de base preimpregnado de la invención.

La Fig. 11 muestra una vista en planta de otro modo de realización del material de base preimpregnado de la invención.

La Fig. 12 muestra una vista en planta de todavía otro modo de realización del material de base preimpregnado de la invención.

35 La Fig. 13 muestra vistas en planta de dos modelos de incisión para comparar modelos de la incisión en el material de base preimpregnado de la invención.

La Fig. 14 muestra vistas en planta de cinco modelos de incisión típicos en el material de base preimpregnado de la invención.

40 La Fig. 15A muestra una vista de la perspectiva oblicua de un material de base laminado típico comprendiendo materiales de base preimpregnados cortados.

La Fig. 15B muestra una vista del corte transversal A-A especificado en la Fig. 15A.

La Fig. 15C muestra una vista de la perspectiva oblicua para ilustrar el material de base laminado dado en la Fig. 15A deformado bajo una presión de moldeo aplicada al material de base laminado.

La Fig. 15D muestra una vista del corte transversal A-A especificado en la Fig. 15C.

5 La Fig. 16A muestra una vista de la perspectiva oblicua de un modo de realización del material de base laminado de la invención.

La Fig. 16B muestra una vista del corte transversal A-A especificado en la Fig. 16A.

La Fig. 16C muestra una vista de la perspectiva oblicua para ilustrar el material de base laminado dado en la Fig. 16A deformado bajo una presión de moldeo aplicada al material de base laminado.

10 La Fig. 16D muestra una vista del corte transversal A-A especificado en la Fig. 16C.

La Fig. 17A muestra una vista de la perspectiva oblicua de otro modo de realización del material de base laminado de la invención.

La Fig. 17B muestra una vista de la perspectiva oblicua para ilustrar el material de base laminado dado en la Fig. 17A deformado bajo una presión de moldeo aplicada al material de base laminado.

15 La Fig. 18 muestra una vista de la perspectiva oblicua esquemática de un aparato de incisión típico para cortar el material de base preimpregnado de la invención.

La Fig. 19A muestra una vista en planta esquemática de una disposición de un material de base preimpregnado preliminar de producir el material de base preimpregnado de la invención y otro aparato de incisión para cortar el material de base preimpregnado preliminar dispuesto.

20 La Fig. 19B muestra una vista en planta esquemática de una disposición de unos materiales de base preimpregnados preliminares de producir el material de base preimpregnado de la invención y otro aparato de incisión para cortar los materiales de base preimpregnados preliminares dispuestos.

La Fig. 20 muestra una vista en planta de otro modo de realización del material de base laminado de la invención.

25 La Fig. 21 muestra una vista en sección transversal longitudinal de un modo de realización del material de base preimpregnado con incisión de dos caras producido formando incisiones de la cara superior y la cara del fondo de un material de base preimpregnado de incisión oblicua de la invención.

La Fig. 22 muestra una vista en sección transversal longitudinal de un material de base preimpregnado de incisión inclinada producido formando incisiones inclinadas en la dirección de grosor del material de base preimpregnado en un material de base preimpregnado de incisión oblicua de la invención.

30 La Fig. 23 muestra una vista en sección transversal longitudinal de un material de base preimpregnado típico que tiene una capa de resina adicional de la invención.

Lista de signos de referencia

[0028]

C: incisión o segmento de hendidura

35 CA: dispositivo de corte de las fibras de refuerzo

CE: borde de corte de las fibras de refuerzo

CO: parte de la superposición de incisiones

CP: modelo de incisión

CR: fila de la incisión

F: fibras de refuerzo

FP: plástico reforzado con fibra (moldeado)

FS: segmento de fibra de refuerzo

5 H: grosor de material de base preimpregnado

HD: dirección horizontal

Hs: profundidad cortada de incisión

L: longitud de segmento de fibra

La: distancia entre incisiones contiguas en dirección de la disposición de la fibra

10 Libra: material de base preimpregnado

P: material de base preimpregnado

RP: material de base preimpregnado elemental (material de base preimpregnado preliminar)

S: distancia entre las hendiduras en las fibras en la cara superior del material de base preimpregnado y las en las fibras en la cara del fondo del material de base preimpregnado, medido en la dirección de disposición de la fibra.

15 VD: dirección vertical

W: longitud cortada de hendidura en dirección de longitud

Ws: longitud proyectada de hendidura (longitud cortada)

$\Theta_a$ : ángulo de inclinación de incisión de dirección de grosor de material de base preimpregnado

20  $\Theta_b$ : ángulo de inclinación de incisión de dirección de disposición de fibras en la superficie de material de base preimpregnado

43: dirección del flujo de resina

44: hueco (apertura)

62: línea de corte en fibras de refuerzo en material de base preimpregnado de incisión inclinada

Descripción de modos de realización

25 [0029] Los inventores han realizado estudios serios que pretenden desarrollar un material de base preimpregnado que comprende fibras de refuerzo que tienen alta fluidez y una capacidad de formación flexible de encajar en una forma complicada en una proceso de producción de plástico reforzado con fibra. y puede producir el plástico reforzado con fibra que tiene buenas propiedades mecánicas con poca variación y una buena estabilidad dimensional, alcanzando el descubrimiento que todos los problemas convencionales se solucionan preparando un tipo concreto de una materia de base, es decir, un material de base preimpregnado que comprende muchas fibras de refuerzo dispuestas en una dirección y una resina de matriz y tener un modelo de incisión específico insertado allí, combinando tales materiales de base preimpregnados, juntos con otros materiales del material de base que comprenden otros componentes como se requiere, en un producto laminado, que se moldea entonces apretando.

35 [0030] El material de base preimpregnado propuesto en la descripción presente comprende típicamente una lámina que comprende muchas fibras de refuerzo dispuestas en una dirección u otro tipo de lámina que comprende muchas fibras de refuerzo, completamente impregnadas de una resina de matriz que llena todos los huecos entre las fibras de refuerzo, pero puede ser un material de base preimpregnado «resina semi impregnada» que comprende una lámina de



resina de matriz, es decir, una resina de matriz en una forma de lámina, combinada con las fibras de refuerzo para formar un cuerpo integrado en el cual los huecos entre las fibras de refuerzo no se impregnan completamente de la resina en la lámina. Dicho material de base preimpregnado "resina semi impregnada" a veces se refiere como un semi-preg.

5 [0031] Ya que el material de base preimpregnado de la invención comprende muchas fibras de refuerzo dispuestas en una dirección, moldeados que han deseado que las propiedades mecánicas se puedan diseñar usando varios materiales de base preimpregnados con direcciones de la fibra correctamente ajustadas entre materiales de base laminadas. En la descripción presente, la palabra fibra usada independientemente o como la parte de una frase (como la dirección de la fibra) significa fibra de refuerzo a menos que por otra parte no se haya especificado.

10 [0032] El material de base preimpregnado de la invención es un material de base preimpregnado que comprende muchas fibras de refuerzo dispuestas considerablemente en una dirección y una resina de matriz adherida a las fibras de refuerzo donde se hacen muchas incisiones, cada una en una dirección que cruza las fibras de refuerzo, sobre una cara entera del material de base preimpregnado de modo que todas las fibras de refuerzo se corten considerablemente en los segmentos de fibra de refuerzo que tienen una longitud L en la variedad de 10 a 100 mm mientras un grosor H del material de base preimpregnado y un contenido del volumen de la fibra Vf de las fibras de refuerzo en el material de base preimpregnado se mantiene en la variedad de 30 a 300 mm y el 45 a 65%, respectivamente.

15 [0033] Cuando la atención está enfocada en una parte de una fibra particular, el término «considerablemente en una dirección» en la frase «muchas fibras de refuerzo dispuestas considerablemente en una dirección» para el material de base preimpregnado de la invención significa que el 90% o más de la existencia de fibras dentro de 5 mm desde allí se dispone en ángulos (ángulo de la fibra) dentro de  $\pm 10^\circ$  de cierta línea de referencia para esa parte de la fibra particular, como línea vertical o línea horizontal.

20 [0034] El término «considerablemente todas las fibras de refuerzo» en la frase «considerablemente todas las fibras de refuerzo son cortadas por incisiones» para el material de base preimpregnado de los medios de la invención que el área ocupada por fibras continuas que se dejan sin cortes por cuentas de incisiones para el 5% o menos de la superficie total del material de base preimpregnado.

25 [0035] La frase «fibras de refuerzo dispuestas» y la frase «refuerzo alineado de fibras» usadas para el material de base preimpregnado de la invención tiene el mismo sentido.

30 [0036] La Fig. 1 muestra una vista en planta ampliada parcial de un modo de realización del material de base preimpregnado de la invención. En la Fig. 1, el material de base preimpregnado P1 comprende muchas fibras de refuerzo F1 y una resina de matriz (omitida en la figura) adherida a las fibras de refuerzo F1. La dirección de longitud (disponiendo la dirección) de muchas fibras de refuerzo F1 coincide con la dirección vertical VD en la Fig. 1. Muchas fibras de refuerzo F1 se alinean considerablemente en una dirección, es decir, la dirección vertical VD. La dirección perpendicular a la dirección de longitud (disponiendo la dirección) de las fibras F1 coincide con la dirección horizontal HD en la Fig. 1.

35 [0037] El material de base preimpregnado P1 incluye muchas incisiones C1 que cruza las fibras de refuerzo F1 que existen a intervalos sobre su superficie entera. Todas las fibras de refuerzo F1 son cortadas considerablemente por estas incisiones C1, que se localizan a intervalos en la dirección de longitud (disponiendo la dirección). Una fibra cortada por incisiones contiguas en la dirección de longitud de la fibra, por ejemplo, la incisión C1b y la incisión C1d, forma un segmento de la fibra de refuerzo. Una longitud L del segmento de la fibra de refuerzo se mantiene en la variedad de 10 a 100 mm.

40 [0038] Un grosor H del material de base preimpregnado P1 (ver Fig. 5 o Fig. 6) se mantiene en la variedad de 30 a 300 mm. Un contenido del volumen de la fibra Vf de las fibras de refuerzo F1 en el material de base preimpregnado P1 se mantiene en la variedad del 45 a 65%.

45 [0039] Si la longitud L de todo el segmento de la fibra de refuerzo se mantiene en la variedad de 100 mm o menos, la fibra será capaz de fluir, en particular incluso en la dirección de longitud de las fibras, durante un proceso de moldeo para producir un plástico reforzado con fibra (moldeado) de un material de base preimpregnado que comprende tal material de base preimpregnado. Esto sirve para conseguir una capacidad de formación muy flexible en la producción del moldeo que tiene una forma complicada. Si tales incisiones no existen, es decir, si hay fibras sólo continuas, las

fibras no fluirán en la dirección de longitud de las fibras, no pudiendo producir el moldeado que tiene una forma complicada.

5 [0040] Si la longitud L del segmento de la fibra de refuerzo es 10 mm menor, la fluidez de las fibras mejorará además, pero en tales casos, será imposible producir buenas características mecánicas necesarias para moldeados, en particular para aquellos a ser usados como miembros estructurales, aun si cumplen con otros requisitos para el material de base preimpregnado.

10 [0041] En vista de la relación entre la fluidez de las fibras y las características mecánicas de los moldeados, se prefiere que la longitud L de cada uno de los segmentos de la fibra de refuerzo esté en la variedad de 20 a 60 mm. Según las posiciones de las incisiones, allí puede existir segmentos de fibra de refuerzo que tienen una longitud de menos de 10 mm, pero el número de los segmentos de la fibra de refuerzo que tienen una longitud de menos de 10 mm se debería minimizar. Se prefiere que el área que comprende los segmentos de la fibra de refuerzo dispuestos que tienen una longitud de menos de 10 mm explica el 5% o menos de la superficie total del material de base preimpregnado.

15 [0042] Las fibras que tienen buena fluidez se pueden producir aun si el grosor H del material de base preimpregnado excede de 300 mm, pero debido a la existencia de las incisiones, por otra parte, la fuerza de los moldeados tiende a disminuir como el grosor de los aumentos del material de base preimpregnado cortados. Si los moldeados se deben usar como miembros estructurales, es necesario para el grosor H del material de base preimpregnado sea de 300 mm o menos. En particular, la fuerza de los moldeados aumentará en gran parte si el grosor H del material de base preimpregnado es de 150 mm o menos.

20 [0043] Aun si el grosor H del material de base preimpregnado es menos de 30 mm, la fluidez de las fibras se mantendrá y se pueden obtener los moldeados que tienen una alta fuerza, pero será muy difícil conseguir la producción estable de materiales de base preimpregnados muy delgados. Para producir materiales de base preimpregnados a bajo coste, se prefiere que el grosor H del material de base preimpregnado es de 30 mm o más. En vista de la relación entre las características mecánicas de los moldeados y los costes de producción del material de base preimpregnado, se prefiere que el grosor H del material de base preimpregnado esté en la variedad de 50 a 150 mm.

25 [0044] Las fibras que tienen fluidez suficiente se pueden producir si el contenido del volumen de la fibra Vf es el 65% o menos. La fluidez de las fibras mejorará como el contenido del volumen de la fibra disminuya de Vf, pero será imposible conseguir buenas características mecánicas necesarias para miembros estructurales si el contenido del volumen de la fibra Vf es menos del 45%. En vista de la relación entre la fluidez de las fibras y las características mecánicas de los moldeados, se prefiere que el contenido del volumen de la fibra Vf esté en la variedad del 55 a 60%.

30 [0045] Los requisitos esenciales para el material de base preimpregnado de la invención son como se describen encima.

35 [0046] En el modo de realización del material de base preimpregnado de la invención mostrado en la Fig. 1, por otra parte, el gran número de incisiones C1 proporcionado en el material de base preimpregnado P1 están en forma de muchas hendiduras, por ejemplo, las hendiduras C1b y C1d, que tienen cierta longitud, en vez de extenderse continuamente en una dirección a través de las fibras de refuerzo F1. Este modo de realización del material de base preimpregnado de la invención es denominado en lo sucesivo material de base preimpregnado de incisión de longitud constante.

40 [0047] La longitud de una hendidura se puede considerar sobre la base del número de las fibras de refuerzo cortadas por La, o una longitud proyectada Ws (la distancia numerada 12 en la Fig. 1) de la hendidura en la dirección perpendicular a la dirección de disposición (dirección de longitud) de las fibras de refuerzo, que aparece cuando la incisión se proyecta en la dirección de disposición (dirección de longitud) de las fibras de refuerzo ante el material de base preimpregnado. Más adelante, la longitud proyectada Ws de una hendidura también se refiere a simplemente como la longitud de una hendidura Ws. En caso de una hendidura que está en la dirección perpendicular a la dirección de disposición de las fibras, la longitud actual de la hendidura es la misma que la longitud proyectada de la hendidura Ws.

45 [0048] Cuando se aplica una carga a un plástico reforzado con fibra, es muy posible que la tensión se concentre en los bordes de corte, por ejemplo C1bE y C1dE, de las fibras de refuerzo formadas por las incisiones para servir de puntos de partida de destrucción. Por lo tanto, la fuerza del moldeado se puede aumentar minimizando el número de incisiones en las fibras de refuerzo. La fuerza del moldeado mejorará en gran parte de la longitud Ws de las hendiduras de 10 mm

o menos. Sin embargo, el control de incisiones se hará si la longitud  $W_s$  de las hendiduras es menos de 30 mm, haciendo difícil mantener la longitud  $L$  de los segmentos de la fibra de refuerzo en la variedad de 10 a 100 mm sobre la cara entera del material de base preimpregnado.

5 [0049] Expresamente, la fluidez de las fibras durante el proceso de moldeado disminuirá en gran parte si allí permanecen fibras sin cortes por incisiones. Pero si se hace un gran número de incisiones en la dirección de longitud de las fibras para prevenir esto, la longitud  $L$  de los segmentos de la fibra de refuerzo será menos de 10 mm en algunos sitios, lo que es indeseable. Por lo tanto, se prefiere que la longitud de las hendiduras  $W_s$  sea de 1 mm o más. Esto también es ventajoso porque se pueden hacer incisiones con una longitud proyectada  $W_s$  de 1 mm o más con un aparato simple.

10 [0050] Si la longitud de las hendiduras  $W_s$  excede de 10 mm, al contrario, la fuerza del moldeado se nivelará a un valor casi constante sin tener en cuenta la longitud. Esto significa que la carga para causar la destrucción no dependerá considerablemente de la longitud de los bordes de corte,  $C1bE$  y  $C1dE$ , de las fibras de refuerzo si la longitud es más grande que cierto valor.

15 [0051] La fuerza de los moldeados aumentará en gran parte cuando la longitud de las hendiduras  $W_s$  sea de 1,5 mm o menos. De la consideración ya mencionada, se prefiere que la longitud de las hendiduras  $W_s$  esté en la variedad de 1 a 10 mm en vista del hecho de que un aparato simple puede ser usado para hacer incisiones. Por otra parte, en vista del control fácil de incisiones y la relación con las características mecánicas de los moldeados, se prefiere que la longitud de las hendiduras  $W_s$  esté en la variedad de 30 mm a 1,5 mm, más preferentemente de 50 mm a 1 mm.

20 [0052] El material de base preimpregnado de incisión de longitud constante  $P1$ , un modo de realización del material de base preimpregnado de la invención, se describe con más detalle abajo.

25 [0053] En la Fig. 1, el material de base preimpregnado  $P1$  contiene muchas incisiones alineadas  $C1$  que tienen una longitud constante. Las fibras  $F1$  son cortados por la incisión superior  $C1b$  y la incisión inferior  $C1d$  que son contiguas la una a la otra en la dirección de longitud de las fibras para formar los segmentos de la fibra  $FS1$  que tiene una longitud de la fibra  $L$  o el intervalo 11, en la variedad de 10 a 100 mm. Esta longitud  $L$  de las fibras se menciona como una longitud de segmento de fibra  $L$ .

30 [0054] El material de base preimpregnado  $P1$  mostrado en la Fig. 1 es un modo de realización en el cual todos los segmentos de la fibra tienen la misma longitud  $L$  y todas las hendiduras tienen la misma longitud (longitud proyectada)  $W_s$ . En la Fig. 1, las incisiones distintas en una primera fila de la hendidura  $CRa$  coinciden con las incisiones distintas en una tercera fila de la hendidura  $CRc$  cuando se mueven, manteniendo el paralelismo, en la dirección de longitud de las fibras sobre una distancia igual a la longitud de segmento de fibra  $L$ . Del mismo modo, las incisiones distintas en una segunda fila de la hendidura  $CRb$  coinciden con las incisiones distintas en una cuarta fila de la hendidura  $CRd$  cuando se mueven, manteniendo el paralelismo, en la dirección de longitud de las fibras sobre una distancia igual a la longitud de segmento de fibra  $L$ .

35 [0055] Algunas fibras se cortan tanto las primeras como las segundas filas de hendidura  $CRa$  y  $CRb$  y las terceras y cuartas filas de hendidura  $CRc$  y  $CRd$ , causando la superposición de la incisión  $CO1$  con una distancia 13 que segmentos de la fibra de la forma más corta que la duración del segmento de la fibra  $L$ . Así, las fibras en esta superposición con una distancia 13 son cortadas no sólo por las incisiones  $C1b$  y  $C1d$  sino también por la incisión  $C1c$  hecha entre ellas. La existencia de la incisión superpuesta  $CO1$ , que resulta cuando las incisiones se proyectan en la dirección de disposición de las fibras, sirve para la producción estable de materiales de base preimpregnados que  
40 tienen una longitud de segmento de fibra de 100 mm o menos.

[0056] El material de base preimpregnado  $P1$  mostrado en la Fig. 1 incluye dos modelos de incisiones, es decir, las incisiones  $C1b$  que tienen una longitud constante y se inclinan de derecha a izquierda y las incisiones  $C1c$  que tienen una longitud constante y se inclinan de izquierda a la derecha. Este modo de realización del material de base preimpregnado de la invención se denomina en lo sucesivo materiales preimpregnados de incisión oblicua de longitud constante.  
45

[0057] Otros seis modelos de incisión diferentes se ilustran en las Figs. 2 (a) - (f). En la Fig. 2, no se muestran las fibras de refuerzo alineadas, pero las fibras de refuerzo se orientan en la dirección del fondo superior (dirección vertical) en la Fig. 2. Aquí, cualquier modelo de incisión se puede usar si cumplen con los requisitos ya mencionados. El material de base preimpregnado de la invención mostrada en la Fig. 2 (a), (b) o (c) da un modo de realización en el cual la dirección

de las hendiduras C2a, C2b y C2c son perpendiculares a la dirección de orientación de las fibras, y estos modos de realización del material de base preimpregnado de la invención son denominados en lo sucesivo materiales de base preimpregnados de incisión perpendicular de longitud constante. En el material de base preimpregnado de la invención mostrado en la Fig. 2 (d), (e) o (f) da un modo de realización en el cual la dirección de las hendiduras C2d, C2e y C2f son oblicuas a la dirección de orientación de las fibras, y estos modos de realización del material de base preimpregnado de la invención son material de base preimpregnado de incisión oblicua de longitud constante.

[0058] Las fibras de refuerzo para usar para el material de base preimpregnado de la invención incluyen, por ejemplo, fibras orgánicas como fibra de aramida, fibra de polietileno y fibra poli (parafenileno benzoxazol) (PBO); fibras inorgánicas como fibra de vidrio, fibra de carbono, fibra de carburo de silicio, fibra alumina, fibra de Tyranno, fibra de basalto y fibra de cerámica; fibras metálicas como fibra de acero inoxidable y fibra de acero; otras fibras de refuerzo como fibra de boro, fibra natural y fibra natural modificada.

[0059] Entre otros, la fibra de carbono, en particular, es ligera en comparación con otras fibras de refuerzo. Además, es particularmente alta en fuerza específica y módulo específico, y también alta en resistencia de calor y resistencia química, sirviendo así con eficacia como material para el panel del coche y otros tales miembros que se requiere que sean ligeros. En particular, son preferibles las fibras de carbono-PAN, que son generalmente altas en fuerza,.

[0060] Las resinas de matriz para usar para el material de base preimpregnado de la invención incluyen, por ejemplo, resinas termoestables como resina de epoxi, resina de poliéster no saturada, resina vinilo éster, resina fenol, resina epoxi acrilato, resina uretano acrilato, resina fenoxi, resina alquídica, resina uretano, resina maleimida y resina cianato; y resinas termoplásticas como poliamida, poliacetal, poliácilato, polisulfona, ABS, poliéster, pintura acrílica, polibutileno tereftalato (PBT), polietileno tereftalato (PET), polietileno, polipropileno, sulfito polifenileno (PPS), éter del poliéter cetona (PEEK), polímero de cristal líquido, cloruro de polivinilo, politetrafluoroetileno, otras resinas basadas en flúor y silicona.

[0061] De éstos, es particularmente preferible el uso de una resina termoestable. Si una resina termoestable se usa como resina de matriz, los materiales de base preimpregnados tendrán la pegajosidad a temperatura ambiente. Si tales materiales de base preimpregnados se combinan en un laminado, los materiales de base preimpregnados contiguos se integrarán firmemente debido al adhesivo, haciendo posible mantener la estructura del laminado destinada a la producción de moldeados. Por otra parte, si se usa una resina termoplástica que no tiene la pegajosidad a temperatura ambiente como la resina de matriz en los materiales de base preimpregnados, los materiales de base preimpregnados contiguos bajarán fácilmente el uno en el otro en el laminado de materiales de base preimpregnados. La estructura del laminado probablemente se deformará durante un proceso de moldeado, resultando en plásticos reforzado con fibras que tienen una gran irregularidad en la orientación de la fibra. En particular, la diferencia entre ellas será particularmente significativa cuando un molde que tiene partes superficiales desiguales se use para el moldeado.

[0062] Si una resina termoestable se usa como una resina de matriz, además, el material de base preimpregnado de la invención tendrá buenas propiedades de drapeado a temperatura ambiente. Si, por ejemplo, un molde que tiene partes superficiales desiguales se usa para producir moldeados, será fácil realizar una formación preliminar para encajar en la desigualdad de antemano. Esta formación preliminar sirve para mejorar la moldeabilidad y facilitar el control del flujo de fibras.

[0063] El material de base preimpregnado de la invención puede ser sorbido en un miembro de apoyo en forma de cinta. El uso de un miembro de apoyo lo hace posible para un material de base preimpregnado cortado para mantener su forma aun si todas las fibras contenidas son cortadas por incisiones, impidiendo a las fibras soltarse durante el paso de formación. En este caso, es más preferible que la resina de matriz sea una resina termoestable que tiene la pegajosidad.

[0064] El miembro de apoyo parecido a una cinta puede ser de papel como papel kraft, película de polímero como polietileno y polipropileno o lámina de metal metálica como el aluminio, y su superficie se puede tratar con una silicona - o agente de liberación de molde a base de Teflón (marca registrada) o deposición metálica para mejorar la liberación de una resina.

[0065] Entre las resinas termoestables, debería ser más preferentemente la resina de epoxi, la resina de poliéster no saturada, resina vinilo éster, resina fenol, resina acrílica o su mezcla. Se prefiere que estas resinas tienen una viscosidad de resina de  $1 \times 10^6$  Pa·s o menos a temperatura ambiente (25°C), porque un material de base preimpregnado que tiene la pegajosidad y la propiedad de drapeado se puede producir si la viscosidad está en esta

variedad. En particular, un material de base preimpregnado que comprende una resina de epoxi como resina de matriz y fibras de carbono como fibras de refuerzo puede servir para producir el moldeado (material compuesto reforzado con fibra) teniendo características mecánicas excelentes.

5 [0066] Para tal resina de matriz, se prefiere que la resina termoestable pueda curar dentro de 10 minutos a una temperatura T en la variedad de (Tp-60) a (Tp+20) donde Tp denota la temperatura máxima exotérmica de la resina termoestable como medido por DSC. Aquí, «la resina puede curar» significa que el precursor de moldeo que comprende una resina termoestable mantiene su forma al sacarse después de haberlo mantenido a una temperatura determinada durante un período de tiempo determinado. Expresamente, se evalúa poniendo 1,5 ml de la resina termoestable en un anillo-O politetrafluoroetileno que tiene un diámetro interior de 31,7 mm y un grosor de 3,3 mm colocados en una prensa caliente, realizando el calentamiento y la presión durante 10 minutos para asegurar la reacción de entrecruzamiento, y luego la determinación si el espécimen de resina se puede sacar en un estado no deforme.

10 [0067] Si la temperatura T en que la resina termoestable puede curar dentro de 10 minutos es más alta que (Tp+20)°C, la resina probablemente se someterá a la reacción en exceso rápida a causar vacíos en la resina, llevando a la curación inadecuada. Si es más bajo que (Tp-60) °C, se requerirá un período de calentamiento larguísimo durante el proceso de moldeo, imponiendo una restricción en las condiciones de moldeo. Así, la variedad ya mencionada es preferible. El pico de exotérmico Tp de temperaturas es medido por DSC a velocidad de calentamiento 10°C/min.

15 [0068] Las resinas termoestables que tienen tales características de curación como se describe encima incluyen al menos la resina de epoxi, que se debería usar con un compuesto a base de amina como la curación del reactivo y un compuesto que comprende dos o más límites de urea en una molécula como la acelerador de curado. Expresamente, los aceleradores de curación preferibles incluyen de 2,4 toluenos bis (dimetil urea) y de 4,4 metileno bis (fenil dimetil urea).

20 [0069] Como método para formar incisiones en un material de base preimpregnado elemental (un material de base preimpregnado preliminar) que comprende fibras de refuerzo continuas orientadas en una dirección como un material original y una resina de matriz adherida a las fibras de refuerzo para producir un material de base preimpregnado que tiene incisiones de la invención, al principio, se produce un material de base preimpregnado preliminar. Las incisiones son proporcionadas en el material de base preimpregnado preliminar producida por trabajo manual con un cortador o una máquina cortante. Como otro método, por ejemplo, en un paso de producción de un preimpregnada comprendiendo fibras continuas dispuestas en una dirección, el preimpregnado que ha sido producido continuamente presionado por un rodillo rotatorio provisto de láminas en posiciones predeterminadas, o un material de base preimpregnado preliminar multicapa se presiona y cortada por un tinte proporcionado de láminas en posiciones predeterminadas. El antiguo método es mejor haciendo incisiones en un material de base preimpregnado preliminar en una manera simple mientras que éste es mejor para tratar un gran número de materiales de base con alta eficacia de producción.

25 [0070] Cuando se debe usar un rodillo rotativo, se puede usar un rodillo mecanizado directamente con las cuchillas requeridas. Además, se puede usar un rodillo rotativo que comprende un rodillo magnético, etc. y un troquel en forma de lámina que se prepara mediante una placa plana provista de cuchillas que se forman realizando cortes en posiciones predeterminadas y que se enrolla sobre el rodillo magnético. En este caso, las cuchillas se pueden sustituir fácilmente para diferentes patrones de incisiones. El uso de tales rodillos rotatorios sirve para hacer incisiones apropiadas en un material de base preimpregnado preliminar aun cuando se exige preparar un material de base preimpregnado que tenga una longitud de segmento de hendidura Ws que sea pequeño (por ejemplo, 1 mm o menos).

30 [0071] Después de incisiones que se forman en preimpregaciones preliminares, los materiales de base preimpregnados se pueden unir por termocompresión con un rodillo, etc. para permitir que una resina rellene y se funda a las partes cortadas para mejorar la manejabilidad de los materiales de base preimpregnados.

35 [0072] En cuanto a la dirección de las incisiones en el material de base preimpregnado, se prefiere que como se muestra en las Figs. 2 (d), (e) y (f), las incisiones son oblicuas a la dirección perpendicular (dirección horizontal HD en la Fig. 2) a la dirección de longitud de las fibras (dirección vertical VD en la Fig. 2).

40 [0073] Si las incisiones se deben formar en la dirección perpendicular (dirección horizontal HD en la Fig. 2) a la dirección de longitud de las fibras en un material de base preimpregnado preliminar suministrado en la dirección de la fibra en un proceso industrial, será necesario cortar las fibras en un instante. Esto no sólo requiere una gran fuerza sino también reduce la durabilidad de las láminas. Además, las fibras probablemente se apartarán en la dirección perpendicular (dirección horizontal HD en la Fig. 2) a la dirección de la fibra, dejando muchas fibras sin cortes.

[0074] Por otra parte, porque las incisiones son oblicuas a la dirección perpendicular (dirección horizontal HD en la Fig. 2) a la dirección de la fibra, el número de la reducción de fibras por unidad de longitud de las láminas se disminuye, haciendo posible cortar las fibras con una fuerza más pequeña, mantener la durabilidad de las láminas a un alto nivel y disminuir el número de fibras sin cortes. Además, porque las incisiones son oblicuas a la dirección perpendicular (dirección horizontal HD en la Fig. 2) a la dirección de la fibra, la longitud de segmento de hendidura Ws puede ser más pequeña que la longitud de la incisión medida a lo largo de la dirección de las incisiones, y el número de fibras cortadas por una incisión disminuye, probablemente sirviendo para mejorar la fuerza de los moldeados. Si las incisiones se deben hacer en la dirección perpendicular (dirección horizontal HD en la Fig. 2) a la dirección de la fibra, es preferible usar láminas cortas para disminuir la longitud de segmento de hendidura Ws, pero esto es indeseable en vista de la durabilidad y procesabilidad.

[0075] En el material de base preimpregnado de la invención, se prefiere que los segmentos de hendidura se proporcionan de la parte superior y las caras del fondo del material de base preimpregnado en la dirección de grosor del material de base preimpregnado sin penetrar el material de base preimpregnado (capa), que una profundidad de reducción a la cual de cada uno de los segmentos de hendidura Hs, medidos de la parte superior y las caras del fondo del material de base preimpregnado en su dirección de grosor, está en la variedad de 0,4 a 0.6 veces el grosor H del material de base preimpregnado, que un intervalo La entre cualquier segmento de hendidura A en la cara superior y otro segmento de hendidura B en la cara superior contigua al segmento de hendidura A en la dirección de orientación de las fibras de refuerzo (dirección de longitud de las fibras) está en la variedad de 10 a 100 mm, que el centro geométrico de un segmento de hendidura C proporcionado en la cara del fondo se localice en una posición donde su distancia (valor del desplazamiento) medido del segmento de hendidura A hacia el segmento de hendidura B en la dirección de orientación de las fibras de refuerzo es 0.4 a 0.6 veces La, que una parte de la existencia de fibras de refuerzo entre el segmento de hendidura A y el segmento de hendidura B en la cara superior se corta tanto por el segmento de hendidura A en la cara superior como por el segmento de hendidura C en la cara del fondo o tanto el segmento de hendidura B en la cara superior como el segmento de hendidura C en la cara del fondo, y que las formas geométricas de segmentos de hendidura en la cara superior y/o las formas geométricas de segmentos de hendidura en la cara del fondo son lo mismo el uno al otro. Este modo de realización del material de base preimpregnado de la invención es denominado en lo sucesivo un material de base preimpregnado con incisión de dos caras.

[0076] La profundidad de las incisiones tiene gran influencia en virtud de los moldeados que resultan como se describe antes, y hay límites de la producción de materiales de base preimpregnados delgadas a bajo coste. Los inventores han encontrado, sin embargo, que si se hacen incisiones de la parte superior y caras del fondo a una profundidad aproximadamente la mitad del grosor del material de base preimpregnado en un paso de formación de la incisión, pueden servir para mejorar enormemente la fuerza de los moldeados manteniendo la fluidez de las fibras. El término «centro geométrico» usado aquí se define como el punto sobre el cual el primer momento es el cero. Para un segmento de hendidura S, el centro geométrico G hace expresar la relación por la ecuación siguiente (Fórmula II) con el punto X (numerada 14 en la Fig. 1).

$$\int (G - X) dx = 0 \quad \text{Fórmula II}$$

[0077] Cada uno de los segmentos de hendidura que tienen la misma forma geométrica el uno al otro al menos en la parte superior y las caras del fondo de un material de base preimpregnado significa que todos segmentos de la fibra formados de fibras cortadas por un par de segmentos de hendidura contiguos en la dirección de orientación de las fibras tienen la misma longitud. Se prefiere que los segmentos de hendidura en la parte superior y caras del fondo tengan la misma forma geométrica.

[0078] La Fig. 5 muestra una vista de la sección longitudinal de un modo de realización del material de base preimpregnado con incisión de dos caras. En la Fig. 5, las fibras de refuerzo se orientan en la dirección izquierda y correcta (dirección horizontal) en el material de base preimpregnado con incisión de dos caras P5 y el material de base preimpregnado P5 tiene un grosor H (la longitud numerada 51 en la dirección vertical en la Fig. 5). El material de base preimpregnado con incisión de dos caras P5 comprende un gran número de incisiones C5U formadas en la cara superior y un gran número de incisiones C5L formadas en la cara del fondo.

[0079] En la cara superior del material de base preimpregnado P5, se proveen segmentos de hendidura contiguos A y B de una distancia La (la longitud numerada 52 en la dirección horizontal en la Fig. 5), y tanto los segmentos de hendidura A como B tienen una profundidad de incisión Hs, medida de la cara superior en la dirección de grosor. La cara del fondo

del material de base preimpregnado P5, por otra parte, contiene un segmento de hendidura C, que tiene una profundidad de incisión Hs de la cara del fondo en la dirección de grosor. Como en el caso de los segmentos de hendidura A y B, se provee un segmento de hendidura contiguo al segmento de hendidura C de la distancia La. Los segmentos de hendidura contiguos se llaman como par de segmentos de hendidura.

5 [0080] Es más preferible que todos los pares de segmentos de hendidura tengan la misma distancia La. También es preferible que la incisión C en la cara del fondo se localice a una distancia (valor del desplazamiento) de 0.5La del segmento de hendidura A cuando se mide en la dirección de longitud de las fibras.

10 [0081] Si las posiciones de los segmentos de hendidura se ajustan de modo que los segmentos de hendidura se localicen con regularidad, las distancias entre estos segmentos de hendidura (la distancia numerada 53 medida en la dirección horizontal en la Fig. 5), es decir, la distancia entre el segmento de hendidura A en la cara superior y el segmento de hendidura C en la cara del fondo medida en la dirección de orientación de las fibras y la distancia entre el segmento de hendidura B en la cara superior y el segmento de hendidura C en la cara del fondo medida en la dirección de orientación de las fibras, se puede maximizar, así minimizando la posibilidad que los segmentos de hendidura se unan el uno con el otro para servir de defectos para causar que la intercapa se desconche en moldeados.

15 [0082] Idealmente, la profundidad de la incisión H debería ser 0.5H para hacer el tamaño del defecto uniforme, minimizando la medida de los defectos contenidos para minimizar la carga para causar la destrucción. Sin embargo, si allí existen fibras que no son cortadas por los segmentos de hendidura de la cara superior o por los segmentos de hendidura de la cara del fondo, la fluidez de las fibras disminuirá en gran parte. Para prevenir tal disminución en fluidez, se prefiere que los segmentos de hendidura que tienen una profundidad de incisión Hs de aproximadamente 0.55H, es decir, la suma de 0.5H y 0.05H (la superposición CO5 en la Fig. 5), se hacen de caras del fondo y la parte superior. Esto previene la disminución en la fluidez de las fibras en los moldeados durante un proceso de moldeado, que sirve para la producción estable de moldeados sin defectos de calidad.

20

[0083] Como un medio de incisiones que se forman en un material de base preimpregnado de su parte superior y caras del fondo, está preparado primero un material de base preimpregnado elemental (material de base preimpregnado preliminar) comprendiendo fibras de refuerzo continuas orientadas en una dirección y una resina de matriz adherida a las fibras de refuerzo, se sigue presionando un rodillo rotatorio provisto de láminas en posiciones predeterminadas tanto contra la parte superior como contra las caras del fondo del material de base preimpregnado preliminar para formar incisiones en la dirección de grosor del material de base preimpregnado que no penetra el material de base preimpregnado (capa).

25

30 [0084] Un plástico reforzado con fibra que se produce preparando un laminado que comprende al menos un material de base preimpregnado con incisión de dos caras ya que un componente de capa y moldeando el laminado que resulta tiene rasgos como se describe abajo.

[0085] Así, el material de base preimpregnado con incisión de dos caras tiene una estructura específica que contiene incisiones con fibras orientadas localizadas inmediatamente encima o debajo de las para impedirles abrirse. Esto previene o retrasa el progreso de destrucción que comienza de incisiones donde las fibras que refuerzan se cortan, llevando al plástico reforzado con fibra que tiene una alta fuerza.

35

[0086] Si los segmentos de hendidura en el material de base preimpregnado de la invención tienen un ángulo de inclinación  $\Theta_a$  en la dirección de grosor del material de base preimpregnado, con una distancia S entre la línea de corte de una hendidura en las fibras de refuerzo en la cara superior del material de base preimpregnado y la de la hendidura en la cara del fondo, medida en la dirección de orientación de las fibras de refuerzo, el ángulo de inclinación  $\Theta_a$  determinado por la ecuación siguiente (Fórmula I) de la distancia S y el grosor H del material de base preimpregnado debería estar preferentemente en la variedad de 1 a 25°.

40

$$\Theta_a = \tan^{-1}\left(\frac{H}{S}\right) \quad \text{Fórmula I}$$

[0087] Este modo de realización del material de base preimpregnado de la invención es denominado en lo sucesivo un material de base preimpregnado de incisión inclinada.

45

[0088] Como se describe encima, la profundidad de la incisión tiene gran influencia en la fuerza porque las fibras, que transfieren una alta proporción de la carga, son cortadas por las incisiones para prevenir la transferencia de carga, llevando a la concentración de la tensión.

5 [0089] Se ha encontrado que si las incisiones inclinadas en la dirección de grosor del material de base preimpregnado se hacen para formar una cifra geométrica específica en la cual las fibras de reducción se superponen la una a la otra, la existencia de las incisiones inclinadas permite que las fibras de reducción transfieran suavemente la carga aplicada a las fibras. En particular, los moldeados habiendo mejorado en gran parte las características mecánicas se obtienen cuando el ángulo de inclinación  $\Theta a$  de las incisiones es  $25^\circ$  o menos. Por otra parte, será muy difícil formar incisiones inclinadas que tienen un ángulo de inclinación  $\Theta a$  de menos de  $1^\circ$ .

10 [0090] Es una manera de formar incisiones inclinadas en la dirección de grosor en una base de preimpregnada para formar incisiones directamente inclinadas. Otro camino, por ejemplo, es preparar un material de base preimpregnado preliminar que comprende las fibras de refuerzo dispuestas en una dirección, haciendo incisiones que penetran en la capa en la dirección de grosor, calentándose para ablandar el material de base preimpregnado preliminar, y, manteniendo el estado, presionando rodillos de presión que tienen velocidades de giro diferentes contra la parte superior y caras del fondo para hacer que una fuerza de corte incline las secciones en las fibras de refuerzo en la dirección de grosor.

15 [0091] La Fig. 6 muestra un corte transversal esquemático longitudinal en un modo de realización del material de base preimpregnado de incisión inclinada producida por el camino último. En la Fig. 6, las fibras de refuerzo se orientan en la dirección izquierda y correcta (dirección horizontal) en el material de base preimpregnado de incisión inclinada P6 y el material de base preimpregnado de incisión inclinada P6 tiene un grosor H (la longitud numerada 61 en la dirección vertical en la Fig. 6).

20 [0092] Como se ha visto de la Fig. 6, las líneas de corte (líneas de incisión) en las fibras de refuerzo que muestran las incisiones que penetran de la cara superior a la cara del fondo, al principio en la dirección de grosor del material de base preimpregnado (dirección vertical), se cambian a las líneas de corte (líneas de incisión) 62 en las fibras de refuerzo que son inclinadas en la dirección de grosor del material de base preimpregnado a consecuencia de una fuerza de corte aplicada por rodillos de presión que tienen velocidades de giro diferentes a caras del fondo y la parte superior. Además, las líneas de corte actuales (líneas de incisión) 62 tienen una forma en zigzag. Así, no se puede decir que las líneas de corte 62 (incisiones C6) son rectas.

25 [0093] Por el bien de la conveniencia, la distancia, medida en la dirección de orientación de la fibra (la dirección horizontal en la Fig. 6), entre la posición de una incisión en la cara superior y la posición de la incisión en la cara del fondo en el material de base preimpregnado de incisión inclinada 6P se menciona como la distancia S (la distancia de corte S) (la distancia numerada 63 medida en la dirección horizontal en la Fig. 6), y la línea recta que une la posición de la incisión en la cara superior y la posición de la incisión en la cara del fondo en el material de base preimpregnado de incisión inclinada 6P se menciona como la línea de corte 64. El ángulo entre la línea de corte 64 y la cara superior del material de base preimpregnado P6 se menciona como el ángulo de inclinación  $\Theta a$ . La distancia de corte S se determina haciendo un promedio de la distancia de corte de todas las incisiones contenidas ante el material de base preimpregnado P6. El ángulo de inclinación  $\Theta a$  de las incisiones es calculado de la distancia de corte S y el grosor H del material de base preimpregnado P6 por la ecuación siguiente (Fórmula I).

$$\Theta a = \tan^{-1} \left( \frac{H}{S} \right) \quad \text{Fórmula I}$$

30 [0094] Aquí, se prefiere que la distancia de corte S en el material de base preimpregnado de incisión inclinada esté en la variedad de 50 mm a 5 mm.

[0095] Un plástico reforzado con fibra producido preparando un laminado que comprende el material de base preimpregnado de incisión inclinada al menos ya que un componente de capa y moldeando el laminado que resulta tiene el rasgo característico siguiente.

35 [0096] Un moldeado producido contiene una capa de la fibra de refuerzo en la cual los extremos cortados de las fibras de refuerzo se alinean en un plano inclinado en la dirección de grosor a consecuencia del uso del material de base preimpregnado de incisión inclinada. La distribución de estos extremos cortados de las fibras de refuerzo en la capa de



la fibra de refuerzo es similar a la de bordes de la fibra inclinados en la dirección de grosor en la Fig. 6. La existencia de extremos cortados de las fibras de refuerzo distribuidas en tal manera realza la eficacia de la transferencia de la carga entre bordes de la fibra en el moldeado que resulta, sirve para impedir la destrucción desde el comienzo de las incisiones (extremos cortados de las fibras de refuerzo). En particular, este efecto se realiza cuando la distancia entre los bordes de la fibra es pequeña. En consecuencia, se puede conseguir una fuerza muy alta en caso del moldeado que tiene una forma simple que no requiere que las fibras fluyan sumamente suavemente para la formación flexible.

[0097] Un material de base preimpregnado de la invención comprende una pluralidad de materiales de base preimpregnados cada uno de los cuales comprende muchas fibras de refuerzo dispuestas considerablemente en una dirección y una resina de matriz, y a aquellas de las cuales son laminadas e integradas la una a la otra, donde al menos un material de base preimpregnado en el material de base preimpregnado laminado es el material de base preimpregnado de la invención y disposición de direcciones de las fibras de refuerzo en el material de base preimpregnado laminado son al menos dos direcciones diferentes.

[0098] La Fig. 3A muestra una vista parcialmente extraída de un modo de realización del material de base laminado de la invención. La Fig. 3B muestra una vista del corte transversal A-A especificado en la Fig. 3A. En la Fig. 3A, el material de base laminado LB3 es un producto laminado híbrido que comprende cuatro capas del material de base preimpregnado de la invención, P3a, P3b, P3c y P3d y una capa de un material de base preimpregnado no cortada 31. La dirección de orientación de las fibras de refuerzo en las cuatro capas del material de base preimpregnado P3a, P3b, P3c y P3d es en dirección de 45°, 0°, -45° y 90°, respectivamente. Los materiales de base preimpregnados P3a, P3b, P3c y P3d tienen muchos segmentos de hendidura C3a, C3b, C3d y C3d, respectivamente.

[0099] El material de base laminado de la invención puede comprender sólo una laminación de una pluralidad del material de base preimpregnado de la invención, o una materia de base convencional que es ampliamente usada para producir el plástico moldeado reforzado con fibra laminado con al menos un material de base preimpregnado de la invención.

[0100] Si sólo una capa en el material de base laminado es el material de base preimpregnado de la invención, el flujo de la resina de matriz durante el proceso de moldeado hará que la fibra sólo fluya en la dirección perpendicular (dirección de 90°) a la dirección de orientación de las fibras. Así, el flujo de la resina en la dirección de 90° es la fuerza impulsora para mover las fibras, y por lo tanto, ocurrirá fluidez preferible de las fibras en caso de un material de base preimpregnado que comprende dos o más capas del material de base preimpregnado, al menos uno de las cuales es el material de base preimpregnado de la invención alineado con su dirección de orientación de la fibra que está en una dirección diferente del otro.

[0101] Si por la razón que sea, los materiales de base preimpregnados de la invención tienen que ser contiguos el uno con el otro en una materia de base así laminada con su dirección de orientación de la fibra que coincide el uno con el otro, se prefiere que las incisiones en ellas no se superpongan la una a la otra. Es preferible que un material como una película de resina se proporcione entre los materiales de base preimpregnados de la invención para mejorar la fluidez de las fibras.

[0102] Si tal flujo de las fibras no es necesario en algunas partes en el material de base laminado, es preferible que una materia de base que comprende fibras continuas sea laminada. En tal caso, esto puede mejorar las características mecánicas en tales partes. Según la forma de un moldeado propuesto, se puede usar un material de base preimpregnado unidireccional sin incisiones en la laminación con el material de base preimpregnado de la invención. Por ejemplo, no habrá problemas con la fluidez de las fibras en un producto tubular que tiene una forma transversal constante, si un material de base preimpregnado unidireccional sin incisiones se usa en la dirección sin cambios de la forma.

[0103] Las Figs. 4A y 4B muestran una sección longitudinal para describir el mecanismo del flujo de fibras que ocurrirá cuando el material de base preimpregnado de la invención se use. La Fig. 4A muestra un material de base preimpregnado LB4 que comprende un material de base preimpregnado P4x que tienen una dirección de disposición de la fibra de 90° colocados en la superficie de un troquel inferior 41, un material de base preimpregnado P4a de la invención que tiene incisiones y una dirección de disposición de la fibra de 0° colocados en el material de base preimpregnado P4x, y además, un material de base preimpregnado P4y que tiene una dirección de disposición de la fibra de 90° colocados en el material de base preimpregnado P4a.

- 5 [0104] Se aplica una presión 42 desde encima del material de base laminado LB4 por un troquel superior (no mostrado), y se produce un moldeado. Durante este proceso de moldeado, como se muestra en la Fig. 4B, una resina exprimida por la presión 42 forma un flujo de resina 43 en la dirección perpendicular de la dirección de orientación de las fibras en el material de base preimpregnado P4x y el material de base preimpregnado P4y y los bordes de corte contiguos de las fibras de refuerzo en una incisión C4 son movidos por el flujo lejos el uno del otro para formar un hueco (que se abre) 44.
- 10 [0105] Si cada capa contiene fibras en direcciones de orientación diferentes, los flujos de fibras entre las capas serán causados en consecuencia en direcciones diferentes sobre distancias diferentes, pero el desplazamiento será absorbido por el deslizamiento entre las capas. Así, aun si el contenido del volumen de la fibra Vf es hasta el 45 a 65%, se puede conseguir una fibra de alta fluidez porque el material de base laminado de la invención tiene una estructura que permite a la resina distribuirse desigualmente entre las capas.
- [0106] En caso de un SMC, los hilos cortados dispersados de forma aleatoria se diferenciarán en fluidez y fluirán en direcciones diferentes, pero las fibras interferirán la una con la otra para prevenir el flujo. Así, la fluidez sólo se puede mantener cuando el contenido del volumen de la fibra Vf está debajo aproximadamente el 40%.
- 15 [0107] Como consiguiente, el material de base laminado de la invención puede permitir que las fibras tengan alta fluidez aun si tiene un contenido del volumen de la fibra alto Vf para producir moldeados que tienen buenas características mecánicas. La viscosidad de la resina durante el proceso de moldeado debería ser preferentemente  $1 \times 3 \cdot 10^4 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  o menos para mantener una fluidez de resina deseada, pero una viscosidad de resina de menos de  $0,01 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  no siempre será preferible porque se prevendrá la transferencia de la fuerza eficiente a las fibras por la resina.
- 20 [0108] Se prefiere que el material de base laminado de la invención sólo comprenda los materiales de base preimpregnados de la invención y que las fibras de refuerzo se alineen pseudo-isotrópicamente sobre el material de base laminado entero. El uso exclusivo de los materiales de base preimpregnados de la invención permite que aire atrapado durante un proceso de laminación se suelte a través de incisiones en la dirección del grosor para prevenir la formación de vacíos, sirviendo para producir moldeados que tienen buenas características mecánicas.
- 25 [0109] En particular, es preferible la laminación isotrópica tal como  $[+45 / 0 / -45 / 90]_s$  y  $[0 / \pm 60]_s$  porque sirve para producir moldeados que tienen propiedades físicas uniformes y para prevenir la urdimbre de los moldeados. Como se describe encima, además, el flujo de la resina en la dirección de  $90^\circ$  es la fuerza impulsora para mover las fibras, y aunque las condiciones del flujo de la fibra se diferencien según las orientaciones de la fibra en las capas contiguas, el uso de la laminación pseudo-isotrópica ayudará a conseguir una fluidez de la fibra isotrópica, llevando a poca variación en la fluidez de las fibras. Así este material de base preimpregnado puede ser un material de moldeado preferible para producir moldeados muy robustos.
- 30 [0110] En el material de base laminado de la invención, se prefiere que dos capas contiguas que tienen considerablemente la misma dirección de la fibra (dos capas de  $+45^\circ$ , dos capas de  $0^\circ$ , dos capas de  $-45^\circ$  o dos capas de  $90^\circ$  en un material de base preimpregnado de  $[+45 / 0 / -45 / 90]_s$ , por ejemplo) contengan filas de hendidura, cada una comprendiendo muchos segmentos de hendidura, alineados con regularidad, y que las hendiduras en las filas en una de las capas del material de base preimpregnado se cambien en la dirección de longitud de las fibras de las hendiduras en las filas en la otra capa del material de base preimpregnado.
- 35 [0111] El plástico reforzado con fibra producido moldeando el material de base laminado de la invención comenzará a destruirse cuando las incisiones en capas principales que llevan la carga aplicada, han conectado la una con la otra. Cuando se aplica una carga a un plástico reforzado con fibra, los pares de capa principales que aguantan la carga aplicada son los que tienen considerablemente la misma dirección de la fibra, y la fuerza del plástico reforzado con fibra se puede mejorar previniendo la unión entre las incisiones en aquellas capas contiguas.
- 40 [0112] Así, se puede mejorar la fuerza cambiando las posiciones de las incisiones en una capa, como se ha visto cuando se proyectan de una dirección del plano del material de base laminado, en comparación con las de la capa contigua con la misma dirección de orientación. Se prefiere que las posiciones de las incisiones en capas contiguas con la misma orientación se cambien la una con la otra en la dirección de longitud de las fibras por  $0.5X$ , donde X denota la distancia entre las filas de las incisiones. Esto es porque la distancia entre las incisiones se maximiza en este estado. En particular, se puede obtener el plástico reforzado con fibra habiendo mejorado en gran medida la fuerza si las posiciones de las incisiones se cambian en la dirección de longitud de las fibras en las capas que llevarán
- 45

considerablemente la carga aplicada al plástico reforzado con fibra que resulta, es decir, las capas con fibras orientadas en una dirección dentro de  $\pm 10^\circ$  de la dirección de la carga.

5 [0113] La Fig. 9 muestra una vista en planta de un modelo de incisión típico en cada uno de los materiales de base preimpregnados en un estado de laminación de los materiales de base preimpregnados de la invención para ser laminado. En un laminado que comprende materiales de base preimpregnados laminados que tienen ángulos diferentes de direcciones de disposición de la fibra, donde un material de base preimpregnado  $\alpha$ , que es uno seleccionado de forma aleatoria de aquellas capas que tienen una dirección de disposición de la fibra a lo largo de una dirección de interpretación de la carga en un plástico reforzado con fibra para moldear, es en comparación con un material de base preimpregnado  $\beta$ , que existe en una posición más cercana al material de base preimpregnado  $\alpha$  y tiene la misma dirección de disposición de la fibra, se prefiere que las incisiones C9b en un material de base preimpregnado  $\beta$  se localizan en una posición cambiada en la dirección de longitud de las fibras F9 por 0.5X (la distancia numerada 91 en la dirección horizontal en la Fig. 9), donde X denota la distancia de un C9Ra a otro C9Ra, cada un comprendiendo incisiones C9a en un material de base preimpregnado  $\alpha$ .

15 [0114] Aquí, se supone que las fibras se orientan considerablemente en la misma dirección a fin de tener una pequeña divergencia en cuenta de un ángulo de la dirección de orientación a la hora de la laminación. El término «considerablemente en la misma dirección» generalmente significa que la divergencia de ángulo es dentro de  $\pm 10^\circ$ .

20 [0115] El plástico reforzado con fibra de la invención se produce curando el material de base laminado de la invención. Un método de curación o un método de moldeo de producir el plástico reforzado con fibra, puede ser el moldeo a presión, el moldeo de autoclave, el moldeo de la lámina o algo parecido. En particular, el moldeo a presión es preferible en vista de su eficacia de producción.

25 [0116] Cuando se usa el material de base laminado de la invención, se puede proporcionar un encarte metálico para montar un miembro rotativo o parecido en una parte que comprende sólo los materiales de base preimpregnados de la invención, seguida de curar e integración para reducir el coste del montaje. En tales casos, si se proporciona una pluralidad de partes cóncavas alrededor del encarte metálico, las fibras móviles entrarán fácilmente en la parte cóncava para llenar el espacio, y además, tendrá lugar el calafateo a consecuencia de la diferencia en el coeficiente de expansión térmica entre el metal y las fibras durante el proceso de refrigeración de la temperatura de moldeo para permitir que el encarte metálico firmemente se integra.

30 [0117] El material de base preimpregnado de la invención y el plástico reforzado con fibra de la invención que comprende el antiguo se usan preferentemente para usos incluido partes de bicicleta; eje y cabeza de golf y otros utensilios de deportes; elementos de coche como puerta y marco de la lámina; y partes mecánicas como manga de robot, requerida para que tenga alta fuerza, alta rigidez y sea ligera. En particular, se usan preferentemente en paneles de lámina, marcos de lámina y otras partes de coche requeridas que tengan alta fuerza y peso pequeño manteniendo una capacidad de formación muy flexible durante un proceso para producir moldeados que tienen una forma de elemento complicada.

35 [0118] Algunos otros modos de realización del material de base preimpregnado de la invención se describen abajo. Estos otros modos de realización del material de base preimpregnado también se usan del mismo modo que los modos de realización del material de base preimpregnado de la invención descrita encima como material para formar el material de base laminado de la invención o el plástico reforzado con fibra de la invención descrita encima. Estos otros modos de realización del material de base preimpregnado tienen acciones diferentes y efectos de los modos de realización del material de base preimpregnado de la invención descrita encima, y tales acciones y efectos se describirán abajo para cada una de estos otros modos de realización del material de base preimpregnado. Se prefiere que estos materiales de base preimpregnados se usen considerando tales acciones y efectos de producir el material de base laminado de la invención y el plástico reforzado con fibra de la invención como se describe encima.

45 [0119] En el material de base preimpregnado de la invención, se prefiere que un ángulo oblicuo  $\Theta_b$  de cada incisión en una superficie del material de base preimpregnado de la dirección de orientación de cada fibra de refuerzo tenga un valor absoluto en la variedad de 2 a  $25^\circ$ . Este modo de realización del material de base preimpregnado de la invención es denominado en lo sucesivo un material de base preimpregnado de incisión oblicua de ángulo específico.

50 [0120] Este material de base preimpregnado de incisión continua de ángulo específico tiene una duración de segmento de fibra L de 10 a 100 mm, un grosor del material de base preimpregnado H de 30 a 300 mm y un contenido del volumen de la fibra Vf del 45 a 65%.

[0121] El material de base preimpregnado de incisión continua de ángulo específico, que es un modo de realización del material de base preimpregnado de la invención, se caracteriza en que el ángulo oblicuo  $\Theta_b$  de la dirección de cada incisión (dirección de la incisión) de la dirección de orientación de las fibras de refuerzo tiene un valor absoluto en la variedad de 2 a 25°.

5 [0122] Si el valor absoluto del ángulo oblicuo  $\Theta_b$  excede 25°, será posible conseguir una fluidez de las fibras y producir el moldeado que tiene características mecánicas altas en comparación con un SMC, etc. Sin embargo, las características mecánicas del moldeado se pueden mejorar en gran parte manteniendo el valor absoluto del ángulo oblicuo  $\Theta_b$  en 25° o menos.

10 [0123] Si el valor absoluto del ángulo oblicuo  $\Theta_b$  es menos de 2°, por otra parte, será difícil hacer incisiones establemente en un material de base preimpregnado elemental (material de base preimpregnado preliminar), aunque sea asequible una fluidez de las fibras y una característica mecánica buena. Es decir las fibras tienden a alejarse de una lámina cortante para hacer difícil proporcionar incisiones establemente ya que la dirección de las incisiones se acerca a la dirección de orientación de las fibras.

15 [0124] Para permitir que la longitud de segmento de fibra L sea 100 mm o menos, además, la distancia mínima entre las incisiones contiguas tiene que ser menos de 0,9 mm si el valor absoluto del ángulo oblicuo  $\Theta_b$  es menos de 2°, haciendo difícil producir el material de base preimpregnado de incisión continua de ángulo específico establemente. Si la distancia entre las incisiones contiguas es pequeña como esta, además, será difícil manejar la operación para laminar los materiales de base preimpregnados de incisión oblicua de ángulo específico en un laminado. En vista de la relación entre la facilidad del control de la incisión y las características mecánicas, se prefiere que el valor absoluto del ángulo oblicuo  $\Theta_b$  esté en la variedad de 5 a 15°.

20

[0125] Algunos modelos de incisión preferibles para el material de base preimpregnado de incisión continua de ángulo específico se describen abajo refiriéndose a las Figs. 11 a 14.

25 [0126] La Fig. 11 muestra una vista en planta de un modo de realización del material de base preimpregnado de incisión continua de ángulo específico. En la Fig. 11, el material de base preimpregnado de incisión continua de ángulo específico P11 comprende un gran número de las fibras de refuerzo F11 orientadas en una dirección y una resina de matriz (no mostrada) adherida a las fibras de refuerzo F11. La orientación de las fibras F11 está en la dirección vertical VD en la Fig. 11. En el material de base preimpregnado P11, se proporcionan un gran número de incisiones C11 a intervalos en la dirección de orientación de las fibras F11. Cada una del gran número de incisiones C11 está en forma de una incisión continua. Cada C11 de la incisión está en un ángulo oblicuo  $\Theta_b$  (el ángulo numerado 111 en la Fig. 11) a la dirección de orientación de las fibras. Este modo de realización del material de base preimpregnado de la invención se menciona como un material de base preimpregnado de incisión continua oblicua de ángulo específico.

30

35 [0127] La Fig. 12 también muestra una vista en planta de otro modo de realización del material de base preimpregnado de incisión continua de ángulo específico. En la Fig. 12, el material de base preimpregnado de incisión continua de ángulo específico P12 comprende un gran número de las fibras de refuerzo F12 orientadas en una dirección y una resina de matriz (no mostrada) adherida a las fibras de refuerzo F12. La orientación de las fibras F12 está en la dirección vertical VD en la Fig. 12. En el material de base preimpregnado P12, se proporcionan un gran número de incisiones C12 a intervalos en la dirección de orientación de las fibras F12. Cada una del gran número de incisiones C12 está en forma de una incisión que tiene cierta longitud. Así, el gran número de incisiones C12 comprende un gran número de segmentos de hendidura C12a y C12b. Este modo de realización del material de base preimpregnado de la invención se menciona como un material de base preimpregnado de incisión de longitud constante oblicua de ángulo específico.

40

45 [0128] En la Fig. 11 y Fig. 12, las fibras F11 y F12 son considerablemente cortadas en segmentos de la fibra por incisiones contiguas (pares de incisiones) en la dirección de orientación (dirección de longitud) de las fibras. El término «considerablemente cortado» significa que el 95% o más de las fibras de refuerzo F11 o F12 contenidas en el material de base preimpregnado P11 o P12 se corta en más de un segmento. Las incisiones que son contiguas en la dirección de orientación (dirección de longitud) de las fibras se localizan a intervalos 112 o 122, y esta distancia 112 o 122 es considerablemente igual a la longitud de segmento de fibra L, aunque puedan haber pequeñas diferencias en algunos casos. La longitud de segmento de fibra L está en la variedad de 10 a 100 mm. El grosor del material de base preimpregnado H de los materiales de base preimpregnados P11 y P12 está en la variedad de 30 a 300 mm.

[0129] El valor absoluto del ángulo oblicuo  $\Theta_b$  de la incisión C11 en la Fig. 11 y la de la incisión C12 en la Fig. 12 (numerada 111 y 121 en la Figs. 11 y 12, respectivamente) están en la variedad de 2 a 25° sobre la cara entera de los materiales de base preimpregnados.

5 [0130] La Fig. 13 muestra vistas en planta de dos tipos del material de base preimpregnado de incisión de longitud constante, que son diferentes del material de base preimpregnado de incisión oblicua de ángulo específico de longitud constante. En la Fig. 13, la orientación de las fibras está en la dirección vertical VD. En la Fig. 13 (a), la incisión C13a en el material de base preimpregnado P13a tiene un valor absoluto del ángulo oblicuo  $\Theta_b$  de 90°. En la Fig. 13 (b), la incisión C13b en el material de base preimpregnado P13b tiene un valor absoluto del ángulo oblicuo  $\Theta_b$  de más de 25°. Estos materiales de base preimpregnados P13a y P13b no servirán para producir tales moldeados de alta fuerza como producido del material de base preimpregnado de incisión de longitud constante oblicuo de ángulo específico.

10 [0131] La Fig. 14 muestra una vista en planta del material de base preimpregnado de incisión continua de ángulo específico. La Fig. 14 muestra cinco materiales de base preimpregnados respectivos P14a, P14b, P14c, P14d y P14e que tienen modelos de incisión diferentes. Las fibras de refuerzo en los materiales de base preimpregnados mostradas en la Fig. 14 se orientan en la dirección vertical VD. El P14a del material de base preimpregnado mostrado en la Fig. 14 (a) tiene un modelo de incisión CP14a en el cual las incisiones oblicuas, continuas se alinean con regularidad. En cuanto a su forma, las incisiones están en forma de líneas rectas. El P14b del material de base preimpregnado mostrado en la Fig. 14 (b) tiene un modelo CP14b en el cual las incisiones oblicuas, continuas se alinean en dos intervalos diferentes. En cuanto a su forma, las incisiones están en forma de líneas rectas. El P14c del material de base preimpregnado mostrado en la Fig. 14 (c) tiene un modelo de incisión CP14c en el cual las incisiones continuas se alinean con regularidad. En cuanto a su forma, las incisiones están en la forma de curvas (serpenteando líneas). El P14d del material de base preimpregnado mostrado en la Fig. 14 (d) tiene un modelo de incisión CP14d en el cual las incisiones oblicuas, discontinuas se alinean en dos direcciones diferentes. En cuanto a su forma, las incisiones están en forma de líneas rectas. El P14e del material de base preimpregnado mostrado en la Fig. 14 (e) tiene un modelo de incisión CP14e en el cual las incisiones oblicuas, discontinuas se alinean con regularidad. En cuanto a su forma, las incisiones están en forma de líneas rectas.

15 [0132] Las incisiones pueden tener una forma curva como en la Fig. 14 (c), pero deberían estar preferentemente en forma de líneas rectas como en la Figs. 14 (a), (b), (d) y (e) porque la fluidez de las fibras se puede controlar fácilmente. La longitud L de los segmentos de la fibra que resultan de las incisiones puede no ser constante como en la Fig. 14 (b), se prefiere que la longitud de segmento de fibra L sea constante sobre la cara entera del material de base preimpregnado porque la fluidez de las fibras se puede controlar fácilmente y se puede reducir la variación en la fuerza de moldeados.

20 [0133] El término «línea recta» significa esencialmente una parte de una línea recta como se define en geometría, pero puede comprender una parte que no se define así como línea recta en geometría mientras sirven para el control fácil de la fluidez de las fibras. Así, la longitud de segmento de fibra L puede no ser constante en algunas partes de la cara del material de base preimpregnado.

25 [0134] Los materiales de base preimpregnados mostrados en la Fig. 11 y las Figs. 14 (a), (b) y (c) son variaciones del material de base preimpregnado de incisión continua oblicua de ángulo específico (modo de realización [1]). Así, se proporcionan las incisiones continuas en estos materiales de base preimpregnados. En caso del modelo de incisión en el modo de realización [1], las incisiones no son discontinuas y sin flujos desequilibrados de las fibras alrededor de bordes de corte y todos los segmentos de la fibra en las partes cortadas tienen una longitud constante L, llevando a fluidez estable de las fibras. Ya que las incisiones son continuas, la periferia del material de base preimpregnado puede contener partes donde las incisiones son discontinuas o se puede fijar con un apoyo como un periódico de liberación parecido a una lámina sin incisiones y una película de modo que la división del material de base preimpregnado por incisiones contiguas se elimine para mejorar la manejabilidad del material de base preimpregnado de incisión continua oblicua de ángulo específico.

30 [0135] Los materiales de base preimpregnados mostradas en la Fig. 12 y Figs. 14 (d) y (e) son variaciones del material de base preimpregnado de incisión de longitud constante oblicuo de ángulo específico (modo de realización [2]). Como se ha visto en la Fig. 12, incisiones discontinuas C12 que tienen una longitud de segmento de hendidura proveen a  $W_s$  (la longitud numerada 123 en la Fig. 12) de 30 mm a 100 mm sobre la cara entera del material de base preimpregnado P12, y se prefiere que la incisión C12a tenga la misma forma geométrica con las incisiones C12b que son contiguas a la incisión C12a en la dirección de longitud de las fibras.

[0136] Si la longitud de segmento de hendidura  $W_s$  es menos de 30 mm, será difícil controlar las incisiones y también difícil de mantener la longitud de segmento de fibra  $L$  en la variedad de 10 a 100 mm sobre la cara entera del material de base preimpregnado. Así, la fluidez de las fibras va a deteriorarse pesadamente si existen fibras sin cortes. Por otra parte, un número excesivo de incisiones llevará a partes que tienen una longitud de segmento de fibra  $L$  de menos de 10 mm, que es indeseable.

[0137] Al contrario, la fuerza del moldeado se mantendrá en una pequeña variedad si la longitud de segmento de hendidura  $W_s$  es más grande que 10 mm. Así, la carga para causar la destrucción se hará casi constante como el número de bordes de las fibras excede de cierto valor.

[0138] El material de base preimpregnado P12 mostrado en la Fig. 12 tiene una longitud de segmento de fibra constante  $L$  y una longitud de segmento de hendidura constante  $W_s$ . En este caso, cualquier incisión C12 (por ejemplo, la incisión C12a) superpondrá otra incisión C12 (por ejemplo, C12b) ya que se traduce a lo largo de la dirección de orientación de las fibras.

[0139] La producción estable del material de base preimpregnado P12 que tiene la longitud de segmento de fibra  $L$  de 100 mm o menos puede ser asegurado por la existencia de la superposición 124, que permite que las fibras se corten en segmentos con una longitud más corto que la longitud  $L$  de los segmentos de la fibra cortados por incisiones contiguas en la dirección de orientación de las fibras.

[0140] El modelo de incisión del modo de realización [2] sirve para conseguir alta manejabilidad del material de base preimpregnado que resulta en la laminación de los materiales de base preimpregnados porque las incisiones son discontinuas. Otros modelos de la incisión CP14d y CP14e que son diferentes del modelo de incisión CP12 en la Fig. 12 se muestran en la Figs. 14 (d) y 14 (e) para sugerir que cualquier modelo de incisión se puede usar mientras cumplen con los requisitos ya mencionados.

[0141] En cuanto al modo de realización [2], en vista de las características mecánicas, se prefiere que la longitud de segmento de hendidura  $W_s$  esté en la variedad de 30 mm a 1,5 mm. Si el valor absoluto del ángulo oblicuo  $\Theta_b$  se mantiene en la variedad de 2 a 25 °, la longitud de segmento de hendidura  $W_s$  (la longitud proyectada  $W_s$ ) puede ser pequeña en comparación con la longitud de la incisión actual, y es posible formar incisiones muy cortas que tienen una longitud de segmento de hendidura  $W_s$  de 1,5 mm o menos establemente en un proceso industrial.

[0142] Como la longitud de segmento de hendidura  $W_s$  se reduce, el número de fibras cortadas por una incisión disminuye, lo que probablemente servirá para la producción de moldeado habiendo mejorado la fuerza. En particular, una longitud de segmento de hendidura  $W_s$  de 1,5 mm o se espera que menos mejore en gran parte la fuerza del moldeado que resulta. En vista de la procesabilidad, se prefiere que la longitud de segmento de hendidura  $W_s$  esté en la variedad de 1 mm a 100 mm para permitir el uso de un instrumento simple para formar incisiones.

[0143] El flujo de la resina de matriz y las fibras durante el proceso de moldeado que usa el material de base laminado de la invención para producir el plástico reforzado con fibra se describe encima refiriéndose a las Figs. 4A y 4B, pero el descrito abajo es el flujo de las fibras en un caso donde el ya mencionado material de base preimpregnado de incisión continua oblicua de ángulo específico (modo de realización [1]) se usa como un modo de realización del material de base preimpregnado de la invención y un caso donde el material de base preimpregnado de incisión de longitud constante oblicua de ángulo específico (modo de realización [2]) se usa como un modo de realización del material de base preimpregnado de la invención.

[0144] Antes de la descripción, la Fig. 15A se usa primero para hablar de un producto laminado LB15 producido laminando los materiales de base preimpregnados P15 en el cual el valor absoluto del ángulo  $\Theta_b$  entre las incisiones mostradas en la Fig. 13 (a) y la dirección de orientación de las fibras es 90 ° para ilustrar la comparación con el material de base preimpregnado de la invención. La Fig. 15A muestra una vista de perspectiva oblicua del producto laminado LB15. Las fibras F15 en el material de base preimpregnado P15 se orientan en la dirección horizontal en la Fig. 15A. El material de base preimpregnado P15 tiene muchos segmentos de hendidura C15 alineados a intervalos en la dirección de orientación de las fibras. La Fig. 15B, que da el corte transversal A-A especificado en la Fig. 15A, muestra una parte del material de base preimpregnado P15 usando líneas continuas.

[0145] Como se ha visto de la Fig. 15A, las incisiones C15 alineadas vertical a la dirección de orientación de las fibras F15 se proporcionan sobre la cara entera del material de base preimpregnado P15. Las incisiones C15 penetran el material de base preimpregnado P15 en su dirección de grosor de la cara superior a la cara del fondo. Si la longitud de

segmento de fibra L está en la variedad de 100 mm o menos, la fluidez requerida de las fibras se mantiene y un plástico reforzado con fibra que tiene un área de superficie más ampliada (pero con un grosor disminuido) que el producto laminado LB15 puede ser producido fácilmente por el moldeo a presión, etc.

5 [0146] La Fig. 15C muestra una vista de la perspectiva oblicua de un plástico reforzado con fibra FP15 que tiene el área de superficie ampliada. Como se ha visto de la Fig. 15C, cuando se moldea el plástico reforzado con fibra FP15 que tiene el área ampliada, la capa (capa de la fibra corta) 151 comprendiendo muchos segmentos de la fibra que provienen en el material de base preimpregnado que P15 amplía en la dirección vertical a las fibras, causando la formación de zonas sin fibras (aperturas incisas) 152. Esto es porque las fibras de refuerzo no se estirarán en la mayoría de los casos bajo una pequeña presión tal como se usa para el proceso de moldeo.

10 [0147] En la Fig. 15C, las aperturas incisas 152 tienen una medida que equivalen a la extensión de la capa de la fibra corta 151. Cuando un plástico reforzado con fibra FP15 que tiene un área de 300 X 300 mm se produce de un material de base preimpregnado LB15 que tiene un área de 250 X 250 mm, por ejemplo, la superficie total de las aperturas incisas 152 será de 50 X 300 mm en comparación con el área 300 X 300 mm de superficie de del plástico reforzado con fibra FP15, indicando que las aperturas incisas 152 cuentan 1 / 6 (aproximadamente el 16,7%).

15 [0148] La Fig. 15D muestra el corte transversal A-A especificado en la Fig. 15C e ilustra una apertura incisa que resulta 152 y su cercanía con líneas continuas. En la Fig. 15D, la capa contigua 153 ha entrado en la apertura 152 para formar una parte rica en resina casi triangular 154 y la zona 155 que ha aceptado la capa contigua 153. En consecuencia, cuando un producto laminado LB15 se produce ampliando el material de base preimpregnado P15 durante el proceso de moldeo, la ondulación de la capa 157 y la parte rica en resina 154 se forma en el borde de corte de la fibra 156, llevando al empeoramiento en las características mecánicas y la disminución en la calidad superficial del moldeo que resulta.

20 [0149] Además, la rigidez se diferenciará entre partes llenas de la fibra y sin resina, y esto llevará a la formación del plástico con fibra reforzada FP15 que tiene anisotropía en el plano, haciendo difícil diseñar un producto sin urdimbre y otros problemas. En cuanto a la fuerza, una parte principal de la carga aplicada será transferida por las fibras orientadas en una dirección de aproximadamente  $\pm 10^\circ$  o menos de la dirección de la carga. La carga se tiene que redistribuir a las capas contiguas 153 en el borde de corte de la fibra 156. Aquí, la concentración de la tensión y descamación ocurrirán fácilmente si el borde de corte de la fibra 156b es vertical a la dirección de la carga como se muestra en la Fig. 15D. Por lo tanto, no se puede esperar mejora significativa de la fuerza del moldeo.

30 [0150] Después, la Fig. 16A es usada para ilustrar el producto laminado LB16 que se produce del material de base preimpregnado de incisión continua oblicua de ángulo específico (modo de realización [1]) de la invención. La Fig. 16A muestra una vista de perspectiva oblicua del producto laminado LB16. Las fibras F16 en el material de base preimpregnado P16 se orientan en la dirección horizontal en la Fig. 16A. El P16 del material de base preimpregnado tiene muchas incisiones continuas C16 que se alinean a intervalos en la dirección de orientación de las fibras y oblicuas a la dirección de orientación de las fibras. El valor absoluto del ángulo oblicuo  $\Theta_b$  de las incisiones C16 está en la variedad de  $2^\circ$  a  $25^\circ$ . La Fig. 16B muestra el corte transversal A-A especificado en la Fig. 16A e ilustra una parte del material de base preimpregnado P16 con líneas continuas.

40 [0151] Como se ha visto de la Fig. 16A, se proporcionan incisiones continuas C16 que tienen un valor absoluto del ángulo oblicuo  $\Theta_b$  de  $25^\circ$  o menos a las fibras F16 sobre la cara entera del material de base preimpregnado P16 y las incisiones C16 penetran la capa en su dirección de grosor. Si la longitud de segmento de fibra L está en la variedad de 100 mm o menos, se mantiene la fluidez requerida de las fibras y un plástico reforzado con fibra que tiene un área de superficie ampliada, más grande que en el producto laminado LB16, (pero con un grosor disminuido) puede ser producido fácilmente por el moldeo a presión, etc.

45 [0152] La Fig. 16C muestra una vista de la perspectiva oblicua del plástico reforzado con fibra FP16 que tiene el área de superficie ampliada. Como se ha visto de la Fig. 16C, cuando el plástico reforzado con fibra FP16 que tiene el área ampliada se moldea, la capa (capa de la fibra corta) 161 comprendiendo muchos segmentos de la fibra que provienen en el material de base preimpregnado que P16 amplía en la dirección vertical a las fibras mientras las fibras 16 ellas mismas giran (como se ha indicado por la flecha 162 en la Fig. 16C) para compensar el aumento del área de superficie de la parte ampliada. Las partes sin fibras (aperturas incisas) 152 tal como se muestra en la Fig. 15C no se formarán considerablemente. Si parece que algunas incisiones tienen aperturas, explicarán sólo 0,1 al 10% del área de superficie.

[0153] Como se ha visto de la Fig. 16D que muestra el corte transversal A-A especificado en la Fig. 16C, por lo tanto, no habrá tales partes como las aperturas 152 en la Fig. 15C en la cual la capa contigua 163 puede entrar, haciendo posible producir un plástico reforzado con fibra FP16 que tiene alta fuerza y de alta calidad que es sin ondulaciones de capa o partes ricas en resina.

5 [0154] En el moldeado que resulta, las fibras F16 existen sobre la cara entera de la capa de la fibra y no hay variaciones en el plano en rigidez, haciendo posible diseñar el producto fácilmente como que en caso del plástico convencional reforzado con fibra continua. Esta ventaja clara de rotación y estiramiento de fibras para permitir la producción del plástico reforzado con fibra sin ondulaciones de la capa sólo se puede obtener cuando el valor absoluto del ángulo oblicuo  $\Theta_b$  entre las incisiones y las fibras de refuerzo es de  $25^\circ$  o menos y además las incisiones son continuas.

10 [0155] En cuanto a la fuerza del moldeado, además, si la atención se concentran en las fibras, que son inclinadas aproximadamente  $\pm 10^\circ$  o menos a la dirección de la carga como se describe encima, se ve que los bordes de corte de la fibra 165 se inclinan en la dirección de la carga como se muestra en la Fig. 16D. Los bordes de corte de la fibra 165 se inclinan desde la dirección de grosor de la capa, permitiendo la transferencia lisa de cargas e impidiendo descamaciones desde el principio en los bordes de corte de la fibra 165. Por lo tanto, un moldeado producido del producto laminado LB16 de la invención mostrada en la Fig. 16A ha aumentado en gran parte la fuerza comparada con el producto laminado LB15 mostrado en la Fig. 15A.

15 [0156] Esta inclinación de los bordes de corte de la fibra 165 de la dirección de grosor de la capa resulta de una pequeña variación por el orden 162 de las fibras F16 de la cara superior a la cara del fondo que es causada por la fricción en la parte superior y caras del fondo ya que las fibras ya mencionadas giran. Se cree que esto hace que una  
20 variación en la densidad de las fibras F16 en la dirección de grosor de la capa incline los bordes de corte de la fibra 165 de la dirección de grosor de la capa. Esta ventaja clara de la mejora de gran fuerza causada por los bordes de corte de la fibra inclinados de la dirección de grosor de la capa en la capa de la plástico reforzado con fibra FP16 sólo se obtiene cuando el valor absoluto del ángulo oblicuo  $\Theta_b$  entre las incisiones C16 y las fibras F16 es de  $25^\circ$  o menos.

[0157] Después, la Fig. 17A es usada para ilustrar un producto laminado LB17 que se produce del material de base preimpregnado de incisión de longitud constante oblicuo de ángulo específico (modo de realización [2]) de la invención. La Fig. 17A muestra una vista de perspectiva oblicua del producto laminado LB17. Las fibras F17 en el material de base preimpregnado P17 se orientan en la dirección horizontal en la Fig. 17A. El P17 del material de base preimpregnado tiene muchos segmentos de hendidura de longitud constante C17 que se alinean a intervalos en la dirección de orientación de las fibras y oblicuos a la dirección de orientación de las fibras. El valor absoluto del ángulo oblicuo  $\Theta_b$  de los segmentos de hendidura C17 está en la variedad de  $2^\circ$  a  $25^\circ$ .  
30

[0158] Como se ha visto de la Fig. 17A, los segmentos de hendidura discontinuos C17 que tienen un valor absoluto del ángulo oblicuo  $\Theta_b$  de  $25^\circ$  o menos a las fibras F17 se proporcionan sobre la cara entera del material de base preimpregnado P17 y los segmentos de hendidura C17 penetran la capa en su dirección de grosor. La longitud de segmento de hendidura (longitud proyectada)  $W_s$  se puede disminuir a 1,5 mm o menos reduciendo la longitud actual de las hendiduras y el ángulo oblicuo  $\Theta_b$  de las incisiones. Si tales segmentos de hendidura C17 existen y la longitud de segmento de fibra L son 100 mm o menos sobre la cara entera del material de base preimpregnado P17, la fluidez requerida de las fibras se mantiene y un plástico reforzado con fibra que tiene un área de superficie ampliada, más grande que en el producto laminado LB17, puede ser producido fácilmente por el moldeo a presión, etc.  
35

[0159] La Fig. 17B muestra una vista de la perspectiva oblicua del plástico reforzado con fibra FP17 que tiene un área de superficie ampliada.  
40

[0160] Como se ha visto de la Fig. 17B, cuando se moldea el plástico reforzado con fibra FP17 que tiene el área ampliada, la capa (capa de la fibra corta) 171 comprendiendo muchos segmentos de la fibra que provienen en el material de base preimpregnado que P17 amplía en la dirección vertical a las fibras, pero no alargado en la dirección de la fibra, causando la formación de zonas sin fibras (aperturas incisas) 172. Sin embargo, los haces de fibras cotas adyacentes fluyen en la dirección vertical a las fibras para llenar la apertura incisa 172, llevando a una disminución en el área de la apertura incisa 172.  
45

[0161] Esta tendencia aumenta en particular cuando la longitud de segmento de hendidura (longitud proyectada)  $W_s$  es de 1,5 mm o menos. Considerablemente, no se formarán las aperturas incisas 172, y si parece que algunas incisiones tienen aperturas, explicarán sólo 0,1 al 10% del área de superficie. Por lo tanto, no habrá partes en las cuales la capa



contigua pueda entrar, hacerla posible producir un plástico reforzado con fibra FP17 que tiene alta fuerza y de alta calidad que es sin ondulaciones de la capa o partes ricas en resina.

5 [0162] En el moldeado que resulta, las fibras F17 existen sobre la cara entera de la capa de la fibra y no hay variaciones en el plano en la rigidez, haciendo posible diseñar el producto fácilmente como en el caso del plástico convencional reforzado con fibra continua. Esta ventaja clara del flujo de fibras en la dirección vertical a las fibras para llenar las  
10 aperturas incisas y permitir la producción del plástico reforzado con fibra sin ondulaciones de la capa sólo se puede obtener cuando el valor absoluto del ángulo oblicuo  $\Theta_b$  entre las incisiones y las fibras de refuerzo es de  $25^\circ$  o menos y además la longitud de segmento de hendidura (longitud proyectada)  $W_s$  es de 1,5 mm o menos. La longitud de segmento de hendidura (longitud proyectada)  $W_s$  debería ser más preferentemente de 1 mm o menos para proporcionar una fuerza más alta, moldeado de calidad más alta.

[0163] Todavía es más preferible que el área de las aperturas incisas en la capa más extrema del plástico reforzado con fibra sea considerablemente cero. La expresión «el área de las aperturas incisas es considerablemente cero» significa que la eliminación de aperturas es deseable pero no ocurrirán problemas significativos si el área de las aperturas incisas en las cuentas de capa más externas para el 1% o menos del área de superficie del plástico reforzado con fibra.

15 [0164] Si el valor absoluto del ángulo oblicuo  $\Theta_b$  de la dirección de la fibra excede de  $25^\circ$ , partes ricas en resina y zonas libres de fibra en la capa, es decir, las zonas donde las fibras de refuerzo de la capa contigua se exponen, se forman en la capa más externa, y por lo tanto, tal moldeado no se puede usar con eficacia como miembros externos. Por otra parte, el plástico reforzado con fibra de la invención se puede usar como miembros externos porque tales partes ricas en resina o zonas sin fibras no se formarán fácilmente.

20 [0165] Los métodos consiguieron incisiones que se forman en un material de base preimpregnado elemental (material de base preimpregnado preliminar) para producir el material de base preimpregnado de la invención que se describe encima. Se describen más expresamente abajo refiriéndose a los dibujos.

25 [0166] La Fig. 18 muestra una vista de la perspectiva oblicua de un aparato de incisión típico que comprende un rodillo de cuchilla rotativa que se usa preferentemente para cortar el material de base preimpregnado de la invención. En la Fig. 18, un aparato de incisión CA18 incluye un rodillo de cuchilla rotativa 181. El rodillo de cuchilla rotativa 181 tiene una forma cilíndrica, y se proporciona una lámina helicoidal 182 en su superficie externa. El rodillo de cuchilla rotativa 181 se fija en un árbol motor rotatorio (no mostrado) apoyado rotativamente en una base de equipo (no mostrado) y gira en la dirección indicada con la flecha 183. Se proporcionan medios de transporte del material de base preimpregnado (no mostrado) debajo del rodillo de cuchilla rotativa 181 para apoyar el material de base preimpregnado y transportarlo  
30 en la dirección indicada con la flecha 184. El material de base preimpregnado elemental (material de base preimpregnado preliminar) RP18 para cortar es suministrado bajo el rodillo de cuchilla rotativa 181 por los medios de transporte del material de base preimpregnado y las incisiones C18 son formadas en el material de base preimpregnado elemental (material de base preimpregnado preliminar) RP18 por la lámina helicoidal 182 en el rodillo de cuchilla rotativa 181 que gira. Así se produce un material de base preimpregnado de la invención P18.

35 [0167] La lámina helicoidal 182 puede ser una lámina continua o una lámina discontinua. Una lámina continua es usada para producir un material de base preimpregnado continuamente cortado como se muestra en la Fig. 11. Una lámina discontinua es usada para producir un material de base preimpregnado discontinuamente cortado como se muestra en la Fig. 12.

40 [0168] Se describen otros dos aparatos de incisión abajo refiriéndose a las Fig. 19A y Fig. 19B. Éstos se diseñan para preparar un material de base preimpregnado elemental (material de base preimpregnado preliminar) comprendiendo fibras oblicuamente orientadas y luego hacer incisiones en la dirección de longitud o en la dirección de anchura del material de base preimpregnado elemental.

45 [0169] La Fig. 19A muestra una vista en planta esquemática de un aparato de incisión CA19A. En la Fig. 19A, el aparato de incisión CA19A comprende a una cabeza movable 194A que se mueve en la dirección inclinada de  $2$  a  $25^\circ$  de la dirección de longitud 192a de un material de base preimpregnado elemental RP19A para producir, una cuchilla de corte forzado 195A fijada en un borde en la dirección de longitud 192a del aparato y una lámina rotatoria que trata el borde 196 para recortar un borde del material de base preimpregnado elemental RP19A proporcionado en un borde en la dirección de anchura 193a del aparato.

5 [0170] La cabeza movable 194A coloca un material de base preimpregnado elemental que tiene cierta longitud o es continua o un haz de las fibras de refuerzo impregnadas de la resina de matriz en una Tabla de apoyo del material de base preimpregnado (no mostrado) del aparato CA19A. Esto prepara el material de base preimpregnado elemental RP19A. En el material de base preimpregnado elemental RP19A, la dirección de orientación de las fibras de refuerzo F19A es inclinada de 2 a 25° de la dirección de longitud 192a del material de base preimpregnado elemental RP19A.

10 [0171] Posteriormente, se forman las incisiones por la cuchilla de corte forzado 195A en el material de base preimpregnado elemental RP19A preparado encima. El material de base preimpregnado elemental RP19A se mueve en la dirección indicada por la flecha 197A, y luego se forman un gran número de incisiones en el material de base preimpregnado elemental RP19A a intervalos en su dirección de longitud 192a. Esto produce un material de base preimpregnado de la invención. El borde del lado del material de base preimpregnado elemental RP19A se recorta, como sea necesario, por la lámina rotatoria que trata el borde 196. Un rodillo rotatorio que tiene una lámina del cortador se puede usar en vez de la cuchilla de corte forzado 195A.

15 [0172] La Fig. 19B muestra una vista en planta esquemática de un aparato de incisión CA19B. En la Fig. 19B, el aparato de incisión CA19B comprende una cabeza movable 194B que se mueve en la dirección inclinada de 2 a 25° de la dirección de anchura 192b de un material de base preimpregnado elemental RP19B para producir, y una lámina rotatoria 195B proporcionada en un borde en la dirección de anchura 193b del aparato CA19B.

20 [0173] La cabeza movable 194B coloca un material de base preimpregnado elemental que tiene cierta longitud o es continua o un haz de las fibras de refuerzo impregnadas de la resina de matriz en una Tabla de apoyo del material de base (no mostrada) del aparato CA19B. Esto prepara el material de base preimpregnado elemental RP19B. En el material de base preimpregnado elemental RP19B, la dirección de orientación de las fibras de refuerzo F19B es inclinado de 2 a 25° de la dirección de anchura 193b del material de base preimpregnado elemental RP19B.

25 [0174] Posteriormente, se forman las incisiones por la lámina rotatoria 195B, que se mueve en la dirección de anchura 193b del material de base preimpregnado elemental RP19B, en el material de base preimpregnado elemental RP19B preparado encima. El material de base preimpregnado elemental RP19B se mueve en la dirección indicada por la flecha 197B, y luego se forman un gran número de incisiones en el material de base preimpregnado elemental RP19B a intervalos en su dirección de longitud 192b. Esto produce un material de base preimpregnado de la invención.

[0175] Para el material de base preimpregnado de la invención producida, las incisiones pueden estar llenas o fundirse con una resina actuando termocompresión adhiriéndose a un rodillo, etc. a fin de mejorar la manejabilidad del material de base preimpregnado.

30 [0176] Para un material de base preimpregnado de la invención, se prefiere que dos de los materiales de base preimpregnado de la invención sean laminados, con las incisiones en la capa del fondo que cruza cualquier incisión en la capa superior en un ángulo (valor absoluto) de 4 a 90°.

35 [0177] La Fig. 20 muestra una vista en planta de un material de base preimpregnado en este modo de realización. En la Fig. 20, se forma un material de base preimpregnado LB20 con dos materiales de base preimpregnados P20a y P20b de la invención laminada el uno al otro. Las incisiones C20b (mostradas por líneas de puntos) en la capa del fondo cruzan cualquier incisión C20a (mostrada por líneas continuas) en la capa superior en un ángulo (valor absoluto) de 4 a 90°.

40 [0178] En el ángulo específico material de base preimpregnado de incisión oblicua de la invención, hace falta que el valor absoluto del ángulo oblicuo  $\Theta_b$  entre las fibras y las incisiones sea 25° o menos y la longitud de segmento de fibra el L es 100 mm o menos, por lo tanto el número de incisión por área de la unidad se hace grande geoméricamente. Así, las fibras son discontinuas a muchos puntos en el material de base preimpregnado, llevando a una pobre manejabilidad.

45 [0179] En particular, el gran deterioro en manejabilidad ocurre cuando las incisiones son continuas. Si dos materiales de base preimpregnados en los cuales las incisiones están en ángulos oblicuos diferentes  $\Theta_b$  son laminadas primero, por lo tanto, el laminado multicapa que resulta material de base preimpregnado tiene manejabilidad muy mejorado. Un laminado de tres o más capas también puede ser provechoso, pero será muy grueso y las propiedades de drapeado se deteriorarán. Es preferible, por lo tanto, que un material de base preimpregnado que tiene dos capas se use como una unidad.

- 5 [0180] Para una combinación de la parte superior y capas del fondo en un material de base preimpregnado que comprende dos capas integradas, no hay limitaciones específicas de las combinaciones de direcciones de disposición de la fibra en el material de base preimpregnado, si un ángulo que se cruza (valor absoluto) entre las incisiones en la parte superior y capas del fondo está en la variedad de 4 a 90°. Así, la combinación de direcciones de disposición de la fibra puede ser, por ejemplo, 45 ° y -45 °, 0 ° y 90 °, o 0 ° y 0 °.
- 10 [0181] El material de base preimpregnado de incisión continua de ángulo específico definida como un modo de realización del material de base preimpregnado de la invención puede estar en la forma de un material de base preimpregnado con incisión de dos caras como se describe encima en la Fig. 5. Este modo de realización del material de base preimpregnado de la invención se menciona como un material de base preimpregnado con incisión oblicua en dos caras de ángulo específico.
- 15 [0182] La Fig. 21 muestra una parte longitudinal de un material de base preimpregnado con incisión en dos caras oblicuo de ángulo específico. En la Fig. 21, las fibras en un material preimpregnado con incisión oblicua en dos caras de ángulo específico P21 se orientan en la dirección horizontal. El material de base preimpregnado P21 tiene incisiones C21U cortadas de la cara superior e incisiones C21L cortadas de la cara del fondo y ambas incisiones C21U y C21L no penetran el grosor (dirección vertical en la Fig. 21) del material de base preimpregnado P21. La profundidad de corte  $H_s$  de cada una de las incisiones a las cuales C21U y C21L están en la variedad de 0,4 a 0,6 veces el grosor H (la longitud numerada 211 en la Fig. 21) y, cuando se proyectan en la dirección de longitud de las fibras, las incisiones de la cara superior y las de la cara del fondo tienen una superposición CO21. La longitud de esta superposición CO21 en la dirección de grosor del material de base preimpregnado está en la variedad de 0.01H a 0.1H.
- 20 [0183] Si Además, el ángulo oblicuo  $\Theta_b$  de una incisión C21U de la cara superior se denota como el ángulo oblicuo  $\Theta_c$  y el ángulo oblicuo  $\Theta_d$  de una incisión C21L de la cara del fondo que cruza la incisión C21U se denota como el ángulo oblicuo  $\Theta_d$ , entonces se prefiere que el valor de  $\Theta_d$  sea igual al valor de  $-\Theta_c$ . La fuerza de un moldeado tiende a disminuir como la profundidad  $H_s$  de los aumentos de incisiones pero hay un límite del grosor que permite la producción económica del material de base preimpregnado.
- 25 [0184] En comparación con esto, se ha encontrado que la fuerza de un moldeado se puede en gran parte mejorar manteniendo la fluidez requerida de las fibras si en el paso de incisión, las incisiones se forman de la parte superior y caras del fondo a una profundidad aproximadamente la mitad del grosor del material de base preimpregnado.
- 30 [0185] En cambio, las capas del material de base preimpregnado delgadas pueden estar preparadas primero, seguido de su adhesión. Considerando el coste adicional para el paso de adhesión, sin embargo, es preferible hacer incisiones de ambas caras.
- [0186] Se prefiere que el valor de  $\Theta_d$  sea igual al valor de  $-\Theta_c$  como se describe encima, la ventaja de mejorar en gran parte la fuerza mientras el mantenimiento de la fluidez requerida se puede obtener si el valor de  $\Theta_d$  satisface la relación:  $\Theta_d = de (-\Theta_c - 5^\circ)$  a  $(-\Theta_c + 5^\circ)$ .
- 35 [0187] La Fig. 21 muestra un caso donde la profundidad U de las incisiones hechas de la cara superior y la profundidad D de las incisiones hechas de la cara del fondo tiene la misma profundidad de corte  $H_s$ , pero las profundidades de estas incisiones se pueden diferenciar a condición de que sus profundidades estén en la variedad de 0.4H a 0.6H.
- 40 [0188] Se prefiere que el ángulo oblicuo  $\Theta_c$  entre las incisiones de la cara superior y la dirección de la fibra y el ángulo oblicuo  $\Theta_d$  entre las incisiones de la cara del fondo y la dirección de la fibra encuentre la ecuación siguiente:  $\Theta_c = -\Theta_d$ . El nivel de mejora de la fuerza de un moldeado depende del ángulo oblicuo de las incisiones y por lo tanto, se puede producir un material de base preimpregnado que tiene el rendimiento estable ajustando el ángulo oblicuo  $\Theta_c$  y el ángulo oblicuo  $\Theta_d$  para tener el mismo valor absoluto. Ya que la dirección de rotación de las fibras durante un proceso de moldeado depende de si el ángulo oblicuo de las incisiones es positivo o negativo, además, las fibras se pueden ajustar para tener las direcciones de rotación opuestas para permitir que la dirección de la fibra en un paso de preparación del laminado iguale el promedio de las orientaciones de la fibra ya mencionadas, llevando a un material de base preimpregnado muy robusto.
- 45 [0189] Idealmente, cuando la profundidad de corte  $H_s$  iguala 0.5H, la medida de defectos se hace uniforme, es decir, la medida de defecto se hace la más baja, minimizando la carga de iniciación de destrucción. Sin embargo, la fluidez disminuirá sumamente si allí permanecen fibras que no se cortan por la incisión de la cara superior o por las de la cara del fondo, y por lo tanto, se prefiere que las incisiones que tienen una profundidad de aproximadamente 0.5H + 0.05H

se hacen de caras del fondo y la parte superior. Esto elimina defectos de calidad que causan el empeoramiento en la fluidez de las fibras, y sirve para mantener la estabilidad de producción.

5 [0190] Como un medio para hacer incisiones de ambas caras, por ejemplo, hay un método que comprende la preparación de un material de base preimpregnado elemental (material de base preimpregnado preliminar) comprendiendo fibras de refuerzo orientadas en una dirección, después del prensado de una herramienta de corte de la fuerza contra la parte superior o contra la cara del fondo para hacer incisiones que no penetran la capa en la dirección de grosor y luego prensado de la misma contra la otra cara del mismo modo. Como un método de conseguir una alta estabilidad de producción, en particular, un rodillo de cuchilla rotativa que proporciona una lámina helicoidal en la superficie del rodillo se presiona contra una cara para hacer incisiones que no penetran la capa en la dirección de grosor, seguida presionando el rodillo con la lámina helicoidal contra la otra cara.

10 [0191] El material de base preimpregnado de incisión continua de ángulo específico definido como un modo de realización del material de base preimpregnado de la invención puede estar en forma de material de base preimpregnado de incisión inclinada teniendo incisiones de inclinación en la dirección de grosor del material de base preimpregnado como se describe encima en la Fig. 6. Este modo de realización del material de base preimpregnado de la invención es denominado en lo sucesivo un material de base preimpregnado de incisión inclinada de ángulo específico.

15 [0192] La Fig. 22 muestra que una parte longitudinal de un material de base preimpregnado de incisión inclinada de ángulo específico típico. En la Fig. 22, las fibras en el material de base preimpregnado de incisión inclinada de ángulo específico típico P22 se orientan en la dirección horizontal. El material de base preimpregnado P22 tiene incisiones C22 inclinadas en la dirección de grosor del material de base preimpregnado P22 alineado a intervalos en la dirección de orientación de las fibras.

20 [0193] Para cualquier incisión C22, la distancia de corte S se define como la distancia 223 medida en la dirección de orientación de las fibras entre la línea de corte en las fibras de refuerzo en la cara superior y la de la cara del fondo del material de base preimpregnado P22. Entonces, el ángulo  $\Theta a$  expresado por la ecuación siguiente (Fórmula I) en términos de S y el grosor H del material de base preimpregnado P22 (la longitud numerada 221 en la Fig. 22) está preferentemente en la variedad de 1 a 25°.

$$\Theta a = \tan^{-1} \left( \frac{H}{S} \right) \quad \text{Fórmula I}$$

25 [0194] Como se describe encima, cuando un plástico reforzado con fibra se produce moldeando un producto laminado de materiales de base preimpregnados en los cuales el valor absoluto del ángulo oblicuo en el plano  $\Theta b$  entre las incisiones y la dirección de la fibra es 25° o menos, el borde de corte de la fibra en el plástico reforzado con fibra es oblicuo a la dirección de grosor de la capa, sirviendo para proporcionar un moldeado habiendo mejorado en gran medida la fuerza. Se ha encontrado que el efecto ya mencionado se puede mejorar aún más y un plástico reforzado con fibra que tiene una fuerza mejorada que resulta de un ángulo más pequeño del borde de corte de la fibra se puede producir usando un material de base preimpregnado que hace inclinar incisiones en la dirección de grosor del material de base preimpregnado. En particular, se puede obtener un moldeado que mejora en gran parte las características mecánicas cuando el ángulo de inclinación  $\Theta a$  de las incisiones es 25° o menos. Por otra parte, es muy difícil hacer incisiones inclinadas que tienen un ángulo de inclinación  $\Theta a$  de menos de 1°.

30 [0195] Como un medio para proveer un material de base preimpregnado de incisiones inclinadas en la dirección de grosor en el material de base preimpregnado, hay un método de formar incisiones directamente inclinadas. Otro medio, por ejemplo, prepara un material de base preimpregnado elemental (material de base preimpregnado preliminar) comprendiendo fibras de refuerzo orientadas en una dirección, haciendo incisiones que penetran la capa en la dirección de grosor, calentándose para ablandar el material de base preimpregnado preliminar, y, manteniendo el estado, presionando rodillos de presión con velocidades de giro diferentes contra la parte superior y caras del fondo para hacer que una fuerza de corte incline las secciones en las fibras de refuerzo en la dirección de grosor.

35 [0196] Para el caso último, la Fig. 22 muestra un corte transversal vertical en un material de base preimpregnado para ilustrar una cara del lado de las fibras de refuerzo. Las líneas de corte de fibra 222 de las incisiones tienen una forma en zigzag en vez de una línea recta. En este caso también, sin embargo, la distancia 223, medida en la dirección de

orientación de las fibras, entre la posición de una incisión en la cara superior y la posición de la incisión en la cara del fondo se menciona como la distancia S por conveniencia. Para calcular el ángulo de inclinación  $\Theta_a$  de las incisiones, el promedio de la distancia de corte 223 de las incisiones C22 sobre la cara entera del material de base preimpregnado se usa como la distancia de corte S en la Fórmula I.

5 [0197] Para un material de base preimpregnado de la invención, el material de base preimpregnado, se prefiere que al menos una de las superficies se provea de una lámina con una película a base de resina o una lámina de tela no tejida como una capa de resina adicional, donde el alargamiento extensible de la resina es más alto que el alargamiento extensible de una resina de matriz del material de base preimpregnado mientras el grosor de la capa de resina adicional es más grande que un diámetro de cada una de las fibras solas que forman las fibras de refuerzo en el material de base preimpregnado y más pequeño que 0,5 veces el grosor del material de base preimpregnado. Este modo de realización del material de base preimpregnado de la invención se menciona como material base preimpregnado con capa de resina.

10 [0198] Si la descamación de la intercapa es causada por grietas una capa de un plástico reforzado con fibra producido moldeando un material de base preimpregnado de la invención, probablemente causará finalmente la destrucción del moldeado. Para prevenir esto, se prefiere que una capa de resina adicional de una resina que tiene un nivel del alargamiento más alto que una resina de matriz se proporcione entre las capas. Si tal una capa de resina adicional existe, sirve muy eficazmente para impedir que la intercapa se desconche, llevando a mejorar la resistencia del moldeado.

15 [0199] La Fig. 23 muestra una sección longitudinal de un material base preimpregnado con capa de resina. Para producir un material de base preimpregnado con capa de resina P23A mostrado en la Fig. 23, un material de base preimpregnado P23 de la invención sin capas de resina adicionales está preparado primero, y una capa de resina adicional 233 se adhiere para cubrir una parte que se extiende horizontalmente centrándose en la posición 232 donde se localiza una incisión C23. La capa de resina adicional 233 se proporciona al menos una de las caras del material de base preimpregnado P23. En la Fig. 23, la capa de resina adicional 233 se proporciona tanto en la parte superior como en las caras del fondo del material de base preimpregnado P23. Fibras de refuerzo F23 en el material de base preimpregnado P23 se orientan en la dirección horizontal en la Fig. 23.

20 [0200] La capa de resina adicional 233 está en forma de una película o tela no tejida hecha de resina. El alargamiento extensible de la resina de la capa de resina adicional 233 es más grande que el de una resina de matriz del material de base preimpregnado P23. El grosor 233t de la capa de resina adicional 233 es más grande que el diámetro de cada fibra (solo fibra) de las fibras de refuerzo F23 en el material de base preimpregnado P23 y 0.5 o menos veces el grosor H del material de base preimpregnado P23 (la longitud numerada 231 en la Fig. 23).

25 [0201] Para el material base preimpregnado con capa de resina P23A, se prefiere que la longitud 234L de la capa de resina adicional 233 que se extiende a la derecha o a la izquierda de la posición 232 donde la incisión C23 se localiza esté en la variedad de 1 a 100 veces el grosor H del material de base preimpregnado P23 cuando se mide en la dirección de orientación de las fibras F23 en el material de base preimpregnado P23. La capa de resina adicional 233 está preferentemente en una forma laminar y proporcionada sobre la superficie del material de base preimpregnado P23 sin entrar en la capa formada de las fibras de refuerzo F23.

30 [0202] La expresión «la capa de resina adicional está en una forma laminar sin entrar la capa formada de las fibras de refuerzo» significa que la resina adicional no está en un estado que tiene un efecto de ancla en la capa formada de las fibras de refuerzo. Sin embargo, un pedazo de la resina adicional (por ejemplo, el 20% del volumen o menos de la cantidad de la resina adicional) puede haber entrado en la capa formada de las fibras de refuerzo a consecuencia de la fundición, etc. Así, la resina adicional puede existir alrededor de la parte de las fibras de refuerzo en vez de la resina de matriz si sólo se considera para 20% del volumen o menos de la cantidad de la resina adicional.

35 [0203] Como se describe encima, el alargamiento extensible de la resina adicional es más grande que el alargamiento extensible de la resina de matriz, y esto sirve para impedir que se desconche la intercapa. Como la cantidad de la resina adicional aumenta en exceso, sin embargo, el contenido del volumen de la fibra  $V_f$  del plástico reforzado con fibra disminuye para reducir el módulo elástico. Así, se prefiere que la cantidad de la resina adicional adherida al material de base preimpregnado P23 sea menos del 10% de la cantidad de la resina de matriz en el material de base preimpregnado P23.

- 5 [0204] Se consigue una alta eficacia de la fuerza que mejora de un moldeado disponiendo la resina adicional exclusivamente en los bordes de corte de la fibra donde probablemente ocurrirá la concentración de la tensión. En cuanto al modo de disponer la resina adicional, se prefiere que la resina esté en forma de una capa puesta sobre una superficie del material de base preimpregnado P23 sin entrar en una capa formada de las fibras de refuerzo. El término «la capa formada de las fibras de refuerzo» significa lo mismo que el material de base preimpregnado P23.
- [0205] Si la resina adicional se adhiere demasiado densamente al montón en una superficie del material de base preimpregnado P23, un producto laminado que resulta se hará abultado, lo que no es deseable. Se pueden usar una lámina de película o lámina de tela no tejida hecha de resina adicional como capa de resina adicional 233.
- 10 [0206] No hay límites específicos del alargamiento extensible de la resina adicional si es más grande que el alargamiento extensible de la resina de matriz, pero debería ser preferentemente 2 a 10 veces el alargamiento extensible de la resina de matriz. El valor del alargamiento extensible de la resina adicional está preferentemente en la variedad del 2 al 50%. Está más preferentemente en la variedad del 8 al 20%. El mantenimiento del alargamiento extensible de la resina de matriz más grande que el alargamiento extensible de la resina adicional trabaja para impedir que la intercapa se desconche y asegura una producción de enmohecerse habiendo mejorado la fuerza.
- 15 [0207] Se prefiere que la resistencia a la tensión de la resina adicional sea más grande que la resistencia a la tensión de la resina de matriz. Esto es porque, las grietas, es decir fracturas de la resina, ocurrirán con menor probabilidad cuando la resistencia a la tensión de la resina adicional sea más alta que la de la resina de matriz. La resistencia a la tensión de la resina adicional debería ser más preferentemente 1.5 o más veces la resistencia a la tensión de la resina de matriz. También es preferible que la dureza de la fractura de la resina adicional sea más alta que la de la resina de matriz.
- 20 [0208] El alargamiento extensible y la resistencia a la tensión de la resina se miden según provisiones especificadas en JISK-7113 (1995) o ASTM-D638 (1997). La dureza de la fractura de resina, por ejemplo, se mide según provisiones especificadas en ASTM-E399 (1983) (especificaciones para la prueba compacta). Las medidas de la dureza de la fractura de resina pueden variar en gran parte según el método de medición usado, y por lo tanto, el valor de la dureza de la fractura debería ser lo más grande posible en comparación con la de la resina de matriz medida con el mismo método de ensayo. Por ejemplo, la dureza de la fractura de la resina adicional puede ser 500 J/m<sup>2</sup> cuando la dureza de la fractura de la resina de matriz es 100 J/m<sup>2</sup>. La dureza de la fractura de la resina adicional debería ser más preferentemente 3 o más veces la dureza de la fractura de la resina de matriz.
- 25 [0209] Cualquiera de las resinas puestas en una lista encima como material para la resina de matriz se puede usar como resina adicional si su alargamiento extensible es más alto que la de la resina de matriz, pero un termoplástico es particularmente preferible. Se sabe que las resinas termoplásticas son generalmente más altas en alargamiento extensible y dureza de la fractura que resinas termoestables, y más útiles en la producción de un moldeado que ha mejorado la fuerza. Muy preferible incluye la poliamida, el poliéster, poliolefina, y polifenileno sulfona en términos de equilibrio entre características de resina y coste requerido y la libertad del diseño que implica la viscosidad de resina.
- 30 [0210] Se prefiere que la resina adicional tenga la compatibilidad lo más alta posible con la resina de matriz y tenga un punto de fusión casi igual a o más bajo que la temperatura de moldeo. Entre otros, las resinas basadas en la poliamida tratadas por copolimerización para reducir el punto de fusión hasta a aproximadamente 100 a 200° son particularmente preferibles porque son muy compatibles con resinas termoestables y también alto en alargamiento extensible, resistencia a la tensión y dureza de la fractura. El más ligero, con alta fuerza, el plástico reforzado con fibra de alta rigidez se puede producir cuando las fibras de carbono, una resina de epoxi y una resina del poliamida se usan como fibras de refuerzo, una resina de matriz y una resina adicional, respectivamente.
- 35 [0211] La invención se describe más abajo con más detalle refiriéndose a ejemplos, pero estos ejemplos no son para colocar cualquier limitación de la invención.
- 40 <proceso de moldeado de la placa plana>
- [0212] Se colocó un material de base preimpregnado elemental predeterminado que comprende las fibras de refuerzo y una resina de matriz en un molde que tiene un área de superficie de 300 X 300 mm, seguidos en una máquina de prensado en caliente con una presión de 6 MPa y una temperatura de 150°C durante un tiempo predeterminado, para producir un moldeado de la placa plana que tiene una medida de 300 X 300 mm.
- 45 <método de evaluación de características mecánico>

5 [0213] Una pieza de prueba de la resistencia a la tensión que tiene una longitud de 25.061 mm y una anchura de 2.560,2 mm se cortó del moldeado de la placa plana producida. La resistencia a la tensión de la pieza de prueba se midió según el método de ensayo especificado en JIS-K-7073 (1998) con una longitud de la prenda de 150 mm y una tasa de desplazamiento de la cruceta de 2,0 mm/minutos. Para esta prueba, se usó Instron (marca registrada) Modelo 4208 de máquina de pruebas universal como una máquina de pruebas. El número, n, de las piezas de prueba usadas para la medida era 5, y el promedio de las medidas hechas se usó como valor de resistencia a la tensión. Además, se calculó la desviación estándar para las medidas, y el coeficiente de variación (valor del CV (%)), que sirve de indicador de la dispersión, fue determinado dividiendo la desviación estándar por el valor de resistencia a la tensión obtenida encima.

10 <evaluación de moldeabilidad>

[0214] La urdimbre de la placa plana así como la fluidez basada en la ampliación del material de base preimpregnado elemental durante el moldeado se evaluó de las propiedades del moldeado de la placa plana obtenida.

15 [0215] En la evaluación de fluidez del material de base, la fluidez se evaluó como «alta» (mostrada por el símbolo «s» en Tablas) si la cavidad del molde estuviera llena del plástico reforzado con fibra producida y el material de base de la capa más extrema se había ampliado a las cercanías del borde del molde. La fluidez se evaluó como «moderada» (mostrada por el símbolo «Δ» en Tablas) si la cavidad del molde estuviera llena del plástico reforzado con fibra producida, pero el material de base de la capa más extrema se había ampliado poco. La fluidez se evaluó como «baja» (mostrada por el símbolo «3» en Tablas) si la cavidad del molde no estuviera completamente llena del plástico reforzado con fibra producida.

20 [0216] En cuanto a la evaluación para la urdimbre de la placa plana, la placa plana simplemente se coloca en una superficie plana de una Tabla de prueba y la placa se evalúa como «libre» de la urdimbre (mostrada por el símbolo «O» en Tablas) si su superficie entera entra en contacto con la superficie de la Tabla de prueba. La placa se evalúa como teniendo la urdimbre «leve» (mostrada por el símbolo «Δ» en Tablas) si la placa plana no entra en contacto completamente con la superficie plana de la Tabla de prueba cuando simplemente colocada en la Tabla de prueba, pero  
25 entra completamente en contacto con la superficie plana de la Tabla de prueba cuando es presionada con un dedo de encima de la cara superior de la placa plana. La placa se evalúa como teniendo la urdimbre «significativo» (mostrada por el símbolo «X» en Tablas) si la placa plana no entra en contacto completamente con la superficie de la Tabla de prueba aun cuando se presiona con un dedo de encima de la cara superior de la placa plana. Los resultados de las evaluaciones se muestran en las Tablas 1 a 23 usando los símbolos ya mencionados.

30 <comparación en términos de forma del material de base preimpregnado - ver la Tabla 1>

Ejemplo 1

35 [0217] Una mezcla de resina de epoxi (30 partes por peso de Epikote (marca registrada) 828 producidos por Japan Epoxy Resins Co., Ltd., 35 partes por peso de Epikote (marca registrada) 1001 y 35 partes por peso de Epikote (marca registrada) 154) fue amasada por el calor con 5 partes por peso de polivinilo formal (Vinylec (marca registrada) K producido por Chisso Corporation), una resina termoplástica, en un amasador para asegurar la disolución uniforme del polivinilo formal, seguido de amasar 3,5 partes por peso de dicianidamida (DIC77 producido por Japan Epoxy Resins Co., Ltd.) y 4 partes por peso de 3-(3,4-diclorofenil) - 1,1-dimetilurea (DCMU99 producido por Hodogaya Chemical Co., Ltd.), como agente de curación y acelerador de curación, respectivamente, en un amasador para preparar una composición de resina de epoxi no curada. Esta composición de resina de epoxi se aplicó sobre una lámina de papel de liberación cubierto de silicona con un grosor de 100 mm usando un rollo inverso revestidor para producir una película de resina.  
40

[0218] Entonces, la película de resina se sujetó a ambos lados de una lámina formada de un gran número de fibras de carbono orientadas en una dirección (resistencia a la tensión 4,900 MPa, módulo extensible 235 GPa), siguiendo calor y presionando para impregnar la lámina del gran número de fibras de carbono con la resina para producir un material de base preimpregnado elemental que tiene una fibra de carbono por área de unidad de 125 g/m<sup>2</sup>, fracción del volumen de la fibra Vf del 55% y grosor de 0,125 mm.  
45

[0219] La Fig. 10 muestra una vista en planta de un material de base preimpregnado producido cortando este material de base preimpregnado elemental con un método descrito abajo. En la Fig. 10, el gran número de fibras de carbono F10 en el material de base preimpregnado P10 se orienta en la dirección vertical VD. El gran número de incisiones C10 tiene

una longitud constante y se alinea a intervalos en la dirección perpendicular a la dirección de orientación de las fibras para formar las filas C10Ra, C10Rb, C10Rc y C10Rd de la incisión.

5 [0220] En cada fila de la incisión, las incisiones se alinean con regularidad. Las filas de la incisión se alinean con regularidad en la dirección de orientación de las fibras. Las posiciones de las incisiones en las incisiones contiguas se cambian en la dirección horizontal HD. Cuando se ve en la dirección vertical VD, los bordes de corte en las filas de la incisión contiguas se cambian por una superposición de CO10. Cada incisión está en la dirección perpendicular a la dirección de orientación de las fibras, es decir, está en la dirección horizontal HD. Estas incisiones se hicieron en el material de base preimpregnado elemental usando una máquina cortante automática comercialmente disponible.

10 [0221] En el material de base preimpregnado P10, la longitud actual  $W$  de la incisión C10 medida a lo largo de la dirección de la incisión es de 5,1 mm. La incisión C10 está en la dirección horizontal HD como se describe encima, y por lo tanto, la longitud de la hendidura (longitud proyectada)  $W_s$  coincide con la longitud actual  $W$  de 5,1 mm medido a lo largo de la dirección de la incisión. La longitud de segmento de fibra  $L$  (la longitud numerada 101 en la Fig. 10) es de 30 mm. La longitud CO10 de la superposición de la incisión es de 1 mm.

15 [0222] Ya que la resina de epoxi usada tenía una viscosidad de  $2 \times 10^4 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  a  $25^\circ\text{C}$ , el material de base preimpregnado P10 tenía pegajosidad.

20 [0223] Ocho piezas de prueba (material de base preimpregnado  $0^\circ$ ) teniendo un área de  $250 \times 250 \text{ mm}$  en los cuales las fibras de carbono se orientan en la dirección de  $0^\circ$ , es decir, en la dirección vertical VD y más ocho piezas de prueba (material de base preimpregnado  $45^\circ$ ) teniendo un área de  $250 \times 250 \text{ mm}$  en los cuales las fibras de carbono se orientan en la dirección inclinada de  $45^\circ$  a la derecha de la dirección vertical VD se cortaron del material de base preimpregnado P10.

25 [0224] Un material de base preimpregnado de  $[-45 / 0 / +45 / 90]_{2s}$  comprendiendo las 16 piezas de prueba del material de base preimpregnado cortadas encima se produjo combinando las piezas de prueba del material de base preimpregnado cortadas encima de modo que las líneas de incisiones en una capa se cambien por 0.5 veces la longitud de segmento de fibra  $L$ , o 15 mm, de las de la capa contigua que tiene la misma dirección de orientación de fibra de carbono que la anterior para asegurar pseudo-isotropía.

30 [0225] Entonces, el material de base laminado que resulta se colocó en una zona aproximadamente central de un molde de la placa plana que tiene una cavidad con un área de  $300 \times 300 \text{ mm}$ , y la resina de matriz se curó bajo una máquina de prensado en caliente durante un tiempo de moldeo de 30 minutos a una temperatura de  $150^\circ\text{C}$  con una presión de 6 MPa para producir una placa plana de plástico reforzado con fibra que tiene un área de  $300 \times 300 \text{ mm}$ . Si la tasa de carga se define como la proporción del área del material de base laminado con relación al área del molde cuando se ve desde encima, entonces la tasa de carga aquí es el 70%.

35 [0226] El plástico reforzado con fibra que resulta era sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido uniformemente al borde. Además, era sin la urdimbre y tenía buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible era de 43 GPa, aproximadamente como se esperaba teóricamente, y la resistencia a la tensión era hasta 430 MPa. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan extremadamente bajo como el 4%.

<comparación en términos de fibra de refuerzo y resina de matriz - ve la Tabla 2>

#### Ejemplo 2

40 [0227] El mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 se realizó salvo que 5 partes por peso del de 2,4 tolueno bis (dimetil urea) (Omicure (marca registrada) 24 producidos por PTI Japan Co., Ltd.) se usaron como acelerador de curado para producir un material de base preimpregnado cortado y un material de base preimpregnado que lo comprende. El material de base laminado que resulta fue moldeado por el mismo camino que en el Ejemplo 1 salvo que la máquina de prensado en caliente se hizo funcionar durante un tiempo de prensado de 3 minutos para producir un plástico reforzado con fibra. Aunque el tiempo de prensado fue 1/10 de él del Ejemplo 1, se encontró que el plástico reforzado con fibra tenía casi la misma temperatura de transición de cristal y que la composición de resina de epoxi usada tenía la capacidad que curación rápida.

45

[0228] El plástico reforzado con fibra que resulta era sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido uniformemente al borde. Además, era sin la urdimbre y tenía buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo



extensible era 44 GPa y la resistencia a la tensión era hasta 430 MPa. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo el 5%. Estos valores no son de ningún modo inferiores a los obtenidos en el Ejemplo 1.

Ejemplo 3

5 [0229] El mismo procedimiento que en el Ejemplo 2 se realizó salvo que 7 partes por peso de 4,4-metileno bis (fenil dimetil urea) (Omicure (marca registrada) 52 producidos por PTI Japan Co., Ltd.) se usaron como acelerador de curado para producir un plástico reforzado con fibra. Aunque el tiempo de prensado fue 1/10 de el del en el Ejemplo 1, se encontró que el plástico reforzado con fibras tenía casi la misma temperatura de transición de cristal y que la composición de resina de epoxi usada tenía la capacidad de curación rápida.

10 [0230] El plástico reforzado con fibra que resulta era sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido uniformemente al borde. Además, era sin la urdimbre y tenía buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible era de 44 GPa y la resistencia a la tensión era hasta 430 MPa. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo el 5%. Estos valores no son de ningún modo inferiores a los obtenidos en el Ejemplo 1.

15 Ejemplo 4

[0231] Las bolitas de resina del poliamida copolimerizado (Amilan (marca registrada) CM4000 producido por Toray Industries, Inc., una poliamida 6 / 66 / 610 producto copolímero que tiene un punto de fusión de 155°C) se calentaron y presionaron a 200°C en una película que tiene un grosor de 34 mm. Salvo que no se usó el papel de liberación, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para producir un material de base preimpregnado cortado. La resina de la poliamida era sólida en una atmósfera de 25°C, y era imposible medir su viscosidad. El material de base producida era sin pegajosidad.

20 [0232] Después de cortar en piezas de prueba con la misma medida que en el Ejemplo 1, las 16 capas, que eran sin pegajosidad, simplemente se amontonaron de una manera pseudo-isotrópica  $([-45 / 0/+45 / 90]_{2S})$  y se colocaron en una zona aproximadamente central de un molde de la placa plana que tiene una cavidad que tiene un área de 300 X 300 mm. El material de base se presionó bajo una máquina de prensado en caliente durante un tiempo de moldeo de 1 minuto a una temperatura de 200°C con una presión de 6 MPa para permitir que el material de base fluyera. Sin abrir el molde, el material de base se refrescó y se quitó para producir un plástico reforzado con fibra en forma de una placa plana que tiene un área de 300 X 300 mm.

25 [0233] Aunque sufriendo ondulaciones de fibra leves, las fibras en el plástico reforzado con fibra que resulta habían fluido al borde. Existió una distribución de la fibra ligeramente no uniforme, causando leve urdimbre, pero en conjunto, el producto tenía casi buena calidad de apariencia y la suavidad.

30 Ejemplo 5

[0234] Una mezcla de 55% del peso de la resina PP copolimerizada de forma aleatoria (J229E producido por Prime Polymer Co., Ltd., teniendo un punto de fusión de 155°C) y 45% del peso de la resina PP modificada por ácido (Yumex 1010 producido por Sanyo Chemical Industries Ltd., teniendo un valor ácido de aproximadamente 52, punto de fusión de 142°C y peso molecular de promedio del peso de 30.000) fue amasado en fusión en un tornillo de doble husillo (TEX-30α2 fabricado por Japan Steel Works, Ltd.) en 200°C para preparar bolitas, que se trataron entonces bajo una prensa calentada a 200°C en una película que tiene un grosor de 34 mm. Posteriormente, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 4 para producir un plástico reforzado con fibra.

35 [0235] Aunque sufriendo ondulaciones leves de fibra, las fibras en el plástico reforzado con fibra que resultan habían fluido al borde. Ocurrió una distribución de la fibra ligeramente no uniforme, causando leve urdimbre, pero en conjunto, el producto tenía casi buena calidad de apariencia y suavidad.

40 Ejemplo 6

[0236] Se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para preparar una película de resina. Entonces, se aplicó la película de resina preparada a ambos lados de una lámina de fibras de vidrio orientadas en una dirección (resistencia a la tensión 1,500 MPa, módulo extensible 74 GPa), seguido de calor y presionando para impregnar la lámina de la fibra de vidrio de la resina, causando un material de base preimpregnado elemental que tiene un peso de la fibra de vidrio por

## ES 2 744 974 T3

área de unidad de  $175 \text{ g/m}^2$ , fracción del volumen de la fibra  $V_f$  del 55% y grosor de 0,125 mm. Posteriormente, se realizó el mismo procedimiento que en

El ejemplo 1 para producir un plástico reforzado con fibra.

5 [0237] El plástico reforzado con fibra que resulta era sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido uniformemente al borde. Además, era sin la urdimbre y tenía buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible era 27 GPa y la resistencia a la tensión era 340 MPa. En comparación con las medidas en el Ejemplo 1, el módulo extensible era casi como se esperaba teóricamente aunque menor por una diferencia que refleja el rendimiento de las fibras de refuerzo usadas. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo el 2%.

10 <comparación en términos de tasa de carga - ver la Tabla 3>

Ejemplo 7

Ejemplo 8

Ejemplo 9

15 [0238] Se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 salvo que la medida de una reducción material de base preimpregnado era diferente que la del Ejemplo 1, y se produjo un plástico reforzado con fibra. La medida de prueba de preimpregnado de material base de piezas cortadas era de 212 X 212 mm en el Ejemplo 7, de 268 X 268 mm en el Ejemplo 8 y de 300 X 300 mm en el Ejemplo 9. La tasa de carga prescrita era el 50% en el Ejemplo 7, el 80% en el Ejemplo 8 y el 100% en el Ejemplo 9.

20 [0239] Todos los plásticos reforzados con fibra que resultan eran sin ondulaciones de la fibra, y las fibras habían fluido suficientemente al borde. En el Ejemplo 9, sin embargo, la tasa de carga era el 100%, indicando que no ocurrió considerablemente ningún flujo de fibras. En el Ejemplo 7, la fibra había fluido sobre una distancia larga, y el plástico reforzado con fibra que resulta sufrió la distribución de la fibra ligeramente no uniforme, causando una leve urdimbre. Pero en conjunto, los productos tenían casi buena calidad de apariencia y suavidad.

25 [0240] Todos los plásticos reforzados con fibra producidos en los Ejemplos 8 y 9 eran sin urdimbre y tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible y la resistencia a la tensión eran hasta 43 a 44 GPa y 360 a 510 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo del 3 al 6%.

30 [0241] En el Ejemplo 7 donde la tasa de carga era bajo, en particular, el material de base preimpregnado elemental adelgazó ya que se extendió, y por lo tanto, cada capa en el plástico reforzado con fibra que resulta era muy delgada. La resistencia a la tensión tenía un valor muy alto de 510 MPa probablemente debido a la resistencia a la intercapa que se desconcha de los bordes de corte de la fibra.

<comparación en términos de longitud de segmento de fibra - ver la Tabla 4>

Ejemplo 10

Ejemplo 11

Ejemplo 12

35 Ejemplo 13

[0242] Se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 salvo que los intervalos de incisiones, es decir, la longitud de segmento de fibra L, en el modelo de incisión usado en el Ejemplo 1 se cambiaron, y se produjo un plástico reforzado con fibra. La longitud de segmento de fibra L era de 15 mm en el Ejemplo 10, de 45 mm en el Ejemplo 11, de 60 mm en el Ejemplo 12 y de 90 mm en el Ejemplo 13.

40 [0243] Resultando de las mismas, se formó un estado que entre capas contiguas que tienen la misma dirección de orientación de la fibra en el material de base laminado, las filas de incisiones en el material de base preimpregnado en una capa se cambiaron en la dirección de la fibra por 0.5 veces la longitud de segmento de fibra L a las filas de

incisiones en el material de base preimpregnado en la otra capa. Este cambio en la dirección de longitud de las fibras era de 7,5 mm en el Ejemplo 10, de 22,5 mm en el Ejemplo 11, de 30 mm en el Ejemplo 12 y de 45 mm en el Ejemplo 13.

5 [0244] Excepto los del Ejemplo 13, los plásticos reforzados con fibra que resultan eran sin ondulaciones de la fibra, y las fibras habían fluido suficientemente al borde. En el Ejemplo 13, el plástico reforzado con fibra que resulta sufrió ondulaciones de la fibra leves. Además, las fibras no habían fluido suficientemente al borde en algunas partes superficiales que se sometieron a la fricción con el molde. Todos los productos de plásticos reforzados con fibra eran sin urdimbre y tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible y la resistencia a la tensión eran hasta de 43 a 44 GPa y de 390 a 520 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo el 4 a 8%.

<comparación en términos de segmento dividido de longitud real- ver la Tabla 5>

Ejemplo 14

Ejemplo 15

Ejemplo 16

15 Ejemplo 17

[0245] Se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 salvo que se cambió la longitud actual W de las incisiones a lo largo de la dirección de la incisión en el modelo de incisión en el Ejemplo 1, y se produjo un plástico reforzado con fibra.

20 [0246] La longitud de la incisión W era de 15,1 mm en el Ejemplo 14, de 10,1 mm en el Ejemplo 15, de 2,6 mm en el Ejemplo 16 y de 1,35 mm en el Ejemplo 17. Resultando de las mismas, se formó un estado en el que las filas de la incisión contiguas se cambiaron en la dirección perpendicular a la dirección de orientación de las fibras. El cambio era de 15 mm en el Ejemplo 14, de 10 mm en el Ejemplo 15, de 2,5 mm en el Ejemplo 16 y de 1,25 mm en el Ejemplo 17.

25 [0247] Todos los plásticos reforzados con fibra que resultan eran sin ondulaciones de la fibra, y las fibras habían fluido suficientemente al borde. Además, eran sin urdimbre y tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible y la resistencia a la tensión eran hasta 43 a 44 GPa y 400 a 520 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo del 3 al 4%. En el Ejemplo 14, sin embargo, la longitud de la incisión W era larga, permitiendo a los bordes de las fibras de refuerzo extenderse sobre una amplia gama. Así, se formaron un número significativo de marcas de encogimiento en comparación con el Ejemplo 1 y los Ejemplos 15 a 17.

Ejemplo 18

30 Ejemplo 19

Ejemplo 20

Ejemplo 21

35 [0248] Según un modelo de incisión similar al del Ejemplo 1, se presionó un rodillo rotatorio producido proporcionando dos o más láminas a lo largo de la circunferencia de un cilindro metálico, usado en vez de una máquina cortante automática, contra un material de base preimpregnado elemental para hacer incisiones en el material de base preimpregnado elemental, cambiando así el valor de la longitud W. Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1, y se produjo un plástico reforzado con fibra.

40 [0249] La longitud de la incisión W era de 0,725 mm en el Ejemplo 18, de 0,412 mm en el Ejemplo 19, de 0,05 mm en el Ejemplo 20 y de 0,025 mm en el Ejemplo 21. Resultando de las mismas, las filas de incisión contiguas se cambiaron en la dirección perpendicular a la dirección de orientación de las fibras. El cambio era de 0,625 mm en el Ejemplo 18, de 0,312 mm en el Ejemplo 19, de 0,03 mm en el Ejemplo 20 y de 0,02 mm en el Ejemplo 21.

[0250] Todos los plásticos reforzados con fibra que resultan eran sin ondulaciones de la fibra, y las fibras habían fluido suficientemente al borde. Además, eran sin urdimbre y tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo

5 extensible y la resistencia a la tensión eran hasta 44 a 45 GPa y 560 a 660 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo del 3 a 6% excepto el Ejemplo 21. En particular, el uso de una longitud de la incisión más corta W sirvió para producir un plástico reforzado con fibra que tiene una resistencia a la tensión en gran parte mejorada. El módulo extensible también mejoró, aunque sólo ligeramente. En el Ejemplo 21, sin embargo, las fibras no habían fluido suficientemente al borde en algunas partes superficiales que se sometieron a la fricción con el molde. Y había ondulaciones significativas de la fibra probablemente porque las fibras no se cortaron a 30 mm o menos debido a una longitud de la incisión corta W.

<comparación en el grosor del material de base preimpregnado - ver la Tabla 6>

Ejemplo 22

10 Ejemplo 23

Ejemplo 24

Ejemplo 25

Ejemplo 26

15 [0251] El peso de las fibras de carbono por área de la unidad del material de base preimpregnado elemental se cambió del valor en el Ejemplo 1 para cambiar el grosor del material de base preimpregnado elemental. Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para producir un plástico reforzado con fibra.

[0252] El peso de fibras de carbono por área de la unidad ( $\text{g/m}^2$ ) y el grosor (mm) era de  $50 \text{ g/m}^2$  y de 0,05 mm en el Ejemplo 22, de  $100 \text{ g/m}^2$  y de 0,1 mm en el Ejemplo 23, de  $150 \text{ g/m}^2$  y de 0,15 mm en el Ejemplo 24, de  $200 \text{ g/m}^2$  y de 0,2 mm en el Ejemplo 25 y de  $300 \text{ g/m}^2$  y de 0,3 mm en el Ejemplo 26.

20 [0253] Todos los plásticos reforzados con fibra que resultan eran sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido suficientemente al borde. Y eran sin urdimbre y tenían buena calidad de apariencia y suavidad.

25 [0254] En los Ejemplos 22 a 24, el módulo extensible y la resistencia a la tensión eran hasta 43 a 44 GPa y de 400 a 550 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo del 3 a 5%. El módulo extensible era 43 GPa y la resistencia a la tensión era 270 a 330 MPa en los Ejemplos 25 y 26. Aunque ligeramente inferior a los valores en los Ejemplos 21 a 23, se puede decir que estos productos tienen alta fuerza en comparación con los valores en los ejemplos comparativos 2 a 4 descritos más adelante. En particular, se encontró que la resistencia a la tensión mejoró en gran parte con un grosor decreciente del material de base preimpregnado elemental.

<comparación en términos de fracción del volumen de la fibra - ver la Tabla 7>

30 Ejemplo 27

Ejemplo 28

Ejemplo 29

Ejemplo 30

35 [0255] El peso de fibras de carbono por área de la unidad del material de base preimpregnado elemental se cambió del valor en el Ejemplo 1 para cambiar la fracción del volumen  $V_f$  de las fibras de carbono en el material de base preimpregnado elemental. Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para producir un plástico reforzado con fibra.

40 [0256] El peso ( $\text{g/m}^2$ ) de fibras de carbono por área de la unidad y la fracción del volumen  $V_f$  (%) de las fibras de carbono era de  $146 \text{ g/m}^2$  y el 65% en el Ejemplo 27, de  $135 \text{ g/m}^2$  y el 60% en el Ejemplo 28, de  $113 \text{ g/m}^2$  y el 50% en el Ejemplo 29 y de  $101 \text{ g/m}^2$  y el 45% en el Ejemplo 30.

[0257] Excepto el Ejemplo 27, los plásticos reforzados con fibra que resultan eran sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido suficientemente al borde. En el Ejemplo 27, el plástico reforzado con fibra que resulta sufrió

ondulaciones leves de la fibra. Además, las fibras no habían fluido suficientemente al borde en algunas partes superficiales que se sometieron a la fricción con el molde. Todos los plásticos reforzados con fibra eran sin urdimbre y tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible y la resistencia a la tensión eran hasta de 36 a 49 GPa y de 360 a 460 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo del 3 a 8%. Estos resultados muestran que tanto el módulo extensible como la fuerza mejoran a medida que aumenta la fracción de volumen de fibra Vf. Sin embargo, la fluidez decrece indeseablemente como la fracción del volumen de la fibra Vf aumenta en gran parte.

<comparación en términos de composición del laminado - ver la Tabla 8>

Ejemplo 31

10 Ejemplo 32

[0258] Excepto por el uso de una composición del laminado diferente de la del Ejemplo 1, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para producir un plástico reforzado con fibra. Para el uso en el Ejemplo 31, 16 se cortaron capas del material de base preimpregnado como el preparado en el Ejemplo 1 y se combinaron en un material de base preimpregnado de capas cruzadas [0 / 90]<sub>4S</sub>. Para el uso en el Ejemplo 32, 8 material de base preimpregnado sin incisiones (material de base preimpregnado elemental) capas que comprenden fibras continuas solas se prepararon en el Ejemplo 1 y 8 capas de material de base preimpregnadas incisas producidas haciendo incisiones en capas del material de base preimpregnado elementales como las preparadas en el Ejemplo 1 se combinaron, una encima de la otra, en [0/C90]<sub>4S</sub> («C» refiriéndose al material de base preimpregnado que comprende fibras continuas solas) alternativamente material de base laminado de capas cruzadas.

20 [0259] Todos los plásticos reforzados con fibra que resultan eran sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido suficientemente al borde. En el Ejemplo 31, el plástico reforzado con fibra que resulta tenía buena calidad de apariencia y suavidad aunque sufriendo leve urdimbre. El módulo extensible y la resistencia a la tensión eran de hasta 59 a 60 GPa y de 500 a 510 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo del 2 a 3%. Sin embargo, la prueba extensible se realiza en la dirección de 0°, en consecuencia causando características mecánicas muy altas. Así, los plásticos reforzados con fibra que resultan no son suficientemente versátiles porque las fibras no se orientan en las direcciones de ±45°.

Ejemplo 33

Ejemplo 34

Ejemplo 35

30 [0260] Excepto el uso de una composición del laminado diferente del Ejemplo 1, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 en el Ejemplo 33 para producir un plástico reforzado con fibra. En el Ejemplo 33, 12 capas de material de base preimpregnadas incisas como las preparadas en el Ejemplo 1 se combinaron de una manera pseudo-isotrópica en un [60 / 0/-60]<sub>2S</sub> material de base preimpregnado.

35 [0261] En el Ejemplo 34, la película de resina de epoxi como la usada en el Ejemplo 1 se transfirió en capas de resina y se produjo un material de base preimpregnado insertándolas entre capas del material de base preimpregnado cortadas como las preparadas en el Ejemplo 1. Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para producir un plástico reforzado con fibra. El material de base laminado usado en el Ejemplo 34 se produjo insertando las capas de resina entre las capas del material de base preimpregnado cortadas 16 como las preparadas en el Ejemplo 1 de una manera pseudo-isotrópica de proveer un material de base preimpregnado [45/R/0/R/-45/R/90/R]<sub>2S</sub> («R» denotación de la capa de resina). La fracción del volumen de la fibra final Vf era del 49%.

45 [0262] En el Ejemplo 35, capas de material base preimpregnado de tejido liso que tienen una fracción del volumen de la fibra Vf del 55% y un grosor de la capa de 250 mm se prepararon por la impregnación de la resina de epoxi usada en el Ejemplo 1 y se produjo un material de base preimpregnado añadiéndolos como las capas más extremas al material de base preimpregnado cortado preparado en el Ejemplo 1. Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para producir un plástico reforzado con fibra. El material de base laminado usado en el Ejemplo 35 se produjo amontonando las capas del material de base preimpregnado cortadas 16 preparadas en el Ejemplo 1 de una manera pseudo-isotrópica y añadiendo las capas de material base preimpregnado de tejido liso con direcciones de orientación

de la fibra de 0° y de 90° encima del primero para proveer un material de base laminado [WF 0 / 45 / 0/-45 / 90]<sub>2S</sub> («WF» denotación capas de material base preimpregnado de tejido liso).

5 [0263] Todos los productos de plásticos reforzados con fibra producidos en Ejemplos 33 y 34 eran sin ondulaciones de la fibra, y las fibras habían fluido suficientemente al borde. El plástico reforzado con fibra obtenido en el Ejemplo 34, en particular, tenía una fibra con alta fluidez y las fibras se habían extendido muy uniformemente. Todos los plásticos reforzados con fibra que resultan eran sin urdimbre y tenían buena calidad de apariencia y suavidad.

10 [0264] Su módulo extensible y resistencia a la tensión eran de 44 GPa y 39 GPa, y 420 MPa y 370 MPa, respectivamente. Estos valores son suficientemente altos como se esperan de la fracción del volumen de la fibra medida Vf. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo del 5% y del 3%, respectivamente.

15 [0265] En el plástico reforzado con fibra obtenido en el Ejemplo 35, no se vio ningún flujo en la partes de tejido liso en las capas más extremas, pero fluyen suficientemente al borde que tiene lugar en partes entre los tejidos lisos. Se vieron algunas ondulaciones de la fibra en particular en el borde, pero por lo general, el producto era sin urdimbre y tenía buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible y la resistencia a la tensión eran de 52 GPa y 490 MPa, respectivamente. Así, la composición híbrida sirvió para conseguir altas características mecánicas.

#### Ejemplo 36

20 [0266] Se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para preparar una película de resina. Entonces, se aplicó la película de resina a ambos lados de una lámina de fibras de carbono orientadas en una dirección como en el Ejemplo 1, seguido de calentar y prensando a un grado donde las fibras de carbono no se impregnaron completamente de la resina, proporcionando un material de base preimpregnado semiimpregnado que tiene un peso de fibra de carbono por área de unidad de 125 g/m<sup>2</sup> y una fracción del volumen de la fibra Vf del 55%.

25 [0267] Se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para hacer incisiones en este material de base preimpregnado semi-impregnado como se muestra en la Fig. 10. Aunque alguna área en la parte central en la dirección de grosor se dejara no impregnada de resina, el material de base preimpregnado cortado resultante era libre de incisiones causados por el deshilachado (*fuzzing*) de la fibra y separación de la fibra y tenía suficiente manejabilidad como en el Ejemplo 1. Entonces, se realizaron la laminación y el moldeado como en el Ejemplo 1 para producir un plástico reforzado con fibra.

30 [0268] El plástico reforzado con fibra que resulta era sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido uniformemente al borde. Además, era sin urdimbre y tenía buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible y la resistencia a la tensión eran hasta 43 GPa y 440 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo el 5%.

<comparación de materiales de base preimpregnados de dos caras de incisión - ver la Tabla 9>

#### Ejemplo 37

#### Ejemplo 38

35 Ejemplo 39

[0269] En el paso para hacer incisiones en el material de base preimpregnado elemental como en el Ejemplo 1, se hicieron las incisiones de la parte superior y caras del fondo del material de base preimpregnado elemental sin penetrar la capa. Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para producir un plástico reforzado con fibra.

40 [0270] La Fig. 7 muestra una vista lateral esquemática de un aparato de formación de la incisión usado en un paso para proporcionar incisiones en un material de base preimpregnado elemental. En la Fig. 7, el aparato de formación de la incisión CA7 que comprende un rodillo rotatorio superior 71a y un rodillo rotatorio inferior 71b que se proporcionan en el lado de la cara superior y el lado de la cara del fondo, respectivamente, de un material de base preimpregnado elemental RP7. El rodillo rotatorio superior 71a tiene cuchillas de corte 72a que sobresalen de la superficie, se alinean a intervalos y tenían una longitud predeterminada. El rodillo rotatorio inferior 71b tiene cuchillas de corte 72b que

45

sobresalen de la superficie, se alinean a intervalos y tenían una longitud predeterminada. El rodillo rotatorio superior 71a y el rodillo rotatorio inferior 71b tienen el mismo radio y giran con la misma velocidad de giro.

5 [0271] El material de base preimpregnado elemental RP7 se suministró al aparato de formación de la incisión CA7 mostrado en la Fig. 7 y las cuchillas de corte en los rodillos rotatorios superiores e inferiores trabajaron para hacer incisiones C7a y C7b en el material de base preimpregnado elemental RP7 de la parte superior y las caras del fondo del material de base preimpregnado elemental RP7 sin permitir que penetren el material de base RP7, para producir un material de base preimpregnado con incisión de dos caras P7.

10 [0272] Aquí, el grosor del material de base preimpregnado con incisión de dos caras P7, la profundidad de corte de las incisiones C7a hecha de la cara superior del material de base preimpregnado con incisión de dos caras P7 y la profundidad de corte de las incisiones C7b hecha de la cara del fondo se refieren como H, U y D, respectivamente.

[0273] En el Ejemplo 37, la profundidad de corte U es de 35  $\mu\text{m}$  y este valor es igual a 0.28H. La profundidad de corte D es de 100  $\mu\text{m}$  y este valor es igual a 0.8H.

[0274] En el Ejemplo 38, la profundidad de corte U es de 55  $\mu\text{m}$  y este valor es igual a 0.44H. La profundidad de corte D es de 75  $\mu\text{m}$  y este valor es igual a 0.6H.

15 [0275] En el Ejemplo 39, tanto las profundidades de corte U como D son 67  $\mu\text{m}$  y este valor es igual a 0.54H.

20 [0276] En el material de base preimpregnado cortado P7, la distancia entre una incisión seleccionada al azar A en la cara superior y la incisión B que es contigua en la cara superior a la anterior en la dirección de longitud de las fibras o la longitud de segmento de fibra L, es 30 mm y la incisión C en la cara del fondo se localiza en una posición 15 mm (0.5L) lejos de la incisión un hacia la incisión B en la dirección de longitud de las fibras. Así, en el material de base preimpregnado cortado P7, todas las fibras se cortaron por las incisiones superiores C7a o por las incisiones del fondo C7b y tenían una longitud de segmento de fibra L de 30 mm o menos.

25 [0277] Todos los plásticos reforzados con fibra que resultan eran sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido suficientemente al borde. Aunque un plástico reforzado con fibra producida en el Ejemplo 37 sufriera leve urdimbre, todos los plásticos reforzados con fibra que resultan tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible estaba en la variedad de 43 a 44 GPa, aproximadamente como lo esperado teóricamente. La resistencia a la tensión era de 480 MPa en el Ejemplo 37, de 540 MPa en el Ejemplo 38 y de 580 MPa en el Ejemplo 39, y todos estos valores eran suficientemente altos en comparación con los del Ejemplo 1. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo el del 2 al 4%. En particular se encontró que la resistencia a la tensión aumentaba con una diferencia decreciente entre el número de incisiones en la cara superior y las de la cara del fondo. Esto probablemente se atribuirá al hecho de que el grosor del borde de corte de la fibra se minimiza cuando la profundidad de incisiones en la parte superior es igual a la de la cara del fondo.

Ejemplo 40

Ejemplo 41

Ejemplo 42

35 [0278] Salvo que las incisiones se hicieron en el material de base preimpregnado elemental como en los Ejemplos 37 a 39, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 9 para producir un plástico reforzado con fibra.

40 [0279] Aquí, el grosor del material de base preimpregnado, la profundidad de corte de las incisiones hechas de la cara superior y la profundidad de corte de las incisiones hechas de la cara del fondo se refieren como H, U y D, respectivamente. En el Ejemplo 40, la profundidad de corte U es de 35  $\mu\text{m}$  y este valor es igual a 0.28H. La profundidad de corte D es de 100  $\mu\text{m}$  y este valor es igual a 0.8H.

[0280] En el Ejemplo 41, la profundidad de corte U es 55  $\mu\text{m}$  y este valor es igual a 0.44H. La profundidad de corte D es 75  $\mu\text{m}$  y este valor es igual a 0.6H.

[0281] En el Ejemplo 42, tanto las profundidades de corte U como D son de 67  $\mu\text{m}$  y este valor es igual a 0.54H.

[0282] Todos los plásticos reforzados con fibra que resultan eran sin ondulaciones de la fibra. Aunque un plástico reforzado con fibra producida en el Ejemplo 40 sufriera leve urdimbre, todos los plásticos reforzados con fibra que resultan tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible estaba en la variedad de 43 a 44 GPa como lo esperado teóricamente. La resistencia a la tensión era de 400 MPa en el Ejemplo 40, de 460 MPa en el Ejemplo 41 y de 490 MPa en el Ejemplo 42, y todos estos valores eran suficientemente altos en comparación con los del Ejemplo 9. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo del 2 a 5%. En particular, como en el caso de Ejemplos 37 a 39, se encontró que la resistencia a la tensión aumentaba con una diferencia decreciente entre la profundidad de incisiones en la parte superior y la de la cara del fondo.

<comparación del material de base preimpregnado de incisión inclinada - ver la Tabla 10>

10 Ejemplo 43

Ejemplo 44

Ejemplo 45

Ejemplo 46

Ejemplo 47

15 [0283] Se hicieron las incisiones en un material de base preimpregnado elemental como el producido en el Ejemplo 1, y se aplicó una fuerza de corte al material de base preimpregnado cortado de resultar en su dirección de grosor para inclinar las incisiones de la dirección de grosor. Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para producir un plástico reforzado con fibra. Las incisiones verticales que penetran el material de base preimpregnado elemental se hicieron como en el Ejemplo 1, y al material de base preimpregnado inciso resultante se le permitió pasar por un rodillo de presión que comprende un rodillo rotatorio superior y un rodillo rotatorio inferior que tiene velocidades de giro diferentes de modo que el rodillo rotatorio superior y el rodillo rotatorio inferior serían aplicadas respectivamente a la parte superior y las caras del fondo del material de base preimpregnado. El material de base preimpregnado se calentó y se ablandó a una temperatura de 60°C como fue alimentado al rodillo de presión. Fue aplicada fuerza de corte al material de base preimpregnado por el rodillo de presión y como consiguiente, los planos de reducción en los segmentos de la fibra de refuerzo, que estaban al principio en la dirección de grosor del material de base preimpregnado, fueron inclinados de la dirección de grosor.

30 [0284] La Fig. 8 muestra una vista lateral esquemática de un aparato típico para hacer incisiones inclinadas. Un aparato CA8 para hacer incisiones inclinadas mostradas en la Fig. 8 tiene un rodillo de presión 82 comprendiendo un rodillo rotatorio superior 81a y un rodillo rotatorio inferior 81b. El rodillo rotatorio superior 81a y el rodillo rotatorio inferior 81b tienen velocidades de giro diferentes. Se suministra un material de base preimpregnado P8A, que tiene incisiones C8A en la dirección de grosor del material de base preimpregnado, entre el rodillo rotatorio superior 81a y el rodillo rotatorio inferior 81b. A medida que el material de base preimpregnado pasa por el rodillo de presión 82, la diferencia en la velocidad rotativa entre los dos rodillos rotatorios inclina las incisiones C8A, que están al principio en la dirección del grosor del material de base preimpregnado, en la dirección del grosor. Esto produce un material de base preimpregnado de incisión inclinada P8B que tiene incisiones C8B que se forman inclinando las incisiones C8A en la dirección del grosor.

40 [0285] La distancia de corte S se define como la distancia 63 medida en la dirección de la fibra entre la línea de corte en las fibras de refuerzo en la cara superior y la que en la cara del fondo del material de base preimpregnado de incisión inclinada P8B (ver Fig. 6). Un espécimen que tiene un área 250 x 250 mm se cortaron del material de base preimpregnado de incisión inclinada C8B y la distancia de corte S se midió para 5 o más incisiones. Su promedio se substituyó en la Fórmula I para calcular el ángulo 62 de las incisiones, es decir, ángulo de inclinación  $\Theta_a$ .

45 [0286] La distancia de corte S era de 12,5 mm y el ángulo de inclinación  $\Theta_a$  era de 0,6° en el Ejemplo 43. La distancia de corte S era de 6,25 mm y el ángulo de inclinación  $\Theta_a$  era de 1,1° en el Ejemplo 44. La distancia de corte S era de 1 mm y el ángulo de inclinación  $\Theta_a$  era de 7,1° en el Ejemplo 45. La distancia de corte S era de 0,5 mm y el ángulo de inclinación  $\Theta_a$  era de 1,4° en el Ejemplo 46. La distancia de corte S era de 0,25 mm y el ángulo de inclinación  $\Theta_a$  era de 27° en el Ejemplo 47.



5 [0287] Todos los plásticos reforzados con fibra que resultan eran sin ondulaciones de la fibra. Aunque un plástico reforzado con fibra producida en el Ejemplo 43 sufriera leve urdimbre, todos los plásticos reforzados con fibra que resultan tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible estaba en la variedad de 43 a 45 GPa como lo esperado teóricamente. La resistencia a la tensión era de 460 MPa en el Ejemplo 44, de 450 MPa en el Ejemplo 45, de 440 MPa en el Ejemplo 46 y de 430 MPa en el Ejemplo 47, y todos estos valores eran casi iguales a o más altos que las del Ejemplo 1.

10 [0288] En particular, la resistencia a la tensión aumentó con un ángulo de inclinación  $\Theta_a$  decreciente, probablemente debido a una disminución en la concentración de la tensión en los bordes de corte de la fibra. En el Ejemplo 43 donde el ángulo de inclinación  $\Theta_a$  era menos de  $1^\circ$ , sin embargo, la distancia de corte S era muy grande y la variación en la distancia de corte S entre incisiones diferentes también era grande, indicando que la estabilidad del proceso de moldeado era baja.

Ejemplo 48

Ejemplo 49

Ejemplo 50

15 Ejemplo 51

Ejemplo 52

[0289] Salvo que las incisiones fueron inclinadas en el material de base preimpregnado cortado como en Ejemplos 43 a 47, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 9 para producir un plástico reforzado con fibra.

20 [0290] La distancia de corte S era 12,5 mm y el ángulo de inclinación  $\Theta_a$  era de  $0,6^\circ$  en el Ejemplo 48. La distancia de corte S era de 6,25 mm y el ángulo de inclinación  $\Theta_a$  era de  $1,1^\circ$  en el Ejemplo 49. La distancia de corte S era de 1 mm y el ángulo de inclinación  $\Theta_a$  era de  $7,1^\circ$  en el Ejemplo 50. La distancia de corte S era de 0,5 mm y el ángulo de inclinación  $\Theta_a$  era de  $1,4^\circ$  en el Ejemplo 51. La distancia de corte S era de 0,25 mm y el ángulo de inclinación  $\Theta_a$  era de  $27^\circ$  en el Ejemplo 52.

25 [0291] Todos los plásticos reforzados con fibra que resultan eran sin ondulaciones de la fibra. Aunque un plástico reforzado con fibra producido en el Ejemplo 40 sufriera leve urdimbre, todos los plásticos reforzados con fibra que resultan tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible estaba en la variedad de 45 a 47 GPa. La resistencia a la tensión era de 480 MPa en el Ejemplo 48, de 460 MPa en el Ejemplo 49, de 420 MPa en el Ejemplo 50, de 380 MPa en el Ejemplo 51 y de 350 MPa en el Ejemplo 52. Excepto el Ejemplo 52, no sólo la resistencia a la tensión sino también el módulo extensible eran altos en comparación con los valores en el Ejemplo 9. Como en Ejemplos 43 a 47, en particular, la resistencia a la tensión aumentó con un ángulo de inclinación  $\Theta_a$  decreciente. La tasa de aumento de los valores de fuerza en los Ejemplos 43 a 47 de las del Ejemplo 1 es más grande que las del Ejemplo 9, indicando que la concentración de la tensión disminuye con una distancia decreciente entre los bordes de corte de la fibra, es decir, con un ángulo decreciente de inclinación  $\Theta_a$ .

<comparación del material de base preimpregnado de incisión oblicua - ver la Tabla 11>

35 Ejemplo 53

Ejemplo 54

40 [0292] Usando una máquina cortante automática, se hizo un gran número de incisiones que hacen mostrar el modelo de incisión en la Fig. 2 (f) en un material de base preimpregnado elemental producido como en el Ejemplo 1. Expresamente, las incisiones, que tienen una forma directa que tiene una longitud constante, son oblicuas de la dirección perpendicular a la dirección de orientación de las fibras. La longitud de la incisión actual W medida en dirección de las incisiones era de 5,1 mm. La distancia entre los centros geométricos de dos incisiones que son contiguas en la dirección de orientación de las fibras, es decir, la longitud de segmento de fibra L era de 30 mm. El ángulo oblicuo de las incisiones de la dirección de orientación de las fibras era de  $30^\circ$  en el Ejemplo 53 y de  $45^\circ$  en el Ejemplo 54. Como consiguiente, la longitud de segmento de hendidura (longitud proyectada)  $W_s$  era de 2,55 mm en el Ejemplo 53 y de 3,61 mm en el Ejemplo 54. En consecuencia, las filas de la incisión contiguas son cambiadas en la

dirección perpendicular a la dirección de orientación de las fibras en 2,5 mm en el Ejemplo 53 y 3,5 mm en el Ejemplo 54.

5 [0293] Todos los plásticos reforzados con fibra que resultan eran sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido suficientemente al borde. Eran sin urdimbre y tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible y la resistencia a la tensión eran hasta de 43 a 44 GPa y de 410 a 470 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo del 2 a 4%. La resistencia a la tensión mejoró enormemente ya que las incisiones se hicieron más oblicuas para disminuir la longitud de segmento de hendidura (longitud proyectada)  $W_s$  y ya que disminuyó el número de fibras de reducción por incisión.

Ejemplo 55

10 Ejemplo 56

15 [0294] Usando el mismo método como en Ejemplos 53 y 54, se hicieron incisiones que eran rectas y oblicuas de la dirección perpendicular a la dirección de orientación de las fibras en un material de base preimpregnado elemental. La longitud de segmento de hendidura  $W$  era de 1,35 mm. La longitud de segmento de fibra  $L$  era de 30 mm. El ángulo oblicuo de las incisiones de la dirección de orientación de las fibras era de 30 ° en el Ejemplo 55 y de 45° en el Ejemplo 56. Como consiguiente, la longitud de segmento de hendidura (longitud proyectada)  $W_s$  era de 0,68 mm en el Ejemplo 55 y de 0,95 mm en el Ejemplo 56. En consecuencia, las filas de la incisión contiguas son cambiadas en la dirección perpendicular a la dirección de orientación de las fibras en 0,6 mm en el Ejemplo 55 y 0,9 mm en el Ejemplo 56.

20 [0295] Todos los plásticos reforzados con fibra que resultan eran sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido suficientemente al borde. Eran sin urdimbre y tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible era de 44 a 45 GPa y la resistencia a la tensión era de 580 a 670 MPa y todos estos valores eran muy altos en comparación con las del Ejemplo 17. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo del 4 a 5%.

Ejemplo 57

Ejemplo 58

25 [0296] Para un material de base preimpregnado elemental producido como el Ejemplo 1, el grosor del material de base preimpregnado elemental se cambió a 0,2 mm cambiando el peso de fibras de carbono por área de la unidad a 200 g/m<sup>2</sup>. Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento con el mismo modelo de incisión que en Ejemplos 55 y 56 para hacer incisiones en el material de base preimpregnado elemental. Las incisiones eran rectas y oblicuas de la dirección perpendicular a la dirección de orientación de las fibras.

30 [0297] Todos los plásticos reforzados con fibra que resultan eran sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido suficientemente al borde. Eran sin urdimbre y tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible y la resistencia a la tensión eran tan extremadamente altos como 43 a 44 GPa y 520 a 600 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo el 3 a 6%.

Ejemplo 59

35 [0298] Para un material de base preimpregnado elemental producida como el Ejemplo 1, el grosor del material de base preimpregnado elemental se cambió a 0,2 mm cambiando el peso de fibras de carbono por área de la unidad a 200 g/m<sup>2</sup>. La longitud actual  $W$  de las incisiones era 1,35 mm, es decir, la longitud de segmento de hendidura (longitud proyectada)  $W_s$  era de 1,35 mm, y las filas de la incisión contiguas fueron cambiadas en 1,3 mm en la dirección perpendicular a la dirección de orientación de las fibras. Excepto estos cambios, se realizó el mismo procedimiento que en Ejemplos 1.

40 [0299] El plástico reforzado con fibra que resulta era sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido suficientemente al borde. Eran sin urdimbre y tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible y la resistencia a la tensión eran hasta 43 GPa y 440 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo el 4%. Sin embargo, la resistencia a la tensión era ligeramente más baja que en los Ejemplos 57 y 58.

45 <comparación en términos de composición del laminado - ver la Tabla 8>

Ejemplo de la referencia 1

Ejemplo de la referencia 2

5 [0300] Excepto el uso de un material de base preimpregnado producida como en el Ejemplo 1 pero con una composición del laminado diferente, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para producir un plástico reforzado con fibra. Para el uso en el ejemplo de la Referencia 1, se combinaron 8 capas de material de base preimpregnadas incisas como las preparadas en el Ejemplo 1 en la misma dirección para proveer un material de base preimpregnado [0]<sub>8</sub>. Para el uso en el ejemplo de la Referencia 2, se combinaron 16 capas de material de base preimpregnadas incisas como las preparadas en el Ejemplo 1 para proveer un material de base laminado [0 / 45]<sub>4s</sub>.

10 [0301] En un plástico reforzado con fibra producido en el ejemplo de la Referencia 1, se encontró que las fibras sólo habían fluido en la dirección de 90 ° mientras ningún flujo había ocurrido considerablemente en la dirección de 0° aunque las fibras sobresalieran como cirros en algunas partes. Los huecos en la cavidad en la dirección de 0° contuvieron la resina que se había apretado y el plástico reforzado con fibras que resulta tenía pobre calidad de aspecto. En el plástico reforzado con fibra que resulta en el ejemplo de la Referencia 2, las fibras habían fluido sobre la cavidad entera, pero el flujo de fibras era anisotrópico como en el caso de la composición del laminado, causando grandes ondulaciones de la fibra. Además, el plástico reforzado con fibra que resulta sufrió gran urdimbre.

[0302] Los ejemplos comparativos se describen abajo.

<comparación en términos de forma del material de base preimpregnado - ver la Tabla 1> ejemplo comparativo 1

[0303] Se realizó mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 salvo que no se hicieron ningunas incisiones en el material de base preimpregnado elemental.

20 [0304] En el plástico reforzado con fibra que resulta, el material de base laminado poco estirado, es decir que fluyó poco, con el área que se queda casi en la medida original de 250 X 250 mm, durante el moldeado del material de base laminado en el plástico reforzado con fibra, y la resina de matriz se apretó para formar rebabas de resina entre el plástico reforzado con fibra y el molde. A causa de la resina exprimida, el moldeado tenía una superficie curtida y no parecía servir para para proveer como un material de moldeado comercial.

25 Ejemplo comparativo 2

30 [0305] Se produjo película de resina gruesa de una composición de resina de epoxi como la usada en el Ejemplo 1. Entonces, un haz de fibras de carbono (resistencia a la tensión 4,900 MPa, módulo extensible 235 GPa, 12.000 fibras) cortado a una longitud de 25 mm se dejó caer y se dispersó uniformemente sobre la película de resina hasta un peso por área de la unidad de 125 g/m<sup>2</sup>. Se puso encima otra película de la resina anterior para intercalar las fibras de carbono de reducción y permitió pasar por un rollo de calendario para proporcionar una lámina SMC que tiene una fracción del volumen de la fibra Vf del 55%. De esta lámina SMC, se recortaron 16 especímenes que tienen un área de 250 x 250 mm y se amontonaron hasta proporcionar un material de base preimpregnado. Entonces, se realizó el mismo procedimiento de moldeado que en el Ejemplo 1 para producir un plástico reforzado con fibra.

35 [0306] En el plástico reforzado con fibra que resulta, las fibras habían fluido suficientemente al borde. Ocurrió urdimbre aunque sólo ligeramente, y también tuvo lugar una distribución desigual de la fibra causando zonas hundidas en partes ricas en resina, resultando en una lisura pobre. El módulo extensible era 33 GPa, que es considerablemente más bajo que el valor teórico probablemente porque las fibras no eran rectas. La resistencia a la tensión era de 220 MPa, y el coeficiente de la variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan extremadamente alto como el 12%. Así, el moldeado serviría con poca probabilidad como material estructural.

40 Ejemplo comparativo 3

45 [0307] Utilizando 100 partes por peso de resina vinilo éster (Derakane 790 producida por Dow Chemical Company) como una resina de matriz, 1 parte por peso de tert-butilperoxi benzoato (Perbutyl Z producido por NOF Corporation) como un agente de curación, 2 partes por peso de estearato de zinc (SZ-2000 producido por Sakai Chemical Industry Co., Ltd.) como un agente de liberación del molde interno y 4 partes por peso de óxido de magnesio (MgO #40 producido por Kyowa Chemical Industry Co., Ltd.) como mejorador de la viscosidad, su mezcla se mezcló suficientemente incitando a proporcionar una pasta de resina. La pasta de resina que resulta se aplicó sobre una película de liberación del molde del polipropileno con una rasqueta.

[0308] Como en el ejemplo comparativo 2, las fibras de carbono cortadas a una longitud de 25 mm se dejaron caer y se dispersaron uniformemente sobre la película hasta un peso por área de la unidad de 500 g/m<sup>2</sup>. Entonces, se combinó otra película de polipropileno cubierta de la pasta de resina, con la pasta de resina intercalada. La fracción del volumen de la fibra de carbono en una lámina SMC era del 40%.

5 [0309] La lámina que resulta se dejó reposar durante 24 horas a 40°C para asegurar un aumento suficiente de viscosidad de la pasta de resina para proporcionar la lámina SMC. De la lámina SMC, 4 especímenes que tienen un área de 250 x 250 mm se recortaron y se combinaron para producir un material de base preimpregnado. Para el material de base laminado resultante, se realizó el mismo procedimiento de moldeado que en el Ejemplo 1 para producir un plástico reforzado con fibra.

10 [0310] En el plástico reforzado con fibra resultante, las fibras habían fluido suficientemente al borde. Ocurrió urdimbre aunque sólo ligeramente. En comparación con el ejemplo comparativo 2, un contenido de resina más grande llevó a una suavidad mejorada, pero ocurrieron algunas zonas hundidas. El módulo extensible y la resistencia a la tensión eran generalmente bajos, expresamente 30 GPa y 160 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan extremadamente alto como el 16%. Así, era poco probable que el moldeado sirviera de material estructural. Ejemplo comparativo 4

15 [0311] La pasta de resina estuvo preparada como en el ejemplo comparativo 3 y luego se aplicó la pasta de resina sobre la película de polipropileno. Las fibras de vidrio se cortaron (resistencia a la tensión de 1,500 MPa, módulo extensible de 74 GPa, 800 fibras) a una longitud de 25 mm y se dejaron y se dispersaron uniformemente en la película hasta un peso por área de unidad de 700 g/m<sup>2</sup>. Entonces, se realizó el mismo procedimiento que en el ejemplo comparativo 3 para producir un plástico reforzado con fibra.

20 [0312] En el plástico reforzado con fibra resultante, las fibras habían fluido suficientemente al borde. Ocurrió urdimbre aunque sólo ligeramente. En comparación con el ejemplo comparativo 2, un contenido de resina más grande llevó a una suavidad mejorada, pero ocurrieron algunas zonas hundidas. El módulo extensible y la resistencia a la tensión eran generalmente bajos, expresamente 15 GPa y 180 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan extremadamente alto como el 14%. Así, era poco probable que el moldeado sirviera de material estructural.

<comparación en términos de longitud de segmento de fibra - ver la Tabla 4>

Ejemplo comparativo 5

Ejemplo comparativo 6

30 [0313] En el modelo de incisión usado en el Ejemplo 1, se cambió el intervalo L entre las incisiones (la longitud de segmento de fibra). Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para producir un plástico reforzado con fibra. La longitud de segmento de fibra L era de 7,5 mm en el ejemplo comparativo 5 y de 120 mm en el ejemplo comparativo 6. Como consiguiente, en el material de base laminado, las incisiones en filas en la capa del material de base preimpregnado se cambiaron en la dirección de orientación de la fibra por 0.5 veces el intervalo L en comparación con las incisiones en la capa del material de base preimpregnado que era contigua a la anterior y tenía la misma dirección de orientación. Este cambio en la dirección de longitud de las fibras era de 3,75 mm en el ejemplo comparativo 5 y de 60 mm en el ejemplo comparativo 6.

35 [0314] En el ejemplo comparativo 5, el plástico reforzado con fibra resultante era sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido suficientemente al borde. Era sin urdimbre y tenía buena calidad de apariencia y suavidad. Pero la resistencia a la tensión es baja de 320 MPa en comparación con el Ejemplo 1 y los Ejemplos 10 a 13. Para el plástico reforzado con fibra producido en el ejemplo comparativo 6, las fibras no habían fluido sobre la cara entera de la cavidad del molde, dejando partes ricas en resina en el borde. También se encontraron ondulaciones de la fibra y urdimbre.

<comparación en términos de grosor del material de base preimpregnado - ver la Tabla 6>

Ejemplo comparativo 7

45 [0315] Para un material de base preimpregnado elemental cortado como el preparado en el Ejemplo 1, el grosor del material de base preimpregnado elemental se cambió ajustando el peso de fibras de carbono por área de unidad. Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para producir un plástico reforzado con fibra.

[0316] El peso de fibras de carbono por área de unidad era 25 (g/m<sup>2</sup>) y el grosor era de 0.025 (mm).

[0317] El plástico reforzado con fibra resultante era sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido suficientemente al borde. Además, era sin urdimbre y tenía buena calidad de apariencia y suavidad. Sin embargo, el material de base preimpregnado elemental cortado era muy delgado, llevando a unos costes de producción muy altos.

5 <comparación en términos de fracción del volumen de la fibra - ver la Tabla 7>

Ejemplo comparativo 8

Ejemplo comparativo 9

10 [0318] Para un material de base preimpregnado elemental como el preparado en el Ejemplo 1, se cambió la fracción del volumen Vf de fibras de carbono ajustando el peso de fibras de carbono por área de unidad. Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para producir un plástico reforzado con fibra. El peso de fibras de carbono por área de unidad (g/m<sup>2</sup>) y la fracción del volumen de la fibra Vf (%) era de 158 g/m<sup>2</sup> y del 70% en el ejemplo comparativo 8 y de 90 g/m<sup>2</sup> y del 40% en el ejemplo comparativo 9, respectivamente.

15 [0319] El plástico reforzado con fibra resultante en el ejemplo comparativo 8 sufrió ondulaciones de la fibra y las fibras no habían fluido al borde en algunas partes superficiales que se sometieron a la fricción con el molde. La resina estaba ausente en algunas partes superficiales, y el moldeado tenía calidad de aspecto pobre así como urdimbre significativa. El plástico reforzado con fibra resultante en el ejemplo comparativo 9 era sin urdimbre y tenía buena calidad de apariencia y suavidad. Sin embargo, el módulo extensible y la resistencia a la tensión eran de 33 GPa y de 320 MPa, respectivamente, que son considerablemente más bajos que los valores obtenidos en el Ejemplo 1 y los Ejemplos 27 a 30.

20 <comparación en términos de forma de material de base preimpregnado - Tabla 12>

Ejemplo 60

25 [0320] Se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para producir un material de base preimpregnado elemental y se formaron un gran número de incisiones rectas continuas inclinadas en 10 ° de la dirección de orientación de las fibras (dirección vertical VD en la Fig. 14 (a)) como se muestra en la Fig. 14 (a) con una máquina cortante automática para producir un material de base preimpregnado cortado. Las incisiones se alinean con intervalos regulares. Especímenes del material de base preimpregnado que tienen un área de 300 X 300 mm se cortaron de este material de base preimpregnado. Como cada incisión es continua, sin embargo, las incisiones se hicieron en tal manera que la periferia de 5 mm de ancho de cada área del espécimen era sin incisiones, a fin de impedir a las fibras soltarse.

30 [0321] De este material de base preimpregnado preparado encima, se recortaron dos tipos de especímenes del material de base preimpregnado que tienen un área de 300 X 300 mm para usar para la laminación en la dirección de orientación de las fibras de carbono (dirección de 0°) y en la dirección de 45° (dirección de 45°) a la derecha de la dirección de orientación de las fibras de carbono. Los especímenes del material de base preimpregnado para la laminación tenían un área total de 300 X 300 mm y la periferia de 5 mm de ancho de cada área del espécimen era sin incisiones. Así, existieron incisiones dentro del área de 290 x 290 mm. La duración de segmento L de las fibras cortadas por las incisiones era de 30 mm. Este material de base preimpregnado tenía pegajosidad como la resina de epoxi que constituye el material de base preimpregnado tenía una viscosidad de 2 x 10<sup>4</sup> Pa · s a 25°C atmósfera.

35 [0322] Los 16 especímenes del material de base preimpregnado ya mencionados para la laminación se combinaron para preparar un laminado pseudoisotrópico ([-45 / 0/+45 / 90]<sub>2S</sub>), seguido de cortar una periferia de 25 mm de ancho para producir un material de base preimpregnado que tiene un área 250 x 250 mm y tiene incisiones sobre su cara entera.

40 [0323] Para el material de base laminado resultante, se realizó el mismo procedimiento de moldeado que en el Ejemplo 1 para producir un plástico reforzado con fibra.

45 [0324] El plástico reforzado con fibra resultante era sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido uniformemente al borde. Era generalmente sin urdimbre. En la capa más extrema, además, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde las fibras de refuerzo de la capa contigua se expusieron. Así tenía buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible era de 46 GPa, aproximadamente como lo esperado

teóricamente, y la resistencia a la tensión era hasta de 590 MPa. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan extremadamente bajo como el 5%. Estos resultados muestran que el plástico reforzado con fibra resultante tenía características mecánicas y calidad para el uso como un material estructural o un material de placa externa. Cuando se observó el espécimen recortado en la dirección de 0° del plástico reforzado con fibras resultante, se encontró que allí ningunas partes que contienen ondulaciones de la capa o fibras y que sólo había pocas partes ricas en resina como se ha visto en la Fig. 16D. Además, los bordes de corte de la fibra son inclinados a la dirección de grosor (aproximadamente 5° o menos de la dirección de la fibra), permitiendo al moldeado tener una alta eficacia de transferencia de tensión.

#### Ejemplo 61

[0325] Excepto el uso de un modo diferente de hacer incisiones, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para producir un plástico reforzado con fibra. En un material de base preimpregnado elemental como el preparado en el Ejemplo 60, se formaron un gran número de incisiones que son discontinuas, directamente e inclinada en  $\pm 10^\circ$  de la dirección de orientación de las fibras sobre la cara entera como se muestra en la Fig. 14 (d) con una máquina cortante automática, proporcionando así un preimpregnado cortado. Las incisiones se alinearon a intervalos regulares.

[0326] De este material de base preimpregnado cortado, se recortaron especímenes del material de base preimpregnado que tienen un área de 300 X 300 mm para usar para la laminación en la dirección de orientación de las fibras de carbono (dirección de 0°) y en la dirección de 45° (dirección de 45°) a la derecha de la dirección de orientación de las fibras de carbono. La longitud de segmento de hendidura (longitud proyectada)  $W_s$  era de 10 mm (la longitud de la incisión actual  $W$  era de 57,6 mm) y como se ha visto en la Fig. 12, las fibras en fueron cortadas algunas partes por las incisiones contiguas en segmentos de la fibra más corta que  $L$ . La longitud era aproximadamente de 15 mm en este Ejemplo.

[0327] El plástico reforzado con fibra resultante era sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido uniformemente al borde. Era generalmente sin urdimbre. En la capa más extrema, además, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. Así tenía buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible era de 46 GPa, aproximadamente como lo esperado teóricamente, y la resistencia a la tensión era de hasta 550 MPa. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan extremadamente como el 4%.

[0328] Cuando se observó un espécimen recortado en la dirección de 0° del plástico reforzado con fibra resultante, se encontró que allí no había partes que contienen ondulaciones de la capa o fibras y que había sólo pocas partes ricas en resina como se ha visto en la Fig. 16D. Además, los bordes de corte de la fibra son inclinados a la dirección de grosor (aproximadamente 5° o menos de la dirección de la fibra), permitiendo al moldeado tener una alta eficacia de transferencia de tensión.

#### Ejemplo 62

[0329] Excepto el uso de un modo diferente de hacer incisiones, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para producir un plástico reforzado con fibra. En un material de base preimpregnado elemental como el preparado en el Ejemplo 60, se formó un gran número de incisiones que son discontinuas, directamente e inclinadas a  $10^\circ$  de la dirección de orientación de las fibras sobre la cara entera como se muestra en la Fig. 14 (e) con una máquina cortante automática, proporcionando así un material de base preimpregnado cortado. Las incisiones se alinearon a intervalos regulares.

[0330] De este material de base preimpregnado cortado, especímenes del material de base preimpregnado que tienen un área de 300 X 300 mm para usar para la laminación se recortaron en la dirección de orientación de las fibras de carbono (dirección de 0°) y en la dirección de 45° (dirección de 45°) a la derecha de la dirección de orientación de las fibras de carbono. La longitud de segmento de hendidura (longitud proyectada)  $W_s$  era de 10 mm (la longitud de la incisión actual  $W$  era de 57,6 mm) y como se ha visto en la Fig. 12, las fibras fueron cortadas en algunas partes por las incisiones contiguas en segmentos de la fibra más corta que  $L$ . La longitud era aproximadamente de 15 mm en este Ejemplo.

[0331] El plástico reforzado con fibra que resulta era sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido uniformemente al borde. Era generalmente sin urdimbre. En la capa más extrema, además, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa

contigua. Así tenía buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible era de 46 GPa, aproximadamente como lo esperado teóricamente, y la resistencia a la tensión era de hasta 580 MPa. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan extremadamente bajo como el 5%.

5 [0332] Cuando se observó un espécimen recortado en la dirección de 0° del plástico reforzado con fibra resultante, se encontró que allí ningunas partes conteniendo ondulaciones de la capa o fibras y que había sólo pocas partes ricas en resina como se ha visto en la Fig. 16D. Además, los bordes de corte de la fibra son inclinados a la dirección de grosor (aproximadamente 5° o menos de la dirección de la fibra), permitiendo al moldeado tener una alta eficacia de transferencia de la tensión.

<comparación en términos de fibra de refuerzo y resina de matriz - ve la Tabla 13>

10 Ejemplo 63

15 [0333] Excepto el uso de 5 partes por peso del de 2,4 toluenos bis-dimetilurea (Omicure (marca registrada) 24 producidos por PTI Japan Co., Ltd.) como un acelerador de curación, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para producir un material de base preimpregnado cortado y luego se produjo un material de base preimpregnado del anterior. Excepto el uso de un tiempo de prensado (tiempo de curación) de 3 minutos en la máquina de prensado en caliente, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para el material de base laminado resultante para producir un plástico reforzado con fibra. Aunque el tiempo de prensado sólo fuera de 1/10 del usado en el Ejemplo 60, el plástico tenía el mismo nivel de temperatura de transición de cristal, indicando que la composición de resina de epoxi usada tenía una rápida capacidad de curación.

20 [0334] El plástico reforzado con fibra que resulta era sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido uniformemente al borde. Era sin urdimbre. En la capa más extrema, además, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. Así tenía buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible y la resistencia a la tensión eran hasta de 47 GPa y de 580 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo del 4%. Estos valores no son de ningún modo inferiores a los obtenidos en el Ejemplo 60.

25 Ejemplo 64

30 [0335] Excepto el uso de 7 partes por peso de 4,4 metileno bis (fenil dimetilurea) (Omicure (marca registrada) 52 producido por PTI Japan Co., Ltd.) como un acelerador de curación, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 63 para producir un plástico reforzado con fibra. Aunque el tiempo de prensado sólo fuera de 1/10 del usado en el Ejemplo 60, el plástico tenía el mismo nivel de temperatura de transición de cristal, indicando que la composición de resina de epoxi no curada usada tenía una rápida capacidad de curación.

35 [0336] El plástico reforzado con fibra resultante era sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido uniformemente al borde. Era sin urdimbre. En la capa más extrema, además, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. Así tenía buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible y la resistencia a la tensión eran de hasta 47 GPa y de 580 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo del 5%. Estos valores no son de ningún modo inferiores a los obtenidos en el Ejemplo 60.

Ejemplo 65

40 [0337] Las bolitas de resina de la poliamida copolimerizada (Amilan (marca registrada) CM4000 producida por Toray Industries, Inc., un producto copolímero poliamida 6 / 66 / 610 que tiene un punto de fusión de 155°C) se calentaron y presionaron a 200°C en una película que tiene un grosor de 34 µm. Salvo que no se usó el papel de liberación, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para producir un material de base preimpregnado cortado. La resina de la poliamida era sólida en una atmósfera de 25°C, y era imposible medir su viscosidad. El material de base preimpregnado producido era sin pegajosidad.

45 [0338] Después de ser cortadas en piezas de prueba que tienen la misma medida que en el Ejemplo 60, las 16 capas, que eran sin pegajosidad, simplemente se amontonaron de una manera pseudo-isotrópica  $([-45 / 0/+45 / 90]_{2S})$  y se colocaron en una zona aproximadamente central de un molde de placa plana que tiene una cavidad con un área de 300 X 300 mm. El material se presionó bajo una máquina de prensado en caliente durante un tiempo de moldeo de 1 minuto

a una temperatura de 200°C con una presión de 6 MPa para permitir que el material de base laminado fluyera. Sin abrir el molde, se refrescó el material y se quitó para producir un plástico reforzado con fibra en forma de una placa plana que tiene un área de 300 X 300 mm.

5 [0339] Aunque sufriendo leves ondulaciones de la fibra, las fibras en el plástico reforzado con fibra resultante habían fluido al borde. Existió una distribución de la fibra ligeramente no uniforme, causando leve urdimbre. En la capa más extrema, sin embargo, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. En conjunto, el producto tenía casi buena calidad de apariencia y la suavidad.

Ejemplo 66

10 [0340] Una mezcla de 55% del peso al azar de resina copolimerizada PPS (J229E producida por Prime Polymer Co., Ltd., teniendo un punto de fusión de 155°C) y 45% del peso que la resina a base de PPS modificada por ácido (Yumex 1010 producida por Sanyo Chemical Industries Ltd., teniendo un valor ácido de aproximadamente 52, punto de fusión de 142°C y peso molecular de promedio del peso de 30.000) fue amasada en fusión en un tornillo de doble husillo (TEX-30a2 fabricado por Japan Steel Works, Ltd.) a 200°C para preparar bolitas, que se trataron entonces bajo una prensa calentada a 200°C en una película que tiene un grosor de 34 mm. Posteriormente, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 65 para producir un plástico reforzado con fibra.

15

[0341] Aunque sufriendo ondulaciones leves de la fibra, las fibras en el plástico reforzado con fibra que resulta habían fluido al borde. Existió una distribución de la fibra ligeramente no uniforme, causando leve urdimbre. En la capa más extrema, sin embargo, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. En conjunto, el producto tenía casi buena calidad de apariencia y la suavidad.

20

Ejemplo 67

[0342] Se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para preparar una película de resina. Entonces, se aplicó la película de resina preparada a ambos lados de una lámina de fibras de vidrio orientadas en una dirección (resistencia a la tensión 1,500 MPa, módulo extensible 74 GPa), seguido de calor y presionando para impregnar la lámina de la fibra de vidrio de la resina, causando un material de base preimpregnado elemental que tiene un peso de la fibra de vidrio por área de unidad de 175 g/m<sup>2</sup>, fracción del volumen de la fibra Vf del 55% y grosor de 0,125 mm. Posteriormente, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para producir un plástico reforzado con fibra.

25

[0343] El plástico reforzado con fibra resultante era sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido uniformemente al borde. Era sin urdimbre. En la capa más extrema, además, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. Así tenía buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible era de 29 GPa y la resistencia a la tensión era de 430 MPa. En comparación con los valores en el Ejemplo 60, el módulo extensible era casi como se esperó teóricamente aunque más bajo por una diferencia que refleja el rendimiento de las fibras de refuerzo usadas. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo del 3%.

30

35

<comparación en términos de ángulo oblicuo de incisión - ver la Tabla 14>

Ejemplo 68

Ejemplo 69

Ejemplo 70

40 Ejemplo 71

Ejemplo 72

Ejemplo 73

[0344] Excepto el uso de valores diferentes para el ángulo oblicuo de las incisiones, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para producir un plástico reforzado con fibra. El ángulo oblicuo usado era de 1° en el Ejemplo 68,



de 2° en el Ejemplo 69, de 5° en el Ejemplo 70, de 15° en el Ejemplo 71, de 25° en el Ejemplo 72 y de 45° en el Ejemplo 73.

5 [0345] Excepto el Ejemplo 68, los plásticos reforzados con fibra que resultan eran sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido uniformemente al borde. En todos los casos, eran sin urdimbre. En la capa más extrema, excepto el  
 10 Ejemplo 73, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. Así tenían buena calidad de apariencia y suavidad. En caso del Ejemplo 68, el ángulo oblicuo de las incisiones es pequeño y la distancia entre las incisiones es pequeña, es decir, aproximadamente de 0,5 mm, haciendo difíciles el recorte y la laminación. Probablemente porque permanecieron fibras sin cortes que tienen una longitud de 100 mm o menos, había fibras sufriendo ondulaciones, aunque las fibras hubieran fluido al borde. En el Ejemplo 73, la capa más extrema contenía muchos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o se expusieron donde las fibras de refuerzo de la capa contigua. Se encontraron algunas señales de sumidero en estas partes. En cuanto a las características mecánicas, el módulo extensible y la resistencia a la tensión eran de hasta 45 a 47 GPa y de 460 a 660 MPa, respectivamente, excepto el Ejemplo 73. En el Ejemplo 73, el módulo extensible era de 45 GPa, pero la resistencia a la tensión era de 330 MPa, que era considerablemente más baja que en Ejemplo 60 y Ejemplos 68 a 72. El coeficiente de variación (valor del CV) en resistencia a la tensión era tan sólo de 3 a 5%, excepto el Ejemplo 68. En particular, la resistencia a la tensión era de 600 MPa o más en los Ejemplos 68, 69 y 70 donde el ángulo de incisión es pequeño. En Ejemplos 68 y 69, por otra parte, el ángulo de incisión era pequeño y la distancia entre las incisiones era pequeña, es decir, aproximadamente de 1 mm, causando baja manejabilidad durante el proceso de laminación.

20 <comparación en términos de tasa de carga - ver la Tabla 15>

Ejemplo 74

Ejemplo 75

Ejemplo 76

25 [0346] Salvo que los especímenes del material de base preimpregnado recortados tenían una medida diferente, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para producir un plástico reforzado con fibra. La medida del espécimen del material de base preimpregnado recortado era de 212 x 212 mm en el Ejemplo 74, de 285 x 285 mm en el Ejemplo 75 y de 300 X 300 mm en el Ejemplo 76, respectivamente. La tasa de carga usada era del 50% en el Ejemplo 74, del 90% en el Ejemplo 75 y del 100% en el Ejemplo 76, respectivamente.

30 [0347] Todos los plásticos reforzados con fibra que resultan eran sin ondulaciones de la fibra, y las fibras habían fluido suficientemente al borde. En el Ejemplo 76, sin embargo, la tasa de carga era del 100%, indicando que no ocurrió considerablemente ningún flujo de fibras. En el Ejemplo 74, la fibra había fluido sobre una distancia larga, y el plástico reforzado con fibra que resulta sufrió la distribución de la fibra ligeramente no uniforme, causando leve urdimbre.. En la capa más extrema, sin embargo, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. Así, el producto tenía casi buena calidad de apariencia y suavidad.

35 [0348] En Ejemplos 75 y 76, los plásticos reforzados con fibra que resultan eran sin urdimbre. En la capa más extrema, además, no había huecos cortados ricos en resina que fueran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. Así tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible y la resistencia a la tensión eran de hasta 46 a 47 GPa y de 510 a 690 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en resistencia a la tensión era tan sólo del 3% al 7%.

40 [0349] En el Ejemplo 74 donde la tasa de carga era baja, en particular, el material de base preimpregnado elemental adelgazó ya que se extendió, y por lo tanto, cada capa en el plástico reforzado con fibra resultante era muy delgada. La resistencia a la tensión tenía un valor muy alto de 690 MPa probablemente debido a la resistencia a la intercapa que se desconcha de los bordes de corte de la fibra.

45 <comparación en términos de longitud de segmento de fibra - ver la Tabla 16>

Ejemplo 77

Ejemplo 78

Ejemplo 79

5 [0350] Se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 salvo que se cambiaron los intervalos de incisiones, es decir, la longitud de segmento de fibra L, en el modelo de incisión usado en el Ejemplo 60, produciendo un plástico reforzado con fibra. La longitud de segmento de fibra L era de 10 mm en el Ejemplo 77, 60 mm en el Ejemplo 78 y de 100 mm en el Ejemplo 79, respectivamente.

10 [0351] Excepto para el Ejemplo 79, los plásticos reforzados con fibra resultantes eran sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido suficientemente al borde. En el Ejemplo 79, el plástico reforzado con fibra resultante sufrió ondulaciones leves de la fibra. Además, las fibras no habían fluido suficientemente al borde en algunas partes superficiales que se sometieron a la fricción con el molde. Todos los plásticos reforzados con fibra eran sin urdimbre, y en la capa más extrema, además, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. Así, tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible y la resistencia a la tensión eran de hasta 46 a 47 GPa y de 510 a 650 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en resistencia a la tensión era tan sólo del 3 al 6%.

<comparación en términos de duración actual del segmento de hendidura - ver la Tabla 17>

15 Ejemplo 80

Ejemplo 81

Ejemplo 82

20 [0352] Según un modelo de incisión similar al que en el Ejemplo 62, se presionó un rodillo rotatorio producido proporcionando dos o más láminas a lo largo de la circunferencia de un cilindro metálico, usado en vez de una máquina cortante automática, contra un material de base preimpregnado elemental para hacer incisiones rectas discontinuas oblicuas de 10° de la dirección de orientación de las fibras, cambiando así el valor de la longitud de la incisión W. Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 62 para producir un plástico reforzado con fibra.

25 [0353] La longitud de segmento de hendidura (longitud proyectada) Ws era de 17 mm en el Ejemplo 80, de 30 mm en el Ejemplo 81 y de 170 mm en el Ejemplo 82. La longitud actual W de las incisiones era de 0,1 mm en el Ejemplo 80, de 0,17 mm en el Ejemplo 81 y de 1 mm en el Ejemplo 80.

30 [0354] Excepto para el Ejemplo 80, los plásticos reforzados con fibra resultantes eran sin ondulaciones de la fibra. En el Ejemplo 80, ocurrieron perturbaciones locales en el flujo de la fibra y se encontraron leves ondulaciones de la fibra probablemente porque había un número mayor de bordes de corte. En todos los plásticos reforzados con fibra resultantes, las fibras habían fluido suficientemente al borde y no se encontró ninguna urdimbre. En la capa más extrema, además, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. Así, tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible y la resistencia a la tensión eran de hasta 47 GPa y de 690 a 710 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo del 4 al 5%, excepto para el Ejemplo 80 donde era del 9%, ligeramente más alto.

35 Ejemplo 83

Ejemplo 84

Ejemplo 85

Ejemplo 86

40 [0355] Salvo que la longitud de segmento de hendidura (longitud proyectada) Ws se cambió en el modelo de incisión usado en el Ejemplo 62, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 62 para producir un plástico reforzado con fibra. La longitud de segmento de hendidura Ws usado era de 1 mm en el Ejemplo 83, de 1,5 mm en el Ejemplo 84, de 100 mm en el Ejemplo 85 y de 120 mm en el Ejemplo 86. La longitud de la incisión actual W era de 5,8 mm en el Ejemplo 83 y de 8,6 mm en el Ejemplo 84. En los Ejemplos 85 y 86, un extremo de cada incisión en una muestra del material de base preimpregnado que tiene un área de 300 X 300 mm existió dentro de la cara del espécimen del

material de base preimpregnado, pero el otro extremo se localizó cerca de la periferia. Así, cada incisión era tan larga que era considerablemente continua.

5 [0356] Todos los plásticos reforzados con fibra resultantes eran sin ondulaciones de la fibra. Las fibras habían fluido suficientemente al borde y no se encontró ninguna urdimbre. En la capa más extrema, además, había sólo pocos huecos cortados ricos en la resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. Así, tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible y la resistencia a la tensión eran de hasta 45 a 46 GPa y de 580 a 640 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo del 3% al 6%. En los Ejemplos 85 y 86, por otra parte, las incisiones estaban considerablemente en una forma continua y por lo tanto, las fibras estaban sueltas en el borde, llevando a pobre manejabilidad durante la operación de laminación.

<comparación en términos de grosor del material de base preimpregnado - ver la Tabla 18>

Ejemplo 87

Ejemplo 88

15 [0357] Para un material de base preimpregnado elemental como el preparado en el Ejemplo 60, el grosor del material de base preimpregnado elemental se cambió ajustando el peso de fibras de carbono por área de unidad. Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para producir un plástico reforzado con fibra. El peso de fibras de carbono por área de la unidad y el grosor era de 50 g/m<sup>2</sup> y 0,05 mm en el Ejemplo 87 y de 300 g/m<sup>2</sup> y de 0,3 mm en el Ejemplo 88.

20 [0358] Todos los plásticos reforzados con fibra resultantes eran sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido suficientemente al borde. Eran sin urdimbre. En la capa más extrema, además, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. Así tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible era de un alto 46 a 47 GPa. La resistencia a la tensión era de un alto 750 MPa en el Ejemplo 87 mientras era ligeramente bajo a 370 MPa en el Ejemplo 88. En todos los casos, el coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo del 4 al 5%. En particular, se encontró que la resistencia a la tensión mejora como el grosor de las disminuciones del material de base preimpregnado cortado.

<comparación en términos de fracción del volumen de la fibra - ver la Tabla 19>

Ejemplo 89

Ejemplo 90

30 [0359] Para un material de base preimpregnado elemental como el preparado en el Ejemplo 60, se cambió la fracción del volumen Vf de fibras de carbono en el material de base preimpregnado elemental ajustando el peso de fibras de carbono por área de unidad. Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para producir un plástico reforzado con fibra.

35 [0360] El peso de fibras de carbono por área de unidad (g/m<sup>2</sup>) y la fracción del volumen de fibra de carbono Vf (%) era de 146 g/m<sup>2</sup> y del 65% en el Ejemplo 89 y de 101 g/m<sup>2</sup> y del 45% en el Ejemplo 90, respectivamente.

40 [0361] En el Ejemplo 89, el plástico reforzado con fibra resultante sufrió leves ondulaciones de la fibra y las fibras no habían fluido suficientemente al borde en algunas partes superficiales que se sometieron a fricción con el molde. En el Ejemplo 90, el plástico reforzado con fibra resultante era sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido suficientemente al borde. Todos los plásticos reforzados con fibra eran sin urdimbre, y en la capa más extrema, además, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. Así, tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible y la resistencia a la tensión eran de hasta 39 a 52 GPa y de 490 a 630 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo del 4 al 8%. Estos resultados mostraron que el módulo extensible aumentó con una fracción del volumen de la fibra creciente Vf. Sin embargo, se encontró que la fluidez disminuía indeseablemente como la fracción del volumen de la fibra Vf se hizo demasiado alta.

<comparación en términos de composición del laminado - ver la Tabla 20>

Ejemplo 91

Ejemplo 92

5 [0362] En el Ejemplo 91, excepto el uso de un material de base preimpregnado producido como en el Ejemplo 60 pero con una composición del laminado diferente, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para producir un plástico reforzado con fibra. Y, se combinaron 16 capas de material de base preimpregnadas incisas como las preparadas en el Ejemplo 60 en un [0 / 90]<sub>4S</sub> material de base preimpregnado de capas cruzadas. Para el uso en el Ejemplo 92, se prepararon las capas del material de base preimpregnado elementales que comprenden fibras continuas solas en el Ejemplo 60 y se cortaron capas del material de base preimpregnado produciendo incisiones en las capas del material de base preimpregnado elementales se prepararon y se combinaron en un material de base preimpregnado. Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para producir un plástico reforzado con fibra.

10 [0363] Y, se combinaron 8 capas del material de base preimpregnado elementales sin incisiones que comprenden fibras continuas solas y se cortaron 8 capas del material de base preimpregnado, una encima de la otra, en [0/C90]<sub>4S</sub> («C» refiriéndose al material de base preimpregnado que comprende fibras continuas solas) alternativamente material de base preimpregnado de capas cruzadas.

15 [0364] Todos los plásticos reforzados con fibra resultantes eran sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido suficientemente al borde. Los plásticos reforzados con fibra resultantes, aunque uno obtenido en el Ejemplo 91 se sufriera leve urdimbre, en la capa más extrema, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. Así, tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible y la resistencia a la tensión eran de hasta 63 a 64 GPa y de 680 a 690 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo del 4 al 5%. Sin embargo, aunque la prueba extensible, que se realizó en la dirección de 0°, diera características mecánicas muy buenas, no había ningunas fibras que se orientaran en la dirección de 645°, y por lo tanto, los plásticos reforzados con fibra resultantes eran indeseablemente bajos en versatilidad.

25 Ejemplo 93

Ejemplo 94

Ejemplo 95

30 [0365] Excepto el uso de una composición del laminado diferente de esto en el Ejemplo 60, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 en el Ejemplo 93 para producir un plástico reforzado con fibra. En el Ejemplo 93, se combinaron 12 capas de material de base preimpregnadas incisas como las preparadas en el Ejemplo 60 de una manera pseudo-isotrópica en un material de base preimpregnado [60 / 0/-60]<sub>2S</sub>.

35 [0366] En el Ejemplo 94, se transfirió la película de resina de epoxi como la usada en el Ejemplo 60 en capas de resina y se produjo un material de base preimpregnado insertándolo entre capas del material de base preimpregnado cortado como el preparado en el Ejemplo 60. Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para producir un plástico reforzado con fibra. Se produjo material de base laminado usado en el Ejemplo 94 insertando capas de resina entre las capas del material de base preimpregnado cortadas 16 como las preparadas en el Ejemplo 60 de una manera pseudo-isotrópica para proveer un material de base preimpregnado [45/R/0/R/-45/R/90/R]<sub>2S</sub> («R» denotación de la capa de resina). La fracción del volumen de la fibra final Vf era del 49%.

40 [0367] En el Ejemplo 95, se prepararon capas de material base preimpregnado de tejido liso que tienen una fracción del volumen de la fibra Vf del 55% y un grosor de la capa de 250 µm por la impregnación de la resina de epoxi usada en el Ejemplo 60 y se produjo un material de base preimpregnado añadiéndolo como las capas más extremas al material de base preimpregnado cortado preparado en el Ejemplo 60. Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para producir un plástico reforzado con fibra. El material de base laminado usado en el Ejemplo 95 se produjo amontonando las capas del material de base preimpregnado cortadas de las preparadas 16 en el Ejemplo 60 de una manera pseudo-isotrópica y añadiendo capas de material base preimpregnado de tejido liso con direcciones de orientación de la fibra de 0° y de 90° encima del anterior para proveer un material de base laminado [WF 0 / 45 / 0/-45 / 90]<sub>2S</sub> («WF» denotación de capas de material base preimpregnado de tejido liso).

5 [0368] Todos los plásticos reforzados con fibra que resultan en los Ejemplos 93 y 94 eran sin ondulaciones de la fibra. Las fibras habían fluido suficientemente al borde. En el plástico reforzado con fibra producido en el Ejemplo 94, en particular, las fibras tenían muy alta fluidez y se habían extendido sumamente uniformemente. Todos los plásticos reforzados con fibra resultantes eran sin urdimbre, y en la capa más extrema, además, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. Así, tenían buena calidad de apariencia y suavidad.

[0369] Su módulo extensible y resistencia a la tensión eran hasta de 47 GPa y 42 GPa, y de 580 MPa y 510 MPa, respectivamente, correspondiente a los valores de la fracción del volumen de la fibra Vf. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo del 6% y del 4%, respectivamente.

10 [0370] En el plástico reforzado con fibra obtenido en el Ejemplo 95, no se vio ningún flujo en las partes de tejido liso en las capas más extremas, pero se produjo un flujo suficientemente al borde en partes entre los tejidos lisos. Se vieron algunas ondulaciones de la fibra en particular en el borde, y en los bordes de corte de la fibra, había algunos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron. Las fibras de refuerzo de la capa contigua Como total, sin embargo, el producto era sin urdimbre y tenía buena calidad de apariencia y suavidad. El  
15 módulo extensible y la resistencia a la tensión eran de 54 GPa y de 670 MPa, respectivamente. Así, la composición híbrida sirvió para conseguir altas características mecánicas.

Ejemplo 96

20 [0371] Se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para preparar una película de resina. Entonces, se aplicó la película de resina a ambos lados de una lámina de fibras de carbono orientadas en una dirección como en el Ejemplo 60, seguido de calor y presionando a un grado donde las fibras de carbono no se impregnaron completamente de la resina, proporcionando un material de base preimpregnado semiimpregnado que tiene un peso de fibra de carbono por área de unidad de 125 g/m<sup>2</sup> y una fracción del volumen de la fibra Vf del 55%.

25 [0372] Se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para hacer incisiones en este material de base preimpregnado semi-impregnado como se muestra en la Fig. 11. Aunque la parte central en la dirección de grosor se dejara no impregnada de resina, el material de base preimpregnado inciso resultante era libre de incisiones causadas por el deshilachado (*fuzzing*) de la fibra y separación de fibra y tenía una manejabilidad suficiente como en el Ejemplo 60. Entonces, se realizaron la laminación y el moldeado como en el Ejemplo 60 para producir un plástico reforzado con fibra.

30 [0373] El plástico reforzado con fibra resultante era sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido uniformemente al borde. Además, era sin urdimbre y tenía buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible y la resistencia a la tensión eran de hasta 46 GPa y de 550 MPa, respectivamente. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo del 7%.

<comparación de material de base preimpregnado con incisión de dos caras - la Tabla 21>

Ejemplo 97

35 Ejemplo 98

Ejemplo 99

40 [0374] En el paso para hacer incisiones en el material de base preimpregnado elemental como en el Ejemplo 60, se formaron las incisiones de la parte superior y caras del fondo del material de base preimpregnado elemental sin penetrar la capa. Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para producir un plástico reforzado con fibra. Se usó un aparato cortante CA18 como se muestra en la Fig. 18 para hacer incisiones en materiales de base preimpregnados elementales. El rodillo rotatorio 181 provisto con una lámina helicoidal 182 expuesto sobre una longitud predeterminada en la superficie del rodillo se presionó contra la cara superior y posteriormente la cara del fondo del material de base preimpregnado elemental RP18 para hacer incisiones C18 que no penetraron el material de base preimpregnado elemental RP18.

45 [0375] Aquí, el grosor del material de base preimpregnado con incisión de dos caras producido, la profundidad de corte de las incisiones hechas de la cara superior del material de base preimpregnado con incisión de dos caras y la profundidad de corte de las incisiones hechas de la cara del fondo se denominan como H, U y D, respectivamente.

[0376] En el Ejemplo 97, la profundidad de corte U es de 35  $\mu\text{m}$  y este valor es igual a 0.28H. La profundidad de corte D es de 100  $\mu\text{m}$  y este valor es igual a 0.8H.

[0377] En el Ejemplo 98, la profundidad de corte U es de 55  $\mu\text{m}$  y este valor es igual a 0.44H. La profundidad de corte D es de 75 mm y este valor es igual a 0.6H.

5 [0378] En el Ejemplo 99, tanto las profundidades de corte U como las D son de 67  $\mu\text{m}$  y este valor es igual a 0.54H.

[0379] En el material de base preimpregnado cortado, las incisiones en la cara superior y las incisiones en la cara del fondo estaban en un ángulo oblicuo de  $10^\circ$  y  $-10^\circ$ . En el material de base preimpregnado cortado, todas las fibras se cortaron por las incisiones superiores o por las incisiones del fondo y tenían una longitud de segmento de fibra L de 30 mm o menos.

10 [0380] Todos los plásticos reforzados con fibra resultantes eran sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido suficientemente al borde. Los plásticos reforzados con fibra resultantes, aunque uno obtenido en el Ejemplo 99 sufriera leve urdimbre, en la capa más extrema, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. Así, todos los plásticos reforzados con fibra resultantes tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible estaba en la variedad de 45 a 46 GPa, aproximadamente como lo esperado teóricamente. La resistencia a la tensión era de 650 a 750 MPa, que es suficientemente alta en comparación con los valores en el Ejemplo 60. En particular, se encontró que la resistencia a la tensión aumentaba con una diferencia decreciente entre el número de incisiones en la cara superior y de la cara del fondo. Esto probablemente se atribuirá al hecho de que el grosor del borde de corte de la fibra se minimiza cuando el número de incisiones en la parte superior es igual al en la cara del fondo.

20 Ejemplo 100

[0381] Se usó el material de base preimpregnado elemental producido en el Ejemplo 60 para preparar un material de base preimpregnado con incisión de dos caras en el cual las incisiones en la cara superior y las de la cara del fondo estaban en  $10^\circ$  y  $-10^\circ$ , respectivamente, de la dirección de la fibra. Dos de tal material de base preimpregnado como el preparado encima se combinaron en un material de base preimpregnado de dos capas. Se produjo un material de base preimpregnado como en el Ejemplo 60 usando el material de base laminado de dos capas resultante como una capa del material de base preimpregnado. El material de base laminado así producido se moldeó para proporcionar un plástico reforzado con fibra. Si el material de base laminado de dos capas se ve como una capa del material de base preimpregnado, tanto la profundidad de corte U de las incisiones en la cara superior (la profundidad denotada por Hs en la Fig. 21) como la profundidad de corte D de las incisiones en la cara del fondo (la profundidad denotada por Hs en la Fig. 21) es de 125  $\mu\text{m}$ , que es igual a 0.5H.

35 [0382] El plástico reforzado con fibra resultante era sin ondulaciones de la fibra, y en la capa más extrema, además, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. Así, el plástico reforzado con fibra resultante tenía buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible estaba en la variedad de 47 GPa, aproximadamente como lo esperado teóricamente. La resistencia a la tensión era de 690 MPa, que es suficientemente alta en comparación con los valores en el Ejemplo 60 y los Ejemplos 97 a 99 a pesar de un grosor doble por capa. El coeficiente de variación (valor del CV) en la resistencia a la tensión era tan sólo el 4%. El logro de una alta fuerza probablemente se atribuirá al hecho de que las fibras en esta estructura están en tal ángulo a las incisiones contiguas para prevenir la apertura de las incisiones.

<comparación del material de base preimpregnado de incisión inclinada - ver la Tabla 22>

40 Ejemplo 101

Ejemplo 102

Ejemplo 103

Ejemplo 104

Ejemplo 105

[0383] Se formaron incisiones en un material de base preimpregnado elemental como el producido en el Ejemplo 60, y una fuerza de corte se aplicó al material de base preimpregnado cortado resultante en su dirección de grosor para inclinar las incisiones de la dirección de grosor. Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para producir un plástico reforzado con fibra. Se formaron incisiones verticales que penetran el material de base preimpregnado elemental como en el Ejemplo 60, y el material de base preimpregnado inciso resultante se permitió que pasara por un rodillo de presión que comprende un rodillo rotatorio superior y un rodillo rotatorio inferior que tiene velocidades de giro diferentes de modo que el rodillo rotatorio superior y el rodillo rotatorio inferior se aplicaran respectivamente a la parte superior y la cara del fondo del material de base preimpregnado. El material de base preimpregnado se calentó y se ablandó a una temperatura de 60°C como fue alimentado al rodillo de presión. Fue aplicada una fuerza de corte al material de base preimpregnado por el rodillo de presión y como consiguiente, los planos de reducción en los segmentos de la fibra de refuerzo, que estaban al principio en la dirección de grosor del material de base preimpregnado, fueron inclinados de la dirección de grosor.

[0384] La distancia de corte S se define como la distancia 223 medida en la dirección de la fibra entre la línea de corte en las fibras de refuerzo en la cara superior y la de la cara del fondo del material de base preimpregnado de incisión inclinada P22 (ver Fig. 22). Un espécimen que tiene un área de 250 x 250 mm se corta del material de base preimpregnado de incisión inclinada P22 y la distancia de corte S se mide para 5 incisiones. Su promedio se substituye en la Fórmula I para calcular el ángulo 222 de las incisiones, es decir, ángulo de inclinación  $\Theta_a$ .

[0385] La distancia de corte S era de 12,5 mm y el ángulo de inclinación  $\Theta_a$  era de 0,6° en el Ejemplo 101. La distancia de corte S era de 6,25 mm y el ángulo de inclinación  $\Theta_a$  era de 1,1° en el Ejemplo 102. La distancia de corte S era de 1 mm y el ángulo de inclinación  $\Theta_a$  era de 7,1 ° en el Ejemplo 103. La distancia de corte S era de 0,5 mm y el ángulo de inclinación  $\Theta_a$  era 1,4 ° en el Ejemplo 104. La distancia de corte S era 0,25 mm y el ángulo de inclinación  $\Theta_a$  era de 27 ° en el

Ejemplo 105.

[0386] Todos los plásticos reforzados con fibra resultantes eran sin ondulaciones de la fibra. Los plásticos reforzados con fibra resultantes, aunque un producido en el Ejemplo 101 sufriera leve urdimbre, en la capa más extrema, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. Así, todos los plásticos reforzados con fibra resultantes tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible estaba en la variedad de 46 a 47 GPa, aproximadamente como lo esperado teóricamente. La resistencia a la tensión era de 580 MPa en el Ejemplo 101, de 620 MPa en el Ejemplo 102, de 620 MPa en el Ejemplo 103, de 610 MPa en el Ejemplo 104 y de 590 MPa en el Ejemplo 105, que son aproximadamente iguales a o más altas que los valores en el Ejemplo 60. En el Ejemplo 101 donde el ángulo de inclinación  $\Theta_a$  de los bordes de corte de la fibra era menos de 1°, sin embargo, la distancia de corte S era muy grande y la variación en la distancia de corte S entre incisiones diferentes también era grande, indicando que la estabilidad del proceso de moldeado era baja.

<comparación en términos de área de resina adicional - ver la Tabla 23>

Ejemplo 106

[0387] Se preparó como sigue una tela no tejida para ser usada para formar una capa de resina adicional. Es decir las bolitas de una resina de poliamida copolimerizada (Amilan (marca registrada) CM4000 producida por Toray Industries, Inc., un copolímero poliamida 6 / 66 / 610 que tiene un punto de fusión de 155°C) fueron tratadas por soplado en fusión para producir una tela no tejida que tiene un peso de resina por área de unidad de 30 g/m<sup>2</sup>. La resina de poliamida era sólida en una atmósfera de 25°C, y era imposible medir su viscosidad. El material de base de tela no tejida que resulta era sin pegajosidad. El material de base de tela no tejida resultante se cortó en una cinta que tiene una anchura de 0,2 mm. Se aplicó material de base de tela no tejida parecida a una cinta sobre ambas caras de un material de base preimpregnado cortado preparado como en el Ejemplo 60 para cubrir todas las incisiones continuas de tal manera que las incisiones fueron al centro de las cintas, cubriendo una anchura de 60,1 mm de cada incisión medida en la dirección de la fibra. La pegajosidad de la resina de epoxi sirvió para permitir que el material de base de tela no tejida fuera adherido al material de base preimpregnado por el prensado simple.

[0388] Así, el compuesto material de base preimpregnado resultante (material de base preimpregnado con capa de resina) tenía una fracción del volumen de la fibra total  $V_f$  del 53%. Tal material de base preimpregnado de incisión

compuesto se combinó para producir un material de base preimpregnado, y el material de base laminado resultante se moldeó para proporcionar un plástico reforzado con fibra.

5 [0389] El material de base preimpregnado de incisión compuesto de una capa se colocó en un horno y, sin aplicar presión, se curó a una temperatura de 130°C para un tiempo de procesamiento de 2 horas, seguidas de corte para observar el corte transversal. En el material, las partes sin la capa de resina adicional tenían un grosor medio de 125 µm mientras los que tienen la capa de resina adicional a ambos lados tenían un grosor medio de 175 µm aunque el grosor de la capa no fuera uniforme debido al uso de la tela no tejida como material para la capa de resina adicional.

10 [0390] Se cortó una parte que tiene la capa de resina adicional a ambos lados en la dirección vertical a las fibras, y se observó la sección con un microscopio óptico. Se mostró que la capa de resina adicional existía alrededor de las fibras de refuerzo en una profundidad de aproximadamente 10 µm de la superficie de la capa del material de base preimpregnado. En comparación con el material de base preimpregnado entero, la capa de resina adicional se consideró sólo para el 10% o menos del área del corte transversal. Considerablemente, la capa de resina adicional no entró en la capa del material de base preimpregnado y el grosor medio de la capa de resina adicional era aproximadamente de 25 µm.

15 [0391] El plástico reforzado con fibra resultante era sin ondulaciones de la fibra, y en la capa más extrema, además, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. Así, el plástico reforzado con fibra resultante tenía buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible era de 45 GPa y la resistencia a la tensión era de 580 MPa, que están al mismo nivel que en el Ejemplo 60. Es probable que la cinta de tela no tejida usada como resina adicional fuera demasiado estrecha para cubrir todas las incisiones completamente.

20

Ejemplo 107

Ejemplo 108

25 [0392] Excepto el uso de una medida diferente del material de base de tela no tejida para formar la capa de resina adicional, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 106 para producir un plástico reforzado con fibra. El material de base de tela no tejida parecido a una cinta tenía una anchura de 3 mm en el Ejemplo 107 y 20 mm en el Ejemplo 108. La cinta de tela no tejida se aplicó sobre el material de base preimpregnado para cubrir las incisiones de tal manera que las incisiones fueron al centro de la anchura de las cintas. La distancia de las incisiones al borde de la cinta de tela no tejida medida en la dirección de orientación de las fibras era de ±1,5 mm en el Ejemplo 107 y ±10 mm en el Ejemplo 108. Se encontró que la resina adicional aplicada formó una capa como en el Ejemplo 106 y no entró en la capa del material de base preimpregnado. La capa de resina adicional tenía un grosor medio de aproximadamente 25 µm.

30

35 [0393] Todos los plásticos reforzados con fibra resultantes eran sin ondulaciones de la fibra, y en la capa más extrema, además, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. Así, todos los plásticos reforzados con fibra resultantes tenían buena calidad de apariencia y suavidad. El módulo extensible estaba en la variedad ligeramente baja de 37 a 44 GPa, pero la resistencia a la tensión era de 590 a 680 MPa, que son más altos que las del Ejemplo 60. En el Ejemplo 108, el módulo extensible y la resistencia a la tensión tendieron a disminuir ligeramente con un área creciente cubierta por la resina adicional.

Ejemplo 109

40 [0394] Se preparó una materia de base de tela no tejida para ser usada para formar una capa de resina adicional como en el Ejemplo 106 y se aplicó sobre ambas caras enteras del material de base preimpregnado producido en el Ejemplo 60. Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para producir un plástico reforzado con fibra. Se encontró que la resina adicional se aplicó formaba una capa como en el Ejemplo 106 y no entró en la capa del material de base preimpregnado. La capa de resina adicional tenía un grosor medio de aproximadamente 25 µm.

45 [0395] El plástico reforzado con fibra resultante era sin ondulaciones de la fibra, y en la capa más extrema, además, había sólo pocos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua. Así, el plástico reforzado con fibra resultante tenía buena calidad de apariencia y suavidad. La resistencia a la tensión era de 590 MPa, que está al mismo nivel que en el Ejemplo 60. El módulo extensible en gran parte disminuyó a 34 GPa a consecuencia de una disminución en la fracción del volumen de la fibra



Vf. Pero, la resina adicional que tiene un alargamiento extensible alto se aplicó sobre las caras interiores enteras y esto sirvió para mejorar la durabilidad contra cargas fuera del plano.

<comparación en términos de composición del laminado - ver la Tabla 20>

Ejemplo de la referencia 3

5 Ejemplo de la referencia 4

[0396] Excepto el uso de un material de base preimpregnado así preparada en el Ejemplo 60 pero con una composición del laminado diferente, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para producir un plástico reforzado con fibra. Para el uso en el ejemplo de la Referencia 3, 8 capas de material de base preimpregnadas incisas como las preparadas en el Ejemplo 60 se combinaron en la misma dirección para producir un material de base preimpregnado [0]<sub>8</sub>. Para el ejemplo de la Referencia 4, 16 capas de material de base preimpregnadas incisas como las preparadas en el Ejemplo 60 se combinaron para producir un material de base preimpregnado [0 / 45]<sub>4S</sub>.

[0397] En el plástico reforzado con fibra producida en el ejemplo de la Referencia 3, se encontró que las fibras sólo habían fluido en la dirección de 90° mientras ningún flujo había ocurrido considerablemente en la dirección de 0° aunque las fibras sobresalieran como cirros en algunas partes. Los huecos en la cavidad en la dirección de 0° contuvieron la resina que se había apretado y el plástico reforzado con fibras resultante también tenía pobre calidad de aspecto. En el plástico reforzado con fibra resultante en el ejemplo de la Referencia 4, las fibras habían fluido sobre la cavidad entera, pero el flujo de fibras era anisotropía como en caso de la composición del laminado, causando grandes ondulaciones de la fibra. Además, el plástico reforzado con fibra resultante sufrió gran urdimbre. En todos los plásticos reforzados con fibra resultantes, la capa más extrema contuvo algunos huecos cortados ricos en resina que eran sin las fibras de refuerzo o donde se expusieron las fibras de refuerzo de la capa contigua.

[0398] Los ejemplos comparativos se describen abajo.

<comparación en términos de longitud de segmento de fibra - ver la Tabla 16>

Ejemplo comparativo 10

Ejemplo comparativo 11

25 [0399] Excepto el uso de un modelo de incisión como el usado en el Ejemplo 60 pero con un intervalo de la incisión diferente L (la longitud de segmento de fibra), se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para producir un plástico reforzado con fibra. La longitud de segmento de fibra L era 7,5 mm en el ejemplo comparativo 10 y 120 mm en el ejemplo comparativo 11.

30 [0400] En el ejemplo comparativo 10, el plástico reforzado con fibra resultante era sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido suficientemente al borde. Era sin urdimbre y así, tenía buena calidad de apariencia y suavidad. Sin embargo, la resistencia a la tensión era de 4400 MPa, que es más baja en comparación con el Ejemplo 60 y los Ejemplos 77 a 79. En el plástico reforzado con fibra resultante en el ejemplo comparativo 11, las fibras no habían fluido sobre la cara entera de la cavidad del molde, dejando partes ricas en resina en el borde. El plástico reforzado con fibra resultante también sufrió ondulaciones de la fibra y urdimbre.

35 <comparación en términos de grosor del material de base preimpregnado - ver la Tabla 18>

Ejemplo comparativo 12

Ejemplo comparativo 13

40 [0401] Para un material de base preimpregnado como el preparado en el Ejemplo 60, el grosor del material de base preimpregnado elemental se cambió ajustando el peso de fibras de carbono por área de unidad. Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para producir un plástico reforzado con fibra.

[0402] El peso de fibras de carbono por área de unidad ( $\text{g/m}^2$ ) y el grosor (mm) era de 25  $\text{g/m}^2$  y de 0,025 mm en el ejemplo comparativo 12 y de 400  $\text{g/m}^2$  y de 0,4 mm en el ejemplo comparativo 13.

5 [0403] Todos los plásticos reforzados con fibra resultantes eran sin ondulaciones de la fibra y las fibras habían fluido suficientemente al borde. Eran sin urdimbre y así, tenían buena calidad de apariencia y suavidad. En el ejemplo comparativo 12, sin embargo, el material de base preimpregnado era muy delgado para hacer muy altos los costes de producción del plástico reforzado con fibra. Y se encontró que en el ejemplo comparativo 13, el plástico reforzado con fibra resultante tenía una resistencia a la tensión considerablemente baja de 320 MPa en comparación con el Ejemplo 60 y los Ejemplos 87 y 88.

<comparación en términos de fracción del volumen de la fibra - ver la Tabla 19>

Ejemplo comparativo 14

Ejemplo comparativo 15

10 [0404] Para un material de base preimpregnado elemental como el preparado en el Ejemplo 60, la fracción del volumen de fibra de carbono Vf se cambió ajustando el peso de fibras de carbono por área de unidad. Excepto esto, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 60 para producir un plástico reforzado con fibra. El peso de fibras de carbono por área de unidad (g/m<sup>2</sup>) y la fracción del volumen de la fibra Vf (%) era de 158 g/m<sup>2</sup> y del 70% en el ejemplo comparativo 14 y de 90 g/m<sup>2</sup> y del 40% en el ejemplo comparativo 15, respectivamente.

15 [0405] El plástico reforzado con fibra resultante en el ejemplo comparativo 14 sufrió ondulaciones de la fibra y las fibras no habían fluido al borde en algunas partes superficiales que se sometieron a la fricción con el molde. La resina estaba ausente en algunas partes superficiales, y el plástico tenía pobre calidad de aspecto así como significativa urdimbre. El plástico reforzado con fibra resultante en el ejemplo comparativo 15 era sin urdimbre y tenía buena calidad de apariencia y suavidad. Sin embargo, el módulo extensible y la resistencia a la tensión eran de 36 GPa y de 440 MPa, respectivamente, que son considerablemente más bajas que los valores obtenidos en el Ejemplo 60 y los Ejemplos 89 y 90.

Tabla 1

| Nivel               |    | Material de base         |                       |   |           | Material de base laminado |
|---------------------|----|--------------------------|-----------------------|---|-----------|---------------------------|
|                     |    | Fibra de refuerzo        | Resina de Matriz      | Tipo de material base                                     | Vf (%)    | Estructura laminada       |
| Ejemplo             | 1  | CF                       | Resina Epoxi          | Material de base preimpregnada con incisiones controladas | 55        | [45/0/-45/90]2s           |
| Ejemplo comparativo | 1  |                          |                       | Material de base preimpregnada continuas                  | 55        | [45/0/-45/90]2s           |
|                     | 2  |                          |                       | 30 mm tiras cortadas SMC                                  | 55        | Aleatorio                 |
|                     | 3  |                          | Poliéster no saturado | 30 mm tiras cortadas SMC                                  | 40        | Aleatorio                 |
| 4                   | GF | 30 mm tiras cortadas SMC |                       | 40  | Aleatorio |                           |

Tabla 1 (continuación)

| Nivel   |   | FRP      | Moldeabilidad             |                   |                         |         | Propiedades mecánicas |                          |                                 |
|---------|---|----------|---------------------------|-------------------|-------------------------|---------|-----------------------|--------------------------|---------------------------------|
|         |   |          | Longitud de la fibra (mm) | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez | Deformación           | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) |
| Ejemplo | 1 | 30       | 70                        | 30                | )                       | )       | 43                    | 430                      | 4                               |
|         | 1 | continua | 70                        | 30                | X                       | X       | -                     | -                        | -                               |
|         | 2 | 30       | 70                        | 30                | )                       | Δ       | 33                    | 220                      | 12                              |
|         | 3 | 30       | 70                        | 10                | )                       | Δ       | 30                    | 160                      | 16                              |
|         | 4 | 30       | 70                        | 10                | )                       | Δ       | 15                    | 180                      | 14                              |

Tabla 2

| Nivel   |   | Material de base preimpregnado |                  |                                      |                          |                             |                          |        |                                      |    |     |     |     |    |
|---------|---|--------------------------------|------------------|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------|--------------------------------------|----|-----|-----|-----|----|
|         |   | Fibra de refuerzo              | Resina de Matriz | Acelerador de reacción               | Longitud de fibra L (mm) | Longitud de incisión W (mm) | Grosor de la capa H (μm) | Vf (%) |                                      |    |     |     |     |    |
| Ejemplo | 1 | CF                             | Resina Epoxi     | 3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetilurea | 30                       | 5.1                         | 125                      | 55     |                                      |    |     |     |     |    |
|         | 2 |                                |                  |                                      |                          |                             |                          |        | 2,4-tolueno bia (dimetilurea)        | 30 | 5.1 | 125 | 55  |    |
|         | 3 |                                |                  |                                      |                          |                             |                          |        | 4,4-metileno bis (fenil dimetilurea) | 30 | 5.1 | 125 | 55  |    |
|         | 4 |                                |                  |                                      |                          |                             |                          |        | Poliamida                            | -  | 30  | 5.1 | 125 | 55 |
|         | 5 |                                |                  |                                      |                          |                             |                          |        | PP modificado                        | -  | 30  | 5.1 | 125 | 55 |
|         | 6 | GF                             | Resina Epoxi     | 3-(3,4-                              | 30                       | 5.1                         | 125                      | 55     |                                      |    |     |     |     |    |

Tabla 2 (continuación)

| Nivel   |   | Material de base laminado |  |   | FRP                    |                           |                        |
|---------|---|---------------------------|--|---|------------------------|---------------------------|------------------------|
|         |   | Estructura laminada       | Cambio a la dirección de longitud de fibra(mm) | Cambio a la perpendicular a la dirección de la fibra (mm) | Longitud de fibra (mm) | Longitud de incisión (mm) | Grosor de la capa (µm) |
| Ejemplo | 1 | [45/0/-45/90]2s           | 15   | 5   | 30                     | 6.1                       | 87                     |
|         | 2 | [45/0/-45/90]2s           | 15   | 5   | 30                     | 6.1                       | 87                     |
|         | 3 | [45/0/-45/90]2s           | 15   | 5   | 30                     | 6.1                       | 87                     |
|         | 4 | [45/0/-45/90]2s           | 15   | 5   | 30                     | 6.1                       | 87                     |
|         | 5 | [45/0/-45/90]2s           | 15   | 5   | 30                     | 6.1                       | 87                     |
|         | 6 | [45/0/-45/90]2s           | 15   | 5   | 30                     | 6.1                       | 87                     |

Tabla 2 (continuación)

| Nivel   |   | Moldeabilidad     |                         |         |             | Propiedades mecánicas    |                                 |        |
|---------|---|-------------------|-------------------------|---------|-------------|--------------------------|---------------------------------|--------|
|         |   | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) | CV (%) |
| Ejemplo | 1 | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 430                             | 4      |
|         | 2 | 70                | 3                       | )       | )           | 44                       | 430                             | 5      |
|         | 3 | 70                | 3                       | )       | )           | 44                       | 430                             | 5      |
|         | 4 | 70                | -                       | Δ       | Δ           | -                        | -                               | -      |
|         | 5 | 70                | -                       | Δ       | Δ           | -                        | -                               | -      |
|         | 6 | 70                | 30                      | )       | )           | 27                       | 430                             | 2      |

5 Tabla 3

| Nivel | Material de base preimpregnado |
|-------|--------------------------------|
|-------|--------------------------------|

ES 2 744 974 T3

|         |   | Longitud de la fibra L (mm) | Longitud de incisión W (mm) | Grosor de la capa H (µm) | Vf (%) |
|---------|---|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------|
| Ejemplo | 7 | 30                          | 5.1                         | 125                      | 55     |
|         | 1 | 30                          | 5.1                         | 125                      | 55     |
|         | 8 | 30                          | 5.1                         | 125                      | 55     |
|         | 9 | 30                          | 5.1                         | 125                      | 55     |

Tabla 3 (continuación)

| Nivel   |   | Material de base laminado |   |  | FRP                    |                           |                        |
|---------|---|---------------------------|---|--|------------------------|---------------------------|------------------------|
|         |   | Estructura laminada       | Cambio a la dirección de longitud de fibra (mm) | Cambio a perpendicular a la dirección de la fibra (mm) | Longitud de fibra (mm) | Longitud de incisión (mm) | Grosor de la capa (µm) |
| Ejemplo | 7 | [45/0/-45/90]2s           | 15  | 5  | 30                     | 7.2                       | 62                     |
|         | 1 | [45/0/-45/90]2s           | 15  | 5  | 30                     | 6.1                       | 87                     |
|         | 8 | [45/0/-45/90]2s           | 15  | 5  | 30                     | 5.7                       | 100                    |
|         | 9 | [45/0/-45/90]2s           | 15  | 5  | 30                     | 5.1                       | 125                    |

Tabla 3 (continuación)

| Nivel   |   | Moldeabilidad     |                         |         |             | Propiedades mecánicas    |                                 |        |
|---------|---|-------------------|-------------------------|---------|-------------|--------------------------|---------------------------------|--------|
|         |   | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) | CV (%) |
| Ejemplo | 7 | 50                | 30                      | ⌋       | Δ           | 43                       | 510                             | 6      |
|         | 1 | 70                | 30                      | ⌋       | ⌋           | 43                       | 430                             | 4      |
|         | 8 | 80                | 30                      | ⌋       | ⌋           | 44                       | 400                             | 4      |
|         | 9 | 100               | 30                      | -       | ⌋           | 44                       | 360                             | 3      |

Tabla 4

| Nivel               |    | Material de base preimpregnado |                             |                          |        |
|---------------------|----|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------|
|                     |    | Longitud de la fibra L (mm)    | Longitud de incisión W (mm) | Grosor de la capa H (µm) | Vf (%) |
| Ejemplo comparativo | 5  | 7.5                            | 5.1                         | 125                      | 55     |
| Ejemplo             | 10 | 15                             | 5.1                         | 125                      | 55     |
|                     | 1  | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     |
|                     | 11 | 45                             | 5.1                         | 125                      | 55     |
|                     | 12 | 60                             | 5.1                         | 125                      | 55     |
|                     | 13 | 90                             | 5.1                         | 125                      | 55     |
| Ejemplo comparativo | 6  | 120                            | 5.1                         | 125                      | 55     |

Tabla 4 (continuación)

| Nivel               |    | Material de base laminado |   |  | FRP                    |                           |                        |
|---------------------|----|---------------------------|---|--|------------------------|---------------------------|------------------------|
|                     |    | Estructura laminada       | Cambio a la dirección de longitud de fibra (mm) | Cambio a perpendicular a la dirección de la fibra (mm) | Longitud de fibra (mm) | Longitud de incisión (mm) | Grosor de la capa (µm) |
| Ejemplo             | 5  | [45/0/-45/90]2s           | 3.75  | 5  | 7.5                    | 6.1                       | 87                     |
|                     | 10 | [45/0/-45/90]2s           | 7.5   | 5  | 15                     | 6.1                       | 87                     |
|                     | 1  | [45/0/-45/90]2s           | 15  | 5  | 30                     | 6.1                       | 87                     |
|                     | 11 | [45/0/-45/90]2s           | 22.5  | 5  | 45                     | 6.1                       | 87                     |
|                     | 12 | [45/0/-45/90]2s           | 30  | 5  | 60                     | 6.1                       | 87                     |
|                     | 13 | [45/0/-45/90]2s           | 45  | 5  | 90                     | 6.1                       | 87                     |
| Ejemplo comparativo | 6  | [45/0/-45/90]2s           | 60  | 5  | 120                    | 6.1                       | 87                     |

Tabla 4 (continuación)

| Nivel               |    | Moldeabilidad     |                         |         |             | Propiedades mecánicas    |                                 |        |
|---------------------|----|-------------------|-------------------------|---------|-------------|--------------------------|---------------------------------|--------|
|                     |    | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) | CV (%) |
| Ejemplo comparativo | 5  | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 320                             | 5      |
| Ejemplo             | 10 | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 390                             | 4      |
|                     | 1  | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 430                             | 4      |
|                     | 11 | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 420                             | 5      |
|                     | 12 | 70                | 30                      | )       | )           | 44                       | 520                             | 6      |
|                     | 13 | 70                | 30                      | Δ       | )           | 44                       | 490                             | 8      |
| Ejemplo comparativo | 6  | 70                | 30                      | X       | Δ           | -                        | -                               | -      |

Tabla 5

| Nivel   |    | Material de base preimpregnado |                             |                          |        |
|---------|----|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------|
|         |    | Longitud de fibra L (mm)       | Longitud de incisión W (mm) | Grosor de la capa H (μm) | Vf (%) |
| Ejemplo | 14 | 30                             | 15.1                        | 125                      | 55     |
|         | 15 | 30                             | 10.1                        | 125                      | 55     |
|         | 1  | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     |
|         | 16 | 30                             | 2.6                         | 125                      | 55     |
|         | 17 | 30                             | 1.35                        | 125                      | 55     |
|         | 18 | 30                             | 0.725                       | 125                      | 55     |
|         | 19 | 30                             | 0.412                       | 125                      | 55     |
|         | 20 | 30                             | 0.05                        | 125                      | 55     |
|         | 21 | 30                             | 0.025                       | 125                      | 55     |

5 Tabla 5 (continuación)

|       |                           |     |
|-------|---------------------------|-----|
| Nivel | Material de base laminado | FRP |
|-------|---------------------------|-----|

ES 2 744 974 T3

|         |    | Estructura laminada | Cambio a la dirección de longitud de fibra (mm) | Cambio a perpendicular a la dirección de la fibra (mm) | Longitud de la fibra (mm) | Longitud de incisión (mm) | Grosor de la capa (µm) |
|---------|----|---------------------|---|--|---------------------------|---------------------------|------------------------|
| Ejemplo | 14 | [45/0/-45/90]2s     | 15  | 15   | 30                        | 18.0                      | 87                     |
|         | 15 | [45/0/-45/90]2s     | 15  | 10   | 30                        | 12.1                      | 87                     |
|         | 1  | [45/0/-45/90]2s     | 15  | 5  | 30                        | 6.1                       | 87                     |
|         | 16 | [45/0/-45/90]2s     | 15  | 2.5  | 30                        | 3.1                       | 87                     |
|         | 17 | [45/0/-45/90]2s     | 15  | 1.25   | 30                        | 1.6                       | 87                     |
|         | 18 | [45/0/-45/90]2s     | 15  | 0.625  | 30                        | 0.9                       | 87                     |
|         | 19 | [45/0/-45/90]2s     | 15  | 0.312  | 30                        | 0.5                       | 87                     |
|         | 20 | [45/0/-45/90]2s     | 15  | 0.03   | 30                        | 0.1                       | 87                     |
|         | 21 | [45/0/-45/90]2s     | 15  | 0.02   | 30                        | -                         | 87                     |

Tabla 5 (continuación)

| Nivel   |    | Moldeabilidad     |                         |         |             | Propiedades mecánicas    |                                 |        |
|---------|----|-------------------|-------------------------|---------|-------------|--------------------------|---------------------------------|--------|
|         |    | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) | CV (%) |
| Ejemplo | 14 | 70                | 30                      | )       | )           | 44                       | 400                             | 3      |
|         | 15 | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 410                             | 4      |
|         | 1  | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 430                             | 4      |
|         | 16 | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 460                             | 4      |
|         | 17 | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 520                             | 3      |
|         | 18 | 70                | 30                      | )       | )           | 44                       | 560                             | 4      |
|         | 19 | 70                | 30                      | )       | )           | 44                       | 620                             | 3      |



ES 2 744 974 T3

|  |    |    |    |   |   |    |     |    |
|--|----|----|----|---|---|----|-----|----|
|  | 20 | 70 | 30 | ) | ) | 45 | 660 | 6  |
|  | 21 | 70 | 30 | Δ | ) | 45 | 640 | 10 |

Tabla 6

| Nivel               |    | Material de base preimpregnado |                             |                          |        |
|---------------------|----|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------|
|                     |    | Longitud de la fibra L (mm)    | Longitud de incisión W (mm) | Grosor de la capa H (μm) | Vf (%) |
| Ejemplo comparativo | 7  | 30                             | 5.1                         | 25                       | 55     |
| Ejemplo             | 22 | 30                             | 5.1                         | 50                       | 55     |
|                     | 23 | 30                             | 5.1                         | 100                      | 55     |
|                     | 1  | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     |
|                     | 24 | 30                             | 5.1                         | 150                      | 55     |
|                     | 25 | 30                             | 5.1                         | 200                      | 55     |
|                     | 26 | 30                             | 5.1                         | 300                      | 55     |

Tabla 6 (continuación)

| Nivel               |    | Material de base laminado |   |  | FRP                    |                           |                        |
|---------------------|----|---------------------------|---|--|------------------------|---------------------------|------------------------|
|                     |    | Estructura laminada       | Cambio a la dirección de longitud de fibra (mm) | Cambio a perpendicular a la dirección de la fibra (mm) | Longitud de fibra (mm) | Longitud de incisión (mm) | Grosor de la capa (μm) |
| Ejemplo comparativo | 7  | [45/0/-45/90]2s           | 15  | 5  | 30                     | 6.1                       | 17                     |
| Ejemplo             | 22 | [45/0/-45/90]2s           | 15  | 5  | 30                     | 6.1                       | 35                     |
|                     | 23 | [45/0/-45/90]2s           | 15  | 5  | 30                     | 6.1                       | 70                     |
|                     | 1  | [45/0/-45/90]2s           | 15  | 5  | 30                     | 6.1                       | 87                     |
|                     | 24 | [45/0/-45/90]2s           | 15  | 5  | 30                     | 6.1                       | 105                    |
|                     | 25 | [45/0/-45/90]2s           | 15  | 5  | 30                     | 6.1                       | 140                    |

ES 2 744 974 T3

|  |    |                 |    |   |    |     |     |
|--|----|-----------------|----|---|----|-----|-----|
|  | 26 | [45/0/-45/90]2s | 15 | 5 | 30 | 6.1 | 210 |
|--|----|-----------------|----|---|----|-----|-----|

Tabla 6 (continuación)

| Nivel               |    | Moldeabilidad     |                         |         |             | Propiedades mecánicas    |                                 |        |
|---------------------|----|-------------------|-------------------------|---------|-------------|--------------------------|---------------------------------|--------|
|                     |    | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) | CV (%) |
| Ejemplo comparativo | 7  | 70                | 30                      | )       | )           | 45                       | 600                             | 10     |
| Ejemplo             | 22 | 70                | 30                      | )       | )           | 44                       | 550                             | 5      |
|                     | 23 | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 480                             | 3      |
|                     | 1  | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 430                             | 4      |
|                     | 24 | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 400                             | 4      |
|                     | 25 | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 330                             | 2      |
|                     | 26 | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 270                             | 5      |

Tabla 7

| Nivel               |    | Material de base preimpregnado |                             |                          |        |
|---------------------|----|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------|
|                     |    | Longitud de la fibra L (mm)    | Longitud de incisión W (mm) | Grosor de la capa H (µm) | Vf (%) |
| Ejemplo comparativo | 8  | 30                             | 5.1                         | 125                      | 70     |
| Ejemplo             | 27 | 30                             | 5.1                         | 125                      | 65     |
|                     | 28 | 30                             | 5.1                         | 125                      | 60     |
|                     | 1  | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     |
|                     | 29 | 30                             | 5.1                         | 125                      | 50     |
|                     | 30 | 30                             | 5.1                         | 125                      | 45     |
| Ejemplo comparativo | 9  | 30                             | 5.1                         | 125                      | 40     |

5

Tabla 7 (continuación)

|       |                           |     |
|-------|---------------------------|-----|
| Nivel | Material de base laminado | FRP |
|-------|---------------------------|-----|

ES 2 744 974 T3

|                     |    | Estructura laminada | Cambio a la dirección de longitud de fibra (mm) | Cambio a perpendicular a la dirección de la fibra (mm) | Longitud de fibra (mm) | Longitud de incisión (mm) | Grosor de la capa (µm) |
|---------------------|----|---------------------|---|--|------------------------|---------------------------|------------------------|
| Ejemplo comparativo | 8  | [45/0/-45/90]2s     | 15  | 5  | 30                     | 6.1                       | 87                     |
| Ejemplo             | 27 | [45/0/-45/90]2s     | 15  | 5  | 30                     | 6.1                       | 87                     |
|                     | 28 | [45/0/-45/90]2s     | 15  | 5  | 30                     | 6.1                       | 87                     |
|                     | 1  | [45/0/-45/90]2s     | 15  | 5  | 30                     | 6.1                       | 87                     |
|                     | 29 | [45/0/-45/90]2s     | 15  | 5  | 30                     | 6.1                       | 87                     |
|                     | 30 | [45/0/-45/90]2s     | 15  | 5  | 30                     | 6.1                       | 87                     |
| Ejemplo comparativo | 9  | [45/0/-45/90]2s     | 15  | 5  | 30                     | 6.1                       | 87                     |

Tabla 7 (continuación)

| Nivel               |    | Moldeabilidad     |                         |         |             | Propiedades mecánicas    |                                 |        |
|---------------------|----|-------------------|-------------------------|---------|-------------|--------------------------|---------------------------------|--------|
|                     |    | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) | CV (%) |
| Ejemplo comparativo | 8  | 70                | 30                      | X       | Δ           | -                        | -                               | -      |
|                     | 27 | 70                | 30                      | )       | )           | 49                       | 460                             | 8      |
|                     | 28 | 70                | 30                      | )       | )           | 46                       | 440                             | 4      |
|                     | 1  | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 430                             | 4      |
|                     | 29 | 70                | 30                      | )       | )           | 40                       | 400                             | 4      |
|                     | 30 | 70                | 30                      | )       | )           | 36                       | 360                             | 3      |
| Ejemplo comparativo | 9  | 70                | 30                      | )       | )           | 33                       | 320                             | 7      |

Tabla 8

| Nivel                 |    | Material base preimpregnado |                          |                             |                          |        |
|-----------------------|----|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------|
|                       |    | Impregnación de resina      | Longitud de fibra L (mm) | Longitud de incisión W (mm) | Grosor de la capa H (µm) | Vf (%) |
| Ejemplo de referencia | 1  | Completa                    | 30                       | 5.1                         | 125                      | 55     |
|                       | 2  |                             | 30                       | 5.1                         | 125                      | 55     |
| Ejemplo               | 31 |                             | 30                       | 5.1                         | 125                      | 55     |
|                       | 32 |                             | 30                       | 5.1                         | 125                      | 55     |
|                       | 33 |                             | 30                       | 5.1                         | 125                      | 55     |
|                       | 1  |                             | 30                       | 5.1                         | 125                      | 55     |
|                       | 34 |                             | 30                       | 5.1                         | 125                      | 49     |
|                       | 35 | 30                          | 5.1                      | 125                         | 55                       |        |
|                       | 36 | Semi                        | 30                       | 5.1                         | 125                      | 55     |

Tabla 8 (continuación)

| Nivel                 |    | Material de base laminado |   |  | FRP                    |                           |                        |
|-----------------------|----|---------------------------|---|--|------------------------|---------------------------|------------------------|
|                       |    | Estructura laminada       | Cambio a la dirección de longitud de fibra (mm) | Cambio a perpendicular a la dirección de la fibra (mm) | Longitud de fibra (mm) | Longitud de incisión (mm) | Grosor de la capa (µm) |
| Ejemplo de referencia | 1  | [0]8                      | 15  | 5  | 30                     | 7.3                       | 87                     |
|                       | 2  | [0/45]4s                  | 15  | 5  | 30                     | 6.1                       | 87                     |
| Ejemplo               | 31 | [0/90]4s                  | 15  | 5  | 30                     | 6.1                       | 87                     |
|                       | 32 | [0/C90]4s                 | 15  | 5  | 30                     | 7.3                       | 87                     |
|                       | 33 | [60/0/-60]2s              | 15  | 5  | 30                     | 6.1                       | 87                     |
|                       | 1  | [45/0/-45/90]2s           | 15  | 5  | 30                     | 6.1                       | 87                     |
|                       | 34 | [45/R/0/R/-45/R/90/R]2s   | 15  | 5  | 30                     | 6.1                       | 87                     |

ES 2 744 974 T3

|  |    |                     |    |   |    |     |    |
|--|----|---------------------|----|---|----|-----|----|
|  | 35 | [WF0/45/0/-45/90]2s | 15 | 5 | 30 | 6.1 | -  |
|  | 36 | [45/0/-45/90]2s     | 15 | 5 | 30 | 6.1 | 87 |

Tabla 8 (continuación)

| Nivel                 |    | Moldeabilidad     |                         |         |             | Propiedades mecánicas    |                                 |        |
|-----------------------|----|-------------------|-------------------------|---------|-------------|--------------------------|---------------------------------|--------|
|                       |    | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) | CV (%) |
| Ejemplo de referencia | 1  | 70                | 30                      | X       | X           | -                        | -                               | -      |
|                       | 2  | 70                | 30                      | Δ       | X           | -                        | -                               | -      |
| Ejemplo               | 31 | 70                | 30                      | )       | Δ           | 59                       | 500                             | 2      |
|                       | 32 | 70                | 30                      | )       | )           | 60                       | 510                             | 3      |
|                       | 33 | 70                | 30                      | )       | )           | 44                       | 420                             | 5      |
|                       | 1  | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 430                             | 3      |
|                       | 34 | 70                | 30                      | )       | )           | 39                       | 370                             | 3      |
|                       | 35 | 70                | 30                      | Δ       | )           | 52                       | 490                             | 6      |
|                       | 36 | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 440                             | 5      |

Tabla 9

| Nivel   |    | Material de base preimpregnado |                             |                          |        |                             |                             |
|---------|----|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------|-----------------------------|-----------------------------|
|         |    | Longitud de fibra L (mm)       | Longitud de incisión W (mm) | Grosor de la capa H (μm) | Vf (%) | Profundidad de corte U (μm) | Profundidad de corte D (μm) |
| Ejemplo | 1  | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     | 125                         | -                           |
|         | 37 | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     | 35                          | 100                         |
|         | 38 | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     | 55                          | 75                          |
|         | 39 | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     | 67                          | 67                          |
|         | 9  | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     | 125                         | -                           |
|         | 40 | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     | 35                          | 100                         |
|         | 41 | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     | 55                          | 75                          |

ES 2 744 974 T3

|  |    |    |     |     |    |    |    |
|--|----|----|-----|-----|----|----|----|
|  | 42 | 30 | 5.1 | 125 | 55 | 67 | 67 |
|--|----|----|-----|-----|----|----|----|

Tabla 9 (continuación)

| Nivel   |    | Material de base laminado | FRP                 |                        |                           |
|---------|----|---------------------------|---------------------|------------------------|---------------------------|
|         |    |                           | Estructura laminada | Longitud de fibra (mm) | Longitud de incisión (mm) |
| Ejemplo | 1  | [45/0/-45/90]2s           | 30                  | 6.1                    | 87                        |
|         | 37 | [45/0/-45/90]2s           | 30                  | 6.1                    | 87                        |
|         | 38 | [45/0/-45/90]2s           | 30                  | 6.1                    | 87                        |
|         | 39 | [45/0/-45/90]2s           | 30                  | 6.1                    | 87                        |
|         | 9  | [45/0/-45/90]2s           | 30                  | 5.1                    | 125                       |
|         | 40 | [45/0/-45/90]2s           | 30                  | 5.1                    | 125                       |
|         | 41 | [45/0/-45/90]2s           | 30                  | 5.1                    | 125                       |
|         | 42 | [45/0/-45/90]2s           | 30                  | 5.1                    | 125                       |

Tabla 9 (continuación)

| Nivel   |    | Moldeabilidad     |                         |         |             | Propiedades mecánicas    |                                 |        |
|---------|----|-------------------|-------------------------|---------|-------------|--------------------------|---------------------------------|--------|
|         |    | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) | CV (%) |
| Ejemplo | 1  | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 430                             | 4      |
|         | 37 | 70                | 30                      | )       | Δ           | 43                       | 480                             | 3      |
|         | 38 | 70                | 30                      | )       | )           | 44                       | 540                             | 4      |
|         | 39 | 70                | 30                      | )       | )           | 44                       | 580                             | 2      |
|         | 9  | 100               | 30                      | -       | )           | 44                       | 360                             | 3      |
|         | 40 | 100               | 30                      | -       | Δ           | 43                       | 400                             | 5      |

ES 2 744 974 T3

|  |    |     |    |   |   |    |     |   |
|--|----|-----|----|---|---|----|-----|---|
|  | 41 | 100 | 30 | - | ) | 44 | 460 | 2 |
|  | 42 | 100 | 30 | - | ) | 44 | 490 | 4 |

Tabla 10

| Nivel   |    | Material de base preimpregnado |                             |                          |        |                         |  |
|---------|----|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------|-------------------------|--|
|         |    | Longitud de fibra L (mm)       | Longitud de incisión W (mm) | Grosor de la capa H (µm) | Vf (%) | Distancia de corte (mm) | Ángulo oblicuo de la incisión $\Theta_a$ (°) |
| Ejemplo | 43 | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     | 12.5                    | 0.6  |
|         | 44 | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     | 6.25                    | 1.1  |
|         | 45 | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     | 1                       | 7.1  |
|         | 46 | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     | 0.5                     | 14   |
|         | 47 | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     | 0.25                    | 27   |
|         | 1  | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     | 0                       | 90   |
|         | 48 | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     | 12.5                    | 0.6  |
|         | 49 | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     | 6.25                    | 1.1  |
|         | 50 | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     | 1                       | 7.1  |
|         | 51 | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     | 0.5                     | 14   |
|         | 52 | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     | 0.25                    | 27   |
|         | 9  | 30                             | 5.1                         | 125                      | 55     | 0                       | 90   |

Tabla 10 (continuación)

| Nivel   |    | Material de base laminado | FRP                    |                           |                        |
|---------|----|---------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|
|         |    | Estructura laminada       | Longitud de fibra (mm) | Longitud de incisión (mm) | Grosor de la capa (µm) |
| Ejemplo | 43 | [45/0/-45/90]2s           | 30                     | 6.1                       | 87                     |
|         | 44 | [45/0/-45/90]2s           | 30                     | 6.1                       | 87                     |
|         | 45 | [45/0/-45/90]2s           | 30                     | 6.1                       | 87                     |

|  |    |                 |    |     |     |
|--|----|-----------------|----|-----|-----|
|  | 46 | [45/0/-45/90]2s | 30 | 6.1 | 87  |
|  | 47 | [45/0/-45/90]2s | 30 | 6.1 | 87  |
|  | 1  | [45/0/-45/90]2s | 30 | 6.1 | 87  |
|  | 48 | [45/0/-45/90]2s | 30 | 5.1 | 125 |
|  | 49 | [45/0/-45/90]2s | 30 | 5.1 | 125 |
|  | 50 | [45/0/-45/90]2s | 30 | 5.1 | 125 |
|  | 51 | [45/0/-45/90]2s | 30 | 5.1 | 125 |
|  | 52 | [45/0/-45/90]2s | 30 | 5.1 | 125 |
|  | 9  | [45/0/-45/90]2s | 30 | 5.1 | 125 |

Tabla 10 (continuación)

| Nivel   |    | Moldeabilidad     |                         |         |             | Propiedades mecánicas    |                                 |        |
|---------|----|-------------------|-------------------------|---------|-------------|--------------------------|---------------------------------|--------|
|         |    | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) | CV (%) |
| Ejemplo | 43 | 70                | 30                      | )       | Δ           | 44                       | 420                             | 8      |
|         | 44 | 70                | 30                      | )       | )           | 45                       | 460                             | 3      |
|         | 45 | 70                | 30                      | )       | )           | 44                       | 450                             | 3      |
|         | 46 | 70                | 30                      | )       | )           | 44                       | 440                             | 2      |
|         | 47 | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 430                             | 4      |
|         | 1  | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 430                             | 4      |
|         | 48 | 100               | 30                      | -       | Δ           | 47                       | 480                             | 7      |
|         | 49 | 100               | 30                      | -       | )           | 47                       | 460                             | 3      |
|         | 50 | 100               | 30                      | -       | )           | 46                       | 420                             | 5      |
|         | 51 | 100               | 30                      | -       | )           | 45                       | 380                             | 7      |
|         | 52 | 100               | 30                      | -       | )           | 45                       | 350                             | 3      |



ES 2 744 974 T3

|  |   |     |    |   |   |    |     |   |
|--|---|-----|----|---|---|----|-----|---|
|  | 9 | 100 | 30 | - | ) | 44 | 360 | 3 |
|--|---|-----|----|---|---|----|-----|---|

Tabla 11

| Nivel   |    | Material de base preimpregnado |                             |                        |                              |                          |        |
|---------|----|--------------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------------|--------------------------|--------|
|         |    | Longitud de fibra L (mm)       | Longitud de incisión W (mm) | Ángulo de incisión (°) | Ancho de la incisión Wa (mm) | Grosor de la capa H (µm) | Vf (%) |
| Ejemplo | 53 | 30                             | 5.1                         | 30                     | 2.55                         | 125                      | 55     |
|         | 54 | 30                             | 5.1                         | 45                     | 3.61                         | 125                      | 55     |
|         | 1  | 30                             | 5.1                         | 90                     | 5.10                         | 125                      | 55     |
|         | 55 | 30                             | 1.35                        | 30                     | 0.68                         | 125                      | 55     |
|         | 56 | 30                             | 1.35                        | 45                     | 0.95                         | 125                      | 55     |
|         | 17 | 30                             | 1.35                        | 90                     | 1.35                         | 125                      | 55     |
|         | 57 | 30                             | 1.35                        | 30                     | 0.68                         | 200                      | 55     |
|         | 58 | 30                             | 1.35                        | 45                     | 0.95                         | 200                      | 55     |
|         | 59 | 30                             | 1.35                        | 90                     | 1.35                         | 200                      | 55     |

Tabla 11 (continuación)

| Nivel   |    | Material de base laminado |   |  | FRP                    |                           |                        |
|---------|----|---------------------------|---|--|------------------------|---------------------------|------------------------|
|         |    | Estructura laminada       | Cambio de dirección de longitud de fibra (mm) | Cambio a perpendicular a la dirección de la fibra (mm) | Longitud de fibra (mm) | Longitud de incisión (mm) | Grosor de la capa (µm) |
| Ejemplo | 53 | [45/0/-45/90]2s           | 15  | 2.5  | 30                     | 6.1                       | 87                     |
|         | 54 | [45/0/-45/90]2s           | 15  | 3.5  | 30                     | 6.1                       | 87                     |
|         | 1  | [45/0/-45/90]2s           | 15  | 5  | 30                     | 6.1                       | 87                     |
|         | 55 | [45/0/-45/90]2s           | 15  | 0.6  | 30                     | 1.6                       | 87                     |
|         | 56 | [45/0/-45/90]2s           | 15  | 0.9  | 30                     | 1.6                       | 87                     |

ES 2 744 974 T3

|  |    |                 |    |     |    |     |     |
|--|----|-----------------|----|-----|----|-----|-----|
|  | 17 | [45/0/-45/90]2s | 15 | 1.3 | 30 | 1.6 | 87  |
|  | 57 | [45/0/-45/90]2s | 15 | 0.6 | 30 | 1.6 | 140 |
|  | 58 | [45/0/-45/90]2s | 15 | 0.9 | 30 | 1.6 | 140 |
|  | 59 | [45/0/-45/90]2s | 15 | 1.3 | 30 | 1.6 | 140 |

Tabla 11 (continuación)

| Nivel   |    | Moldeabilidad     |                         |         |             | Propiedades mecánicas    |                                  |        |
|---------|----|-------------------|-------------------------|---------|-------------|--------------------------|----------------------------------|--------|
|         |    | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción ((MPa) | CV (%) |
| Ejemplo | 53 | 70                | 30                      | )       | )           | 44                       | 470                              | 2      |
|         | 54 | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 410                              | 4      |
|         | 1  | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 430                              | 4      |
|         | 55 | 70                | 30                      | )       | )           | 45                       | 670                              | 5      |
|         | 56 | 70                | 30                      | )       | )           | 44                       | 580                              | 4      |
|         | 17 | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 520                              | 3      |
|         | 57 | 70                | 30                      | )       | )           | 44                       | 600                              | 6      |
|         | 58 | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 520                              | 3      |
|         | 59 | 70                | 30                      | )       | )           | 43                       | 440                              | 4      |

Tabla 12

| Nivel | Material de base  |                  |                       |        | Material de base laminado | FRP                                  |
|-------|-------------------|------------------|-----------------------|--------|---------------------------|--------------------------------------|
|       | Fibra de refuerzo | Resina de matriz | Tipo de material base | Vf (%) | Estructura laminada       | Apertura en el extremo de las fibras |
|       |                   |                  |                       |        |                           |                                      |

ES 2 744 974 T3

|         |    |    |              |   |    |                 |         |
|---------|----|----|--------------|---|----|-----------------|---------|
| Ejemplo | 60 | CF | Resina Epoxi | Material de base preimpregnado que tiene incisiones controladas (ángulo de corte continuo 10°)            | 55 | [45/0/-45/90]2s | Ninguno |
|         | 61 |    |              | Material de base preimpregnado que tiene incisiones controladas (ángulos de corte discontinuo 10° y -10°) | 55 | [45/0/-45/90]2s | Ninguno |
|         | 62 |    |              | Material de base preimpregnado que tiene incisiones controladas (ángulo de corte discontinuo 10°)         | 55 | [45/0/-45/90]2s | Ninguno |

Tabla 12 (continuación)

| Nivel   |    | Moldeabilidad     |                         |         |             | Propiedades mecánicas    |                                 |        |
|---------|----|-------------------|-------------------------|---------|-------------|--------------------------|---------------------------------|--------|
|         |    | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) | CV (%) |
| Ejemplo | 60 | 70                | 30                      | )       | )           | 46                       | 590                             | 5      |
|         | 61 | 70                | 30                      | )       | )           | 46                       | 550                             | 4      |
|         | 62 | 70                | 30                      | )       | )           | 46                       | 580                             | 5      |

Tabla 13

|       |                                |                  |                        |
|-------|--------------------------------|------------------|------------------------|
| Nivel | Material de base preimpregnado |                  |                        |
|       | Fibra de refuerzo              | Resina de matriz | Acelerador de reacción |

|         |    |    |              |                                       |   |
|---------|----|----|--------------|---------------------------------------|---|
| Ejemplo | 60 | CF | Resina epoxi | 3-(3,4-diclorofenilo)-1,1-dimetilurea |   |
|         | 63 |    |              | 2,4-tolueno bis (dimetilurea)         |   |
|         | 64 |    |              | 4,4-metileno bis (fenilo dimetilurea) |   |
|         | 65 |    |              | Poliamida                             | - |
|         | 66 |    |              | PP modificado                         | - |
|         | 67 | GF | Resina epoxi | 3-(3,4-diclorofenilo)-1,1-dimetilurea |   |

Tabla 13 (continuación)

| Nivel   |    | Material de base preimpregnado    |                             |   |                                       |        |
|---------|----|-----------------------------------|-----------------------------|---|---------------------------------------|--------|
|         |    | Angulo de incisión $\Theta_b$ (°) | Longitud de la fibra L (mm) | Longitud proyectada de hendidura $W_s$ (mm) | Grosor de la capa H ( $\mu\text{m}$ ) | Vf (%) |
| Ejemplo | 60 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     |
|         | 63 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     |
|         | 64 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     |
|         | 65 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     |
|         | 66 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     |
|         | 67 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     |

5 Tabla 13 (continuación)

|       |                           |     |
|-------|---------------------------|-----|
| Nivel | Material de base laminado | FRP |
|-------|---------------------------|-----|

ES 2 744 974 T3

|         |    | Estructura laminada | Apertura en el extremo de las fibras | Grosor de la capa ( $\mu\text{m}$ ) |
|---------|----|---------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Ejemplo | 60 | [45/0/-45/90]2s     | Ninguna                              | 87                                  |
|         | 63 | [45/0/-45/90]2s     | Ninguna                              | 87                                  |
|         | 64 | [45/0/-45/90]2s     | Ninguna                              | 87                                  |
|         | 65 | [45/0/-45/90]2s     | Ninguna                              | 87                                  |
|         | 66 | [45/0/-45/90]2s     | Ninguna                              | 87                                  |
|         | 67 | [45/0/-45/90]2s     | Ninguna                              | 87                                  |

Tabla 13 (continuación)

| Nivel   |    | Moldeabilidad     |                         |          |             | Propiedades mecánicas    |                                 |        |
|---------|----|-------------------|-------------------------|----------|-------------|--------------------------|---------------------------------|--------|
|         |    | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez  | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) | CV (%) |
| Ejemplo | 60 | 70                | 30                      | )        | )           | 46                       | 590                             | 5      |
|         | 63 | 70                | 2                       | )        | )           | 47                       | 580                             | 4      |
|         | 64 | 70                | 3                       | )        | )           | 47                       | 580                             | 5      |
|         | 65 | 70                | -                       | $\Delta$ | $\Delta$    | -                        | -                               | -      |
|         | 66 | 70                | -                       | $\Delta$ | $\Delta$    | -                        | -                               | -      |
|         | 67 | 70                | 30                      | )        | )           | 29                       | 430                             | 3      |

Tabla 14

| Nivel   |    | Material de base preimpregnado    |                          |   |                                       |        |
|---------|----|-----------------------------------|--------------------------|---|---------------------------------------|--------|
|         |    | Ángulo de incisión $\Theta_b$ (°) | Longitud de fibra L (mm) | Longitud proyectada de hendidura $W_s$ (mm) | Grosor de la capa H ( $\mu\text{m}$ ) | Vf (%) |
| Ejemplo | 68 | 1                                 | 30                       | Ancho de base                               | 125                                   | 55     |

ES 2 744 974 T3

|  |    |    |    |               |     |    |
|--|----|----|----|---------------|-----|----|
|  | 69 | 2  | 30 | Ancho de base | 125 | 55 |
|  | 70 | 5  | 30 | Ancho de base | 125 | 55 |
|  | 60 | 10 | 30 | Ancho de base | 125 | 55 |
|  | 71 | 15 | 30 | Ancho de base | 125 | 55 |
|  | 72 | 25 | 30 | Ancho de base | 125 | 55 |
|  | 73 | 45 | 30 | Ancho de base | 125 | 55 |

Tabla 14 (continuación)

| Nivel   |    | Material de base laminado | FRP                                  |                        |
|---------|----|---------------------------|--------------------------------------|------------------------|
|         |    | Estructura laminada       | Apertura en el extremo de las fibras | Grosor de la capa (µm) |
| Ejemplo | 68 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                     |
|         | 69 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                     |
|         | 70 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                     |
|         | 60 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                     |
|         | 71 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                     |
|         | 72 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                     |
|         | 73 | [45/0/-45/90]2s           | Existente                            | 87                     |

Tabla 14 (continuación)

| Nivel | Moldeabilidad     |                         |         |             | Propiedades mecánicas    |                                 |        |
|-------|-------------------|-------------------------|---------|-------------|--------------------------|---------------------------------|--------|
|       | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) | CV (%) |
|       |                   |                         |         |             |                          |                                 |        |

ES 2 744 974 T3

|         |    |    |    |          |   |    |     |    |
|---------|----|----|----|----------|---|----|-----|----|
| Ejemplo | 68 | 70 | 30 | $\Delta$ | ) | 45 | 650 | 10 |
|         | 69 | 70 | 30 | )        | ) | 47 | 660 | 5  |
|         | 70 | 70 | 30 | )        | ) | 47 | 640 | 6  |
|         | 60 | 70 | 30 | )        | ) | 46 | 590 | 5  |
|         | 71 | 70 | 30 | )        | ) | 46 | 550 | 3  |
|         | 72 | 70 | 30 | )        | ) | 46 | 460 | 4  |
|         | 73 | 70 | 30 | )        | ) | 45 | 330 | 4  |

Tabla 15

| Nivel   |    | Material de base preimpregnado    |                             |   |                                       |        |
|---------|----|-----------------------------------|-----------------------------|---|---------------------------------------|--------|
|         |    | Ángulo de incisión $\Theta_b$ (°) | Longitud de la fibra L (mm) | Longitud proyectada de hendidura $W_s$ (mm) | Grosor de la capa H ( $\mu\text{m}$ ) | Vf (%) |
| Ejemplo | 74 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     |
|         | 60 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     |
|         | 75 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     |
|         | 76 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     |

Tabla 15 (continuación)

| Nivel   |    | Material de base laminado | FRP                                  |                                     |
|---------|----|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
|         |    | Estructura laminada       | Apertura en el extremo de las fibras | Grosor de la capa ( $\mu\text{m}$ ) |
| Ejemplo | 74 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 62                                  |
|         | 60 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                                  |
|         | 75 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 112                                 |
|         | 76 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 125                                 |

Tabla 15 (continuación)

| Nivel   |    | Moldeabilidad     |                         |         |             | Propiedades mecánicas    |                                 |        |
|---------|----|-------------------|-------------------------|---------|-------------|--------------------------|---------------------------------|--------|
|         |    | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) | CV (%) |
| Ejemplo | 74 | 50                | 30                      | )       | Δ           | 46                       | 690                             | 7      |
|         | 60 | 70                | 30                      | )       | )           | 46                       | 590                             | 5      |
|         | 75 | 90                | 30                      | )       | )           | 47                       | 520                             | 3      |
|         | 76 | 100               | 30                      | -       | )           | 47                       | 510                             | 3      |

Tabla 16

| Nivel               |    | Material de base preimpregnado    |                             |   |                                       |        |
|---------------------|----|-----------------------------------|-----------------------------|---|---------------------------------------|--------|
|                     |    | Ángulo de incisión $\Theta_b$ (°) | Longitud de la fibra L (mm) | Longitud proyectada de hendidura $W_s$ (mm) | Grosor de la capa H ( $\mu\text{m}$ ) | Vf (%) |
| Ejemplo comparativo | 10 | 10                                | 7.5                         | Ancho de base                               | 125                                   | 55     |
| Ejemplo             | 77 | 10                                | 10                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     |
|                     | 60 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     |
|                     | 78 | 10                                | 60                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     |
|                     | 79 | 10                                | 100                         | Ancho de base                               | 125                                   | 55     |
| Ejemplo comparativo | 11 | 10                                | 120                         | Ancho de base                               | 125                                   | 55     |

5 Tabla 16 (continuación)

| Nivel |  | Material de base laminado | FRP                                  |                                     |
|-------|--|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
|       |  | Estructura laminada       | Apertura en el extremo de las fibras | Grosor de la capa ( $\mu\text{m}$ ) |
|       |  |                           |                                      |                                     |



ES 2 744 974 T3

|                     |    |                 |           |    |
|---------------------|----|-----------------|-----------|----|
| Ejemplo comparativo | 10 | [45/0/-45/90]2s | Ninguna   | 87 |
| Ejemplo             | 77 | [45/0/-45/90]2s | Ninguna   | 87 |
|                     | 60 | [45/0/-45/90]2s | Ninguna   | 87 |
|                     | 78 | [45/0/-45/90]2s | Ninguna   | 87 |
|                     | 79 | [45/0/-45/90]2s | Ninguna   | 87 |
| Ejemplo comparativo | 11 | [45/0/-45/90]2s | Existente | 87 |

Tabla 16 (continuación)

| Nivel               |    | Moldeabilidad     |                         |         |             | Propiedades mecánicas    |                                 |        |
|---------------------|----|-------------------|-------------------------|---------|-------------|--------------------------|---------------------------------|--------|
|                     |    | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) | CV (%) |
| Ejemplo comparativo | 10 | 70                | 30                      | )       | )           | 44                       | 440                             | 5      |
| Ejemplo             | 77 | 70                | 30                      | )       | )           | 46                       | 510                             | 4      |
|                     | 60 | 70                | 30                      | )       | )           | 46                       | 590                             | 5      |
|                     | 78 | 70                | 30                      | )       | )           | 47                       | 640                             | 3      |
|                     | 79 | 70                | 30                      | Δ       | )           | 47                       | 650                             | 6      |
| Ejemplo comparativo | 11 | 70                | 30                      | X       | Δ           | -                        | -                               | -      |

Tabla 17

| Nivel   |    | Material de base preimpregnado    |                             |   |                                       |        |
|---------|----|-----------------------------------|-----------------------------|---|---------------------------------------|--------|
|         |    | Ángulo de incisión $\Theta_b$ (°) | Longitud de la fibra L (mm) | Longitud proyectada de hendidura $W_s$ (mm) | Grosor de la capa H ( $\mu\text{m}$ ) | Vf (%) |
| Ejemplo | 60 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     |

ES 2 744 974 T3

|  |    |        |    |       |     |    |
|--|----|--------|----|-------|-----|----|
|  | 61 | 10,-10 | 30 | 10    | 125 | 55 |
|  | 80 | 10     | 30 | 0.017 | 125 | 55 |
|  | 81 | 10     | 30 | 0.03  | 125 | 55 |
|  | 82 | 10     | 30 | 0.17  | 125 | 55 |
|  | 83 | 10     | 30 | 1     | 125 | 55 |
|  | 84 | 10     | 30 | 1.5   | 125 | 55 |
|  | 62 | 10     | 30 | 10    | 125 | 55 |
|  | 85 | 10     | 30 | 100   | 125 | 55 |
|  | 86 | 10     | 30 | 120   | 125 | 55 |

Tabla 17 (continuación)

| Nivel   |    | Material de base laminado | FRP                                  |                        |
|---------|----|---------------------------|--------------------------------------|------------------------|
|         |    | Estructura laminada       | Apertura en el extremo de las fibras | Grosor de la capa (µm) |
| Ejemplo | 60 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                     |
|         | 61 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                     |
|         | 80 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                     |
|         | 81 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                     |
|         | 82 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                     |
|         | 83 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                     |
|         | 84 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                     |
|         | 62 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                     |
|         | 85 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                     |
|         | 86 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                     |

Tabla 17 (continuación)

| Nivel   |    | Moldeabilidad     |                         |         |             | Propiedades mecánicas    |                                 |     |
|---------|----|-------------------|-------------------------|---------|-------------|--------------------------|---------------------------------|-----|
|         |    | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) | (%) |
| Ejemplo | 60 | 70                | 30                      | )       | )           | 46                       | 590                             | 5   |
|         | 61 | 70                | 30                      | )       | )           | 46                       | 550                             | 4   |
|         | 80 | 70                | 30                      | Δ       | )           | 47                       | 710                             | 9   |
|         | 81 | 70                | 30                      | )       | )           | 47                       | 730                             | 5   |
|         | 82 | 70                | 30                      | )       | )           | 47                       | 690                             | 4   |
|         | 83 | 70                | 30                      | )       | )           | 47                       | 640                             | 6   |
|         | 84 | 70                | 30                      | )       | )           | 46                       | 610                             | 4   |
|         | 62 | 70                | 30                      | )       | )           | 46                       | 580                             | 5   |
|         | 85 | 70                | 30                      | )       | )           | 46                       | 580                             | 4   |
|         | 86 | 70                | 30                      | )       | )           | 45                       | 580                             | 3   |

Tabla 18

| Nivel               |    | Material de base preimpregnado    |                             |   |                                       |        |
|---------------------|----|-----------------------------------|-----------------------------|---|---------------------------------------|--------|
|                     |    | Ángulo de incisión $\Theta_b$ (°) | Longitud de la fibra L (mm) | Longitud proyectada de hendidura $W_s$ (mm) | Grosor de la capa H ( $\mu\text{m}$ ) | Vf (%) |
| Ejemplo comparativo | 12 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 25                                    | 55     |
| Ejemplo             | 87 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 50                                    | 55     |
|                     | 60 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     |
|                     | 88 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 300                                   | 55     |
| Ejemplo comparativo | 13 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 400                                   | 55     |

Tabla 18 (continuación)

| Nivel               |    | Material de base laminado | FRP                 |                                      |
|---------------------|----|---------------------------|---------------------|--------------------------------------|
|                     |    |                           | Estructura laminada | Apertura en el extremo de las fibras |
| Ejemplo comparativo | 12 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna             | 17                                   |
| Ejemplo             | 87 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna             | 35                                   |
|                     | 60 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna             | 87                                   |
|                     | 88 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna             | 210                                  |
| Ejemplo comparativo | 13 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna             | 280                                  |

Tabla 18 (continuación)

| Nivel               |    | Moldeabilidad     |                         |         |             | Propiedades mecánicas    |                                 |        |
|---------------------|----|-------------------|-------------------------|---------|-------------|--------------------------|---------------------------------|--------|
|                     |    | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) | CV (%) |
| Ejemplo comparativo | 12 | 70                | 30                      | )       | )           | 48                       | 790                             | 10     |
| Ejemplo             | 87 | 70                | 30                      | )       | )           | 47                       | 750                             | 5      |
|                     | 60 | 70                | 30                      | )       | )           | 46                       | 590                             | 5      |
|                     | 88 | 70                | 30                      | )       | )           | 46                       | 370                             | 4      |
| Ejemplo comparativo | 13 | 70                | 30                      | )       | )           | 45                       | 320                             | 5      |

5 Tabla 19

| Nivel |  | Material de base preimpregnado    |                             |   |                          |        |
|-------|--|-----------------------------------|-----------------------------|---|--------------------------|--------|
|       |  | Ángulo de incisión $\Theta_b$ (°) | Longitud de la fibra L (mm) | Longitud proyectada de hendidura $W_s$ (mm) | Grosor de la capa H (µm) | Vf (%) |

ES 2 744 974 T3

|                     |    |    |    |               |     |    |
|---------------------|----|----|----|---------------|-----|----|
| Ejemplo comparativo | 14 | 10 | 30 | Ancho de base | 125 | 70 |
| Ejemplo             | 89 | 10 | 30 | Ancho de base | 125 | 65 |
|                     | 60 | 10 | 30 | Ancho de base | 125 | 55 |
|                     | 90 | 10 | 30 | Ancho de base | 125 | 45 |
| Ejemplo comparativo | 15 | 10 | 30 | Ancho de base | 125 | 40 |

Tabla 19 (continuación)

| Nivel               |    | Material de base laminado | FRP                                  |                        |
|---------------------|----|---------------------------|--------------------------------------|------------------------|
|                     |    | Estructura laminada       | Apertura en el extremo de las fibras | Grosor de la capa (µm) |
| Ejemplo comparativo | 14 | [45/0/-45/90]2s           | Existente                            | 87                     |
| Ejemplo             | 89 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                     |
|                     | 60 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                     |
|                     | 90 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                     |
| Ejemplo comparativo | 15 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                     |

Tabla 19 (continuación)

| Nivel               |    | Moldeabilidad     |                        |         |             | Propiedades mecánicas    |                                 |        |
|---------------------|----|-------------------|------------------------|---------|-------------|--------------------------|---------------------------------|--------|
|                     |    | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (mm) | Fluidez | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) | CV (%) |
| Ejemplo comparativo | 14 | 70                | 30                     | X       | Δ           | -                        | -                               | -      |
| Ejemplo             | 89 | 70                | 30                     | Δ       | ∅           | 52                       | 630                             | 8      |

ES 2 744 974 T3

|                     |    |    |    |   |   |    |     |   |
|---------------------|----|----|----|---|---|----|-----|---|
|                     | 60 | 70 | 30 | ) | ) | 46 | 590 | 5 |
|                     | 90 | 70 | 30 | ) | ) | 39 | 490 | 4 |
| Ejemplo comparativo | 15 | 70 | 30 | ) | ) | 36 | 440 | 7 |

Tabla 20

| Nivel                 |    | Material de base preimpregnado |                                   |                            |  |                                       |        |
|-----------------------|----|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--|---------------------------------------|--------|
|                       |    | Resina impregnada              | Ángulo de incisión $\Theta_b$ (°) | Longitud de fibra (L) (mm) | Ancho de la ranura proyectada $W_s$ (mm) | Grosor de la capa H ( $\mu\text{m}$ ) | Vf (%) |
| Ejemplo de referencia | 3  | Completa                       | 10                                | 30                         | Ancho de la base                         | 125                                   | 55     |
|                       | 4  |                                | 10                                | 30                         | Ancho de la base                         | 125                                   | 55     |
| Ejemplo               | 91 |                                | 10                                | 30                         | Ancho de la base                         | 125                                   | 55     |
|                       | 92 |                                | 10                                | 30                         | Ancho de la base                         | 125                                   | 55     |
|                       | 93 |                                | 10                                | 30                         | Ancho de la base                         | 125                                   | 55     |
|                       | 60 |                                | 10                                | 30                         | Ancho de la base                         | 125                                   | 55     |
|                       | 94 |                                | 10                                | 30                         | Ancho de la base                         | 125                                   | 49     |
|                       | 95 | 10                             | 30                                | Ancho de la base           | 125                                      | 55                                    |        |
|                       | 96 | Semi                           | 10                                | 30                         | Ancho de la base                         | 125                                   | 55     |

Tabla 20 (continuación)

| Nivel      |   | Material de base laminado | FRP                                  |                                     |
|------------|---|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
|            |   | Estructura laminada       | Apertura en el extremo de las fibras | Grosor de la capa ( $\mu\text{m}$ ) |
| Ejemplo de | 3 | [0]8                      | Existente                            | 87                                  |

ES 2 744 974 T3

|            |    |                         |           |    |
|------------|----|-------------------------|-----------|----|
| referencia | 4  | [0/45]4s                | Existente | 87 |
| Ejemplo    | 91 | [0/90]4s                | Ninguna   | 87 |
|            | 92 | [0/C90]4s               | Ninguna   | 87 |
|            | 93 | [60/0/-60]2s            | Ninguna   | 87 |
|            | 60 | [45/0/-45/90]2s         | Ninguna   | 87 |
|            | 94 | [45/R/0/R/-45/R/90/R]2s | Ninguna   | 87 |
|            | 95 | [WF0/45/0/-45/90]2s     | Existente | 87 |
|            | 96 | [45/0/-45/90]2s         | Existente | 87 |

Tabla 20 (continuación)

| Nivel                 |    | Moldeabilidad     |                         |         |             | Propiedades mecánicas    |                                 |        |
|-----------------------|----|-------------------|-------------------------|---------|-------------|--------------------------|---------------------------------|--------|
|                       |    | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) | CV (%) |
| Ejemplo de referencia | 3  | 70                | 30                      | X       | X           | -                        | -                               | -      |
|                       | 4  | 70                | 30                      | Δ       | X           | -                        | -                               | -      |
| Ejemplo               | 91 | 70                | 30                      | ⌋       | Δ           | 63                       | 680                             | 4      |
|                       | 92 | 70                | 30                      | ⌋       | ⌋           | 64                       | 690                             | 5      |
|                       | 93 | 70                | 30                      | ⌋       | ⌋           | 47                       | 580                             | 6      |
|                       | 60 | 70                | 30                      | ⌋       | ⌋           | 36                       | 590                             | 5      |
|                       | 94 | 70                | 30                      | ⌋       | ⌋           | 42                       | 510                             | 4      |
|                       | 95 | 70                | 30                      | Δ       | ⌋           | 54                       | 670                             | 9      |
|                       | 96 | 70                | 30                      | ⌋       | ⌋           | 46                       | 550                             | 7      |

Tabla 21

|       |                                |
|-------|--------------------------------|
| Nivel | Material de base preimpregnado |
|-------|--------------------------------|

|         |     | Ángulo de incisión $\Theta_b$ (°) | Longitud de la fibra L (mm) | Ancho de la ranura proyectada $W_s$ (mm) | Grosor de la capa H ( $\mu\text{m}$ ) | Vf (%) | Profundidad de corte U ( $\mu\text{m}$ ) | Profundidad de corte D ( $\mu\text{m}$ ) |
|---------|-----|-----------------------------------|-----------------------------|--|---------------------------------------|--------|--|--|
| Ejemplo | 60  | 10                                | 30                          | Ancho de la base                         | 125                                   | 55     | 125                                      | -  |
|         | 97  | 10                                | 30                          | Ancho de la base                         | 125                                   | 55     | 35                                       | 100                                      |
|         | 98  | 10                                | 30                          | Ancho de la base                         | 125                                   | 55     | 55                                       | 75                                       |
|         | 99  | 10                                | 30                          | Ancho de la base                         | 125                                   | 55     | 67                                       | 67                                       |
|         | 100 | 10                                | 30                          | Ancho de la base                         | 125                                   | 55     | 125                                      | 125                                      |

Tabla 21 (continuación)

| Nivel   |     | Material de base laminado | FRP                                  |                                     |
|---------|-----|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
|         |     | Estructura laminada       | Apertura en el extremo de las fibras | Grosor de la capa ( $\mu\text{m}$ ) |
| Ejemplo | 60  | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                                  |
|         | 97  | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                                  |
|         | 98  | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                                  |
|         | 99  | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 87                                  |
|         | 100 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                              | 175                                 |

Tabla 21 (continuación)

| Nivel   |    | Moldeabilidad     |                         |         |             | Propiedades mecánicas    |                                 |        |
|---------|----|-------------------|-------------------------|---------|-------------|--------------------------|---------------------------------|--------|
|         |    | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) | CV (%) |
| Ejemplo | 60 | 70                | 30                      | )       | )           | 46                       | 590                             | 5      |



ES 2 744 974 T3

|  |     |    |    |   |   |    |     |    |
|--|-----|----|----|---|---|----|-----|----|
|  | 97  | 70 | 30 | ) | Δ | 45 | 650 | 10 |
|  | 98  | 70 | 30 | ) | ) | 46 | 710 | 4  |
|  | 99  | 70 | 30 | ) | ) | 46 | 750 | 7  |
|  | 100 | 70 | 30 | ) | ) | 47 | 690 | 4  |

Tabla 22

| Nivel   |     | Material de base preimpregnado    |                             |   |                                       |        |                         |  |
|---------|-----|-----------------------------------|-----------------------------|---|---------------------------------------|--------|-------------------------|--|
|         |     | Ángulo de incisión $\Theta_b$ (°) | Longitud de la fibra L (mm) | Longitud proyectada de hendidura $W_s$ (mm) | Grosor de la capa H ( $\mu\text{m}$ ) | Vf (%) | Distancia de corte (mm) | Ángulo obliquo de la incisión $\Theta_a$ (°) |
| Ejemplo | 101 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     | 12.5                    | 0.6  |
|         | 102 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     | 6.25                    | 1.1  |
|         | 103 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     | 1                       | 7.1  |
|         | 104 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     | 0.5                     | 14   |
|         | 105 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     | 0.25                    | 27   |
|         | 60  | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     | 0                       | 90   |

Tabla 22 (continuación)

| Nivel   |     | Material de base laminado | FRP                                |                                     |
|---------|-----|---------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
|         |     | Estructura laminada       | Abertura en el final de las fibras | Grosor de la capa ( $\mu\text{m}$ ) |
| Ejemplo | 101 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                            | 87                                  |
|         | 102 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                            | 87                                  |
|         | 103 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                            | 87                                  |
|         | 104 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna                            | 87                                  |

ES 2 744 974 T3

|  |     |                 |         |    |
|--|-----|-----------------|---------|----|
|  | 105 | [45/0/-45/90]2s | Ninguna | 87 |
|  | 60  | [45/0/-45/90]2s | Ninguna | 87 |

Tabla 22 (continuación)

| Nivel   |     | Moldeabilidad     |                         |         |             | Propiedades mecánicas    |                                 |        |
|---------|-----|-------------------|-------------------------|---------|-------------|--------------------------|---------------------------------|--------|
|         |     | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) | CV (%) |
| Ejemplo | 101 | 70                | 30                      | )       | Δ           | 47                       | 580                             | 10     |
|         | 102 | 70                | 30                      | )       | )           | 47                       | 620                             | 4      |
|         | 103 | 70                | 30                      | )       | )           | 47                       | 620                             | 4      |
|         | 104 | 70                | 30                      | )       | )           | 46                       | 610                             | 3      |
|         | 105 | 70                | 30                      | )       | )           | 46                       | 590                             | 5      |
|         | 60  | 70                | 30                      | )       | )           | 46                       | 590                             | 5      |

Tabla 23

| Nivel   |     | Material de base preimpregnado    |                             |   |                                       |        |   |
|---------|-----|-----------------------------------|-----------------------------|---|---------------------------------------|--------|---|
|         |     | Ángulo de incisión $\Theta_b$ (°) | Longitud de la fibra L (mm) | Longitud proyectada de hendidura $W_s$ (mm) | Grosor de la capa H ( $\mu\text{m}$ ) | Vf (%) | Ancho de resina adicional en la dirección de fibra (mm) |
| Ejemplo | 60  | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     | 0   |
|         | 106 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 55     | 0.1   |
|         | 107 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 53     | 1.5   |
|         | 108 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 43     | 10  |
|         | 109 | 10                                | 30                          | Ancho de base                               | 125                                   | 39     | 15  |

Tabla 23 (continuación)

| Nivel   |     | Material de base laminado | FRP                 |                                    |
|---------|-----|---------------------------|---------------------|------------------------------------|
|         |     |                           | Estructura laminada | Abertura en el final de las fibras |
| Ejemplo | 60  | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna             | 0                                  |
|         | 106 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna             | 87                                 |
|         | 107 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna             | 87                                 |
|         | 108 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna             | 87                                 |
|         | 109 | [45/0/-45/90]2s           | Ninguna             | 87                                 |

Tabla 23 (continuación)

| Nivel   |     | Moldeabilidad     |                         |         |             | Propiedades mecánicas    |                                 |        |
|---------|-----|-------------------|-------------------------|---------|-------------|--------------------------|---------------------------------|--------|
|         |     | Tasa de carga (%) | Presión de tiempo (min) | Fluidez | Deformación | Módulo de tracción (GPa) | Resistencia a la tracción (MPa) | CV (%) |
| Ejemplo | 60  | 70                | 30                      | )       | )           | 46                       | 590                             | 5      |
|         | 106 | 70                | 30                      | )       | )           | 45                       | 580                             | 7      |
|         | 107 | 70                | 30                      | )       | )           | 44                       | 680                             | 4      |
|         | 108 | 70                | 30                      | )       | )           | 37                       | 590                             | 8      |
|         | 109 | 70                | 30                      | )       | )           | 34                       | 590                             | 3      |

**REIVINDICACIONES**

1. Material de base preimpregnado (P) que comprende numerosas fibras de refuerzo (F) dispuestas esencialmente en una dirección y una resina de matriz que existe entre las numerosas fibras de refuerzo (F), dondel el material de base preimpregnado (P) tiene, sobre la totalidad de su superficie, numerosas incisiones (C) extendiéndose cada una en una dirección que atraviesa las fibras de refuerzo (F), esencialmente todas las fibras de refuerzo (F) están divididas por las incisiones (C), en el cual una longitud (L) de cada uno de los segmentos de fibras de refuerzo (FS) formados por las incisiones (C) se encuentra en el rango que va de 10 a 100 mm, un grosor (H) del material de base preimpregnado (P) se encuentra en el rango que va de 30 a 150 mm, y un contenido en volumen de fibras (Vf) de las fibras de refuerzo (F) se encuentra en el rango que va del 45 al 65 %, en el cual cada una de dichas incisiones (C) se presenta bajo la forma de un segmento de hendidura que tiene una longitud determinada, y cuando dicho segmento de hendiduras se proyecta en la dirección de la disposición de dichas fibras de refuerzo (F), una longitud proyectada (Ws) de dicho segmento de hendidura en la dirección perpendicular a la dirección de disposición de dichas fibras de refuerzo (F) se encuentra en el rango que va de 1 a 10 mm, y

en el cual dichos segmentos de hendidura están provistos desde las caras superiores e inferiores de dicho material de base preimpregnado (P) en la dirección del grosor del mismo sin penetrar dicho material de base preimpregnado (P); una profundidad de corte Hs de cada uno de dichos segmentos de hendidura se encuentra en el rango que va de 0,4 a 0,6 veces el grosor (H) de dicho material de base preimpregnado (P); un intervalo La entre cualquier segmento de hendidura A en dicha cara superior y otro segmento de hendidura B en dicha cara superior adyacente a dicho segmento de hendidura A en la dirección de orientación de dichas fibras de refuerzo (F) se encuentra en el rango que va de 10 a 100 mm; el centro geométrico de un segmento de hendidura C provisto en dicha cara inferior está situado en una posición donde su distancia medida desde el segmento de hendidura A hacia dicho segmento de hendidura B en la dirección de orientación de dichas fibras de refuerzo (F) está comprendida entre 0,4 y 0,6 veces el La; una parte de dichas fibras de refuerzo (F) que existe entre dicho segmento de hendidura A y dicho segmento de hendidura B en dicha cara superior está cortada tanto por dicho segmento de hendidura A en dicha cara superior como por dicho segmento de hendidura C en dicha cara inferior o tanto por dicho segmento de hendidura B en dicha cara superior como por dicho segmento de hendidura C en dicha cara inferior; y las formas geométricas de segmentos de hendidura en dicha cara superior y/o las formas geométricas de segmentos de hendidura en dicha cara inferior son idénticas unas a otras.

2. Material de base preimpregnado (P) según la reivindicación 1, en el cual dichos segmentos de hendidura están alineados por lo menos a lo largo de tres líneas rectas que se extienden en la misma dirección para formar por lo menos tres hileras de hendiduras e intervalos entre dichas hileras de hendiduras adyacentes en la dirección de disposición de las dichas fibras de refuerzo (F) son idénticas.

3. Material de base preimpregnado (P) según la reivindicación 1, en el cual dichos segmentos de hendidura están dispuestos con un ángulo oblicuo con relación a la dirección perpendicular a la dirección de disposición de dichas fibras de refuerzo (F).

4. Material de base preimpregnado (P) según la reivindicación 1 o 3, en el cual dichos segmentos de hendidura están provistos en un estado inclinado que tiene un ángulo de inclinación  $\theta_a$  en la dirección del grosor de dicho material de base preimpregnado (P) y que tiene una distancia S entre una línea de corte de uno de dichos segmentos de hendidura en dichas fibras de refuerzo (F) en la cara superior de dicho material de base preimpregnado (P) y una línea de corte de uno de dichos segmentos de hendidura en dichas fibras de refuerzo (F) en la cara inferior de dicho material de base preimpregnado (P) en la dirección de disposición de dichas fibras de refuerzo (F), y en el cual el ángulo de inclinación  $\theta_a$  determinado por la ecuación siguiente (fórmula I) a partir de dicha distancia S y de dicho grosor (H) de dicho material de base preimpregnado (P) se encuentra en el rango que va de 1 a 25 °.

$$\Theta a = \tan^{-1} \left( \frac{H}{S} \right) \quad \text{Fórmula I}$$

5. Material de base preimpregnado según la reivindicación 1, 3 o 4, en el cual el valor absoluto de un ángulo oblicuo  $\theta_b$  de cada una de dichas incisiones en una cara de dicho material de base preimpregnado desde la dirección de disposición de dichas fibras de refuerzo se encuentra en el rango que va de 2 a 25 °.

6. Material de base preimpregnado (P) según la reivindicación 5, en el cual cada una de dichas incisiones (C) es continua sobre la anchura total de dicho material de base preimpregnado (P).

7. Material de base preimpregnado (P) según la reivindicación 6, en el cual cada una de dichas incisiones (C) es lineal y todos los dichos segmentos de fibras de refuerzo (FS) tienen esencialmente la misma longitud L.

5 8. Material de base laminado que comprende una laminación y una integración de materiales de base preimpregnados, cada uno de los cuales comprende numerosas fibras de refuerzo (F) dispuestas esencialmente en una dirección y una resina de matriz adherida a dichas fibras de refuerzo (F), donde por lo menos uno de dichos materiales de base preimpregnados laminados está formado con un material de base preimpregnado (P) según la reivindicación 1 y las direcciones de disposición de dichas fibras de refuerzo (F) entre dos materiales de base preimpregnados laminados tienen por lo menos dos direcciones distintas la una de la otra.

10 9. Material de base laminado que comprende una laminación y una integración de materiales de base preimpregnados, cada uno de los cuales comprende numerosas fibras de refuerzo (F) dispuestas esencialmente en una dirección y una resina de matriz adherida a dichas fibras de refuerzo (F), donde por lo menos dos de dichos materiales de base preimpregnados laminados están formados con materiales de base preimpregnados según la reivindicación 1 adyacentes unos a otros y las direcciones de disposición de las dichas fibras de refuerzo (F) en dichos materiales de base preimpregnados adyacentes tienen esencialmente la misma dirección, y en el cual los intervalos de disposición en la dirección de disposición de las dichas fibras de refuerzo (F) de dichos segmentos de hendidura en dichos dos materiales de base preimpregnados adyacentes son idénticos y las posiciones de dichos segmentos de hendidura en uno de dichos dos materiales de base preimpregnados adyacentes están desplazadas en la dirección de disposición de dichas fibras de refuerzo (F) con relación a las posiciones de dichos segmentos de hendidura en el otro material de base preimpregnado.

15 20 10. Proceso de producción de un material de base preimpregnado (P) según la reivindicación 5, que comprende un paso que consiste en preparar un primpregnado preliminar disponiendo numerosas fibras de refuerzo (F) en una dirección e impregnándolas de una resina de matriz y un paso que consiste en hacer una incisión en dicho preimpregnado preliminar presionando un rodillo de cuchilla rotativa, que tiene una cuchilla helicoidal provista sobre la superficie externa de un rodillo, contra dicho preimpregnado preliminar preparado.

25 30 11. Proceso de producción de un plástico reforzado con fibras que comprende la colocación de dicho material de base laminado según la reivindicación 8 en un troquel, manteniendo un índice de carga de dicho material de base laminado en un valor comprendido entre el 50 y 95 %, y el moldeo por presión de dicho material de base laminado.

35

Fig. 1

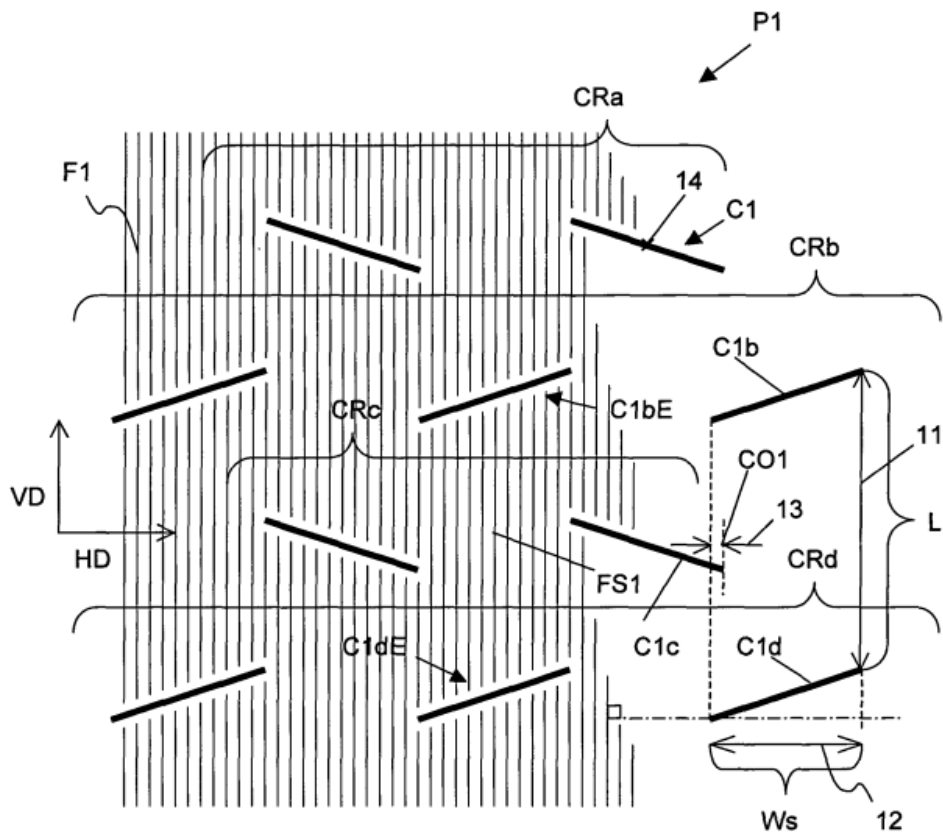


Fig. 2

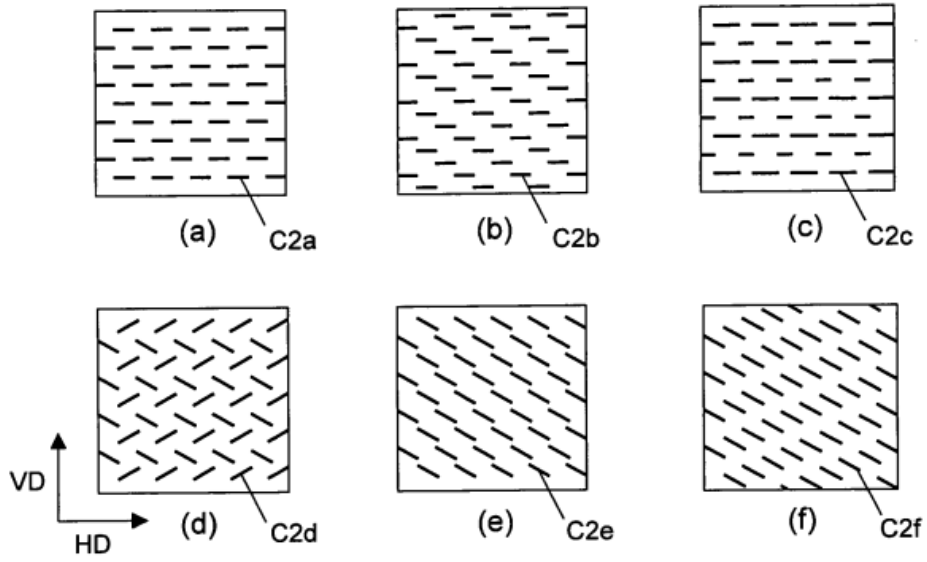


Fig. 3A

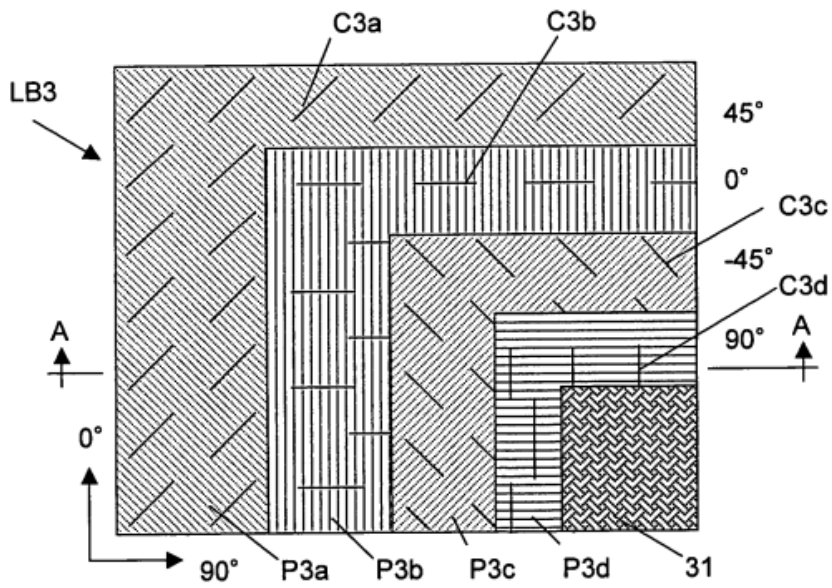


Fig. 3B



Fig. 4A

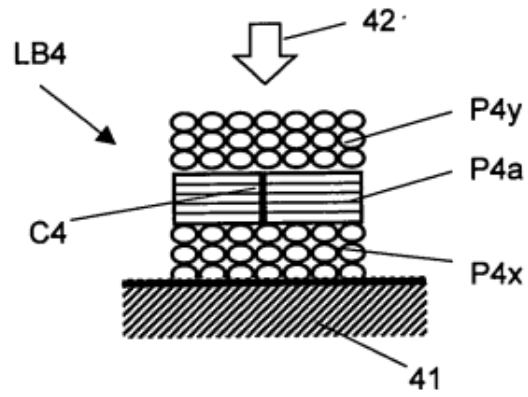




Fig. 4B

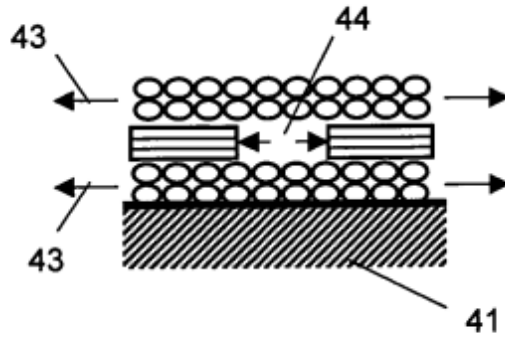


Fig. 5

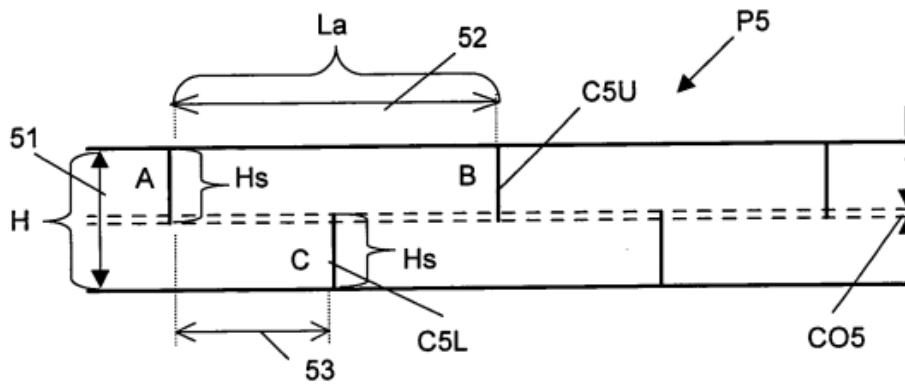


Fig. 6

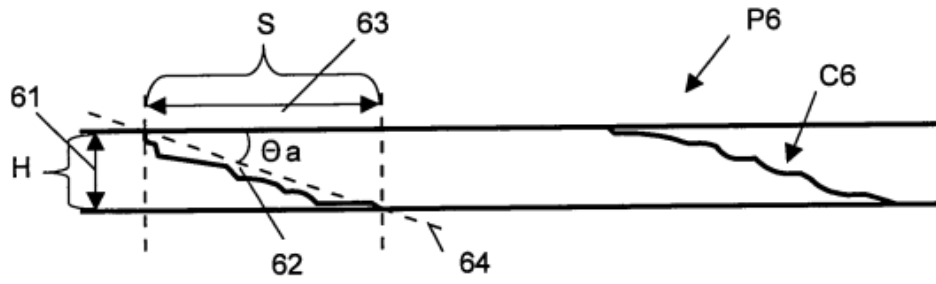


Fig. 7

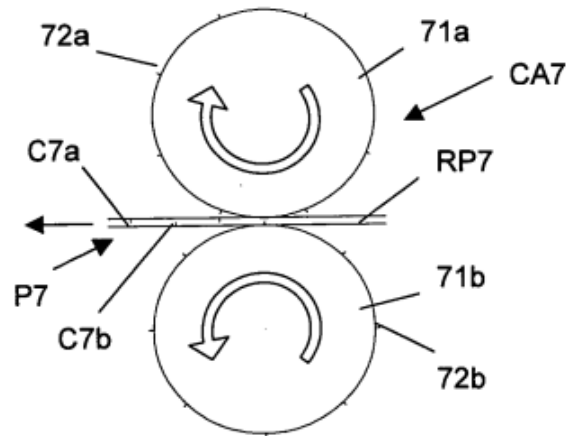


Fig. 8

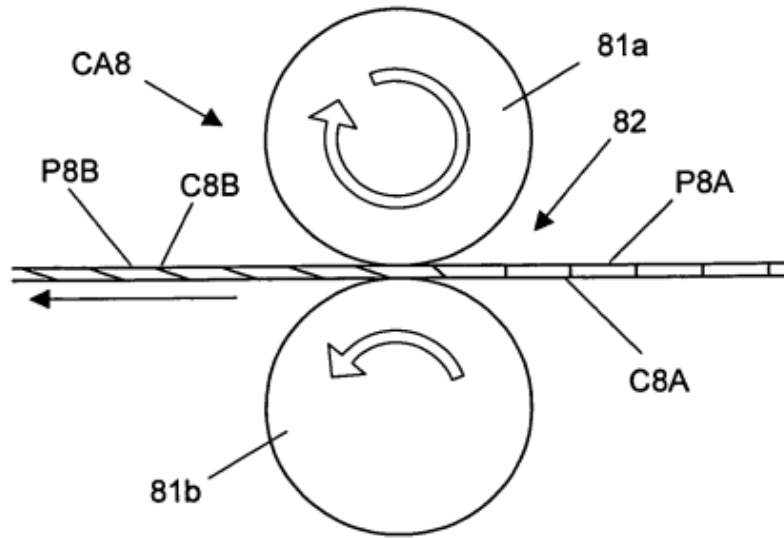


Fig. 9

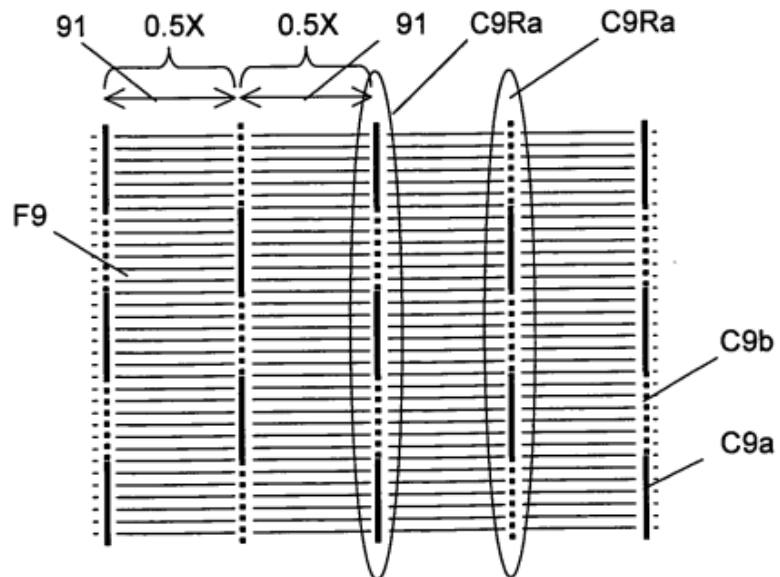


Fig. 10

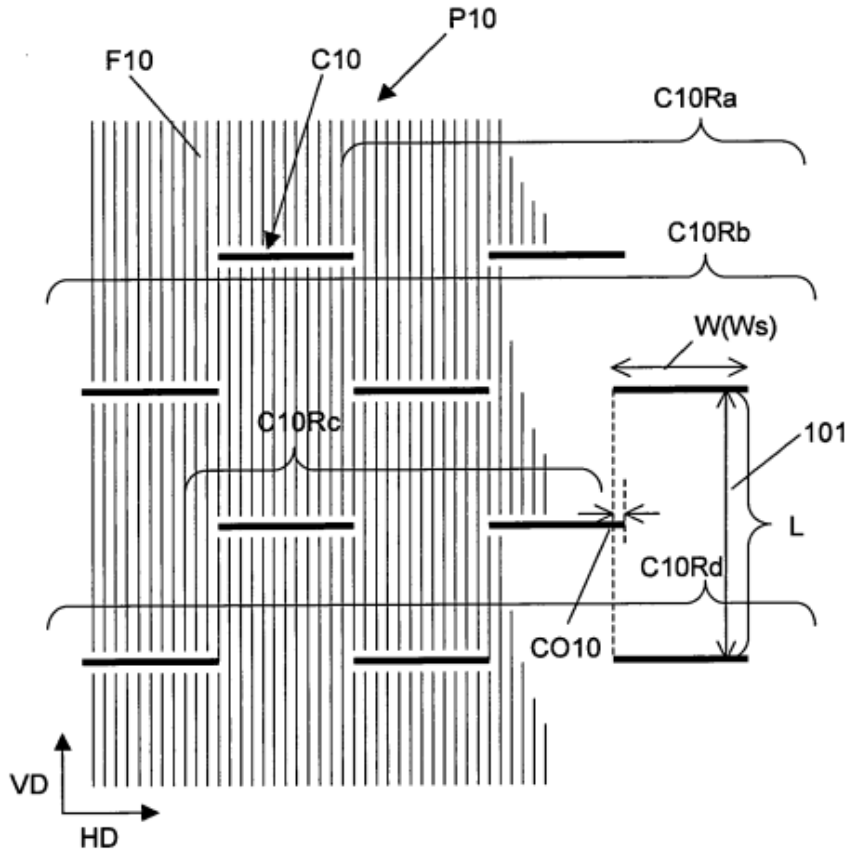


Fig. 11

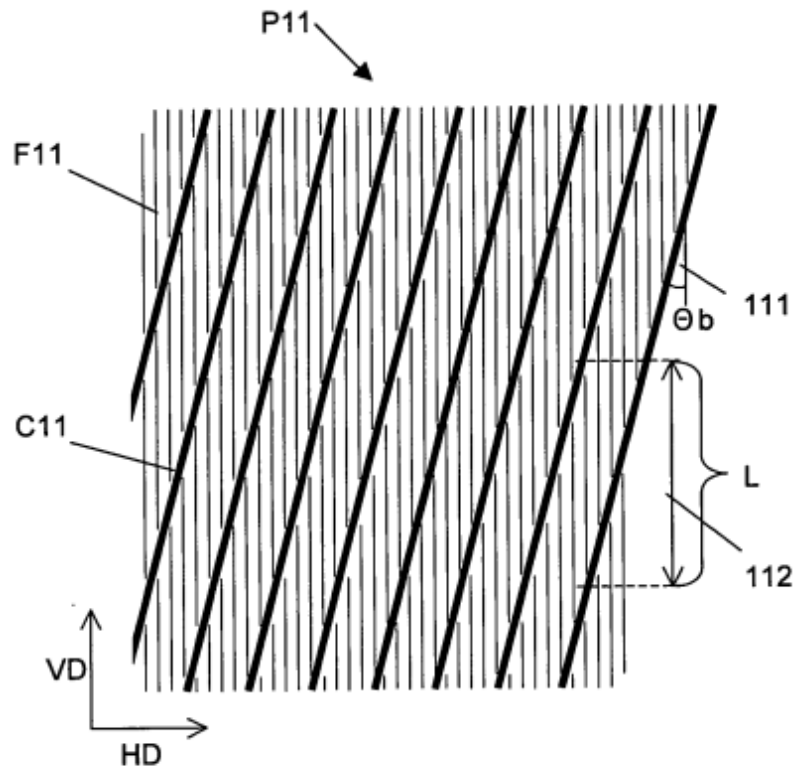


Fig. 12

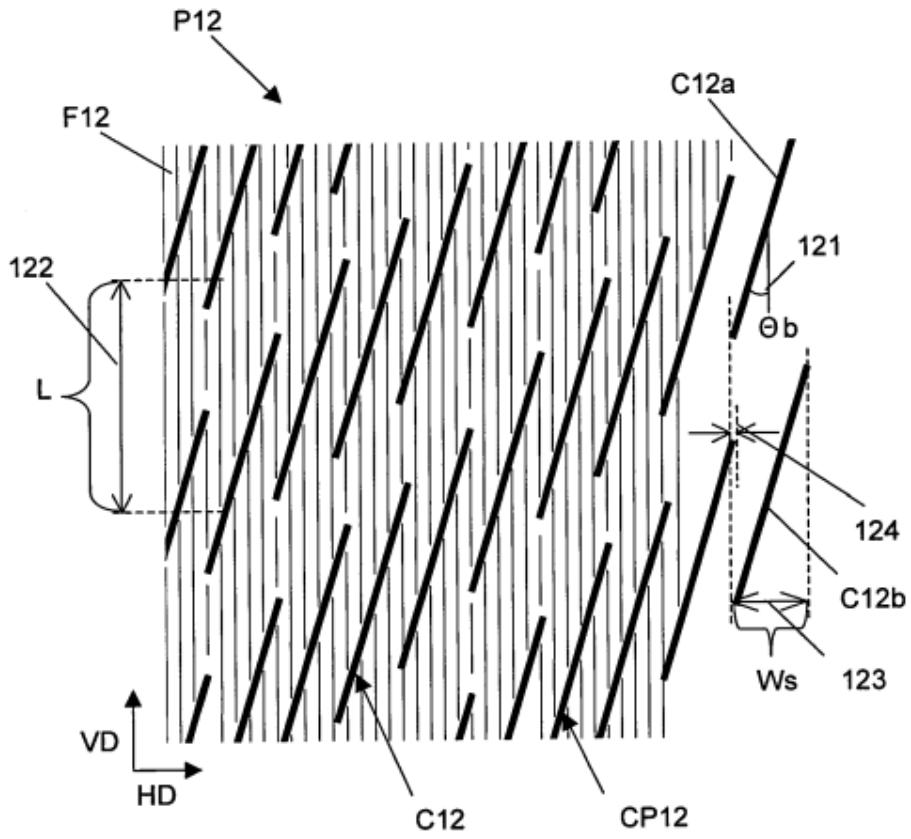


Fig. 13

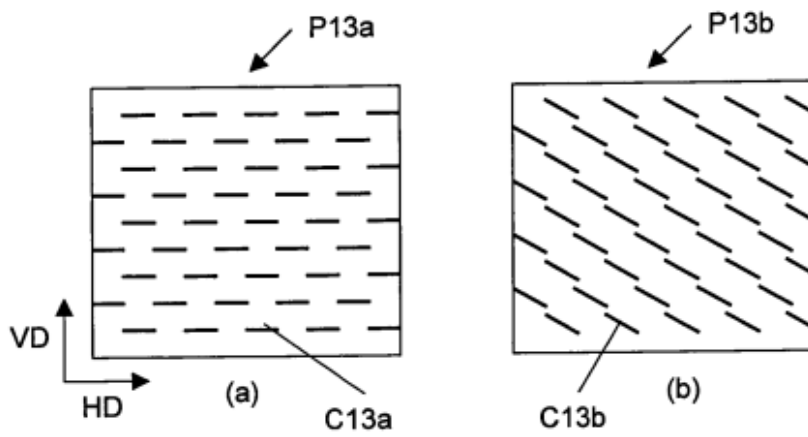


Fig. 14

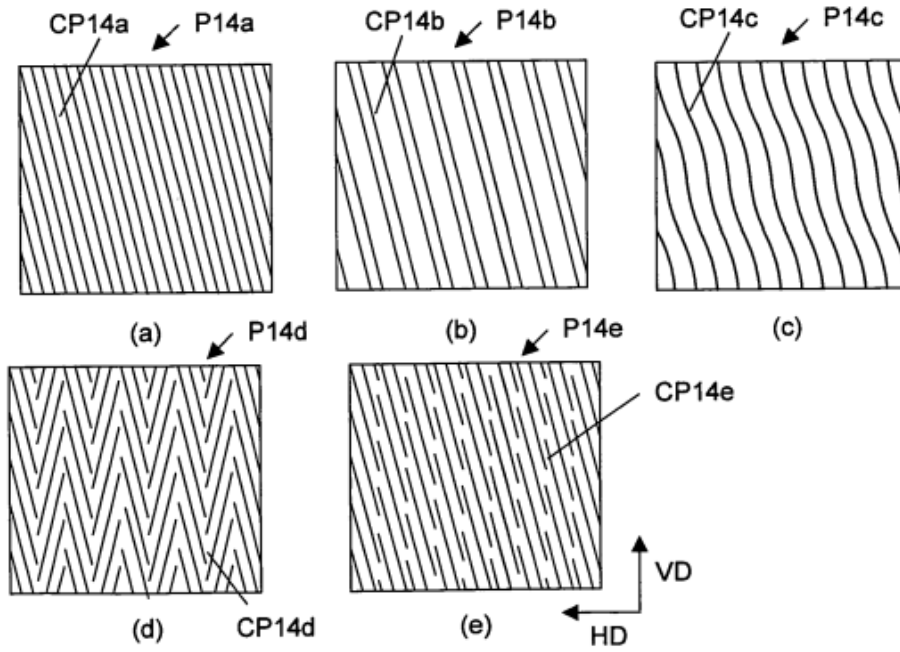


Fig. 15A

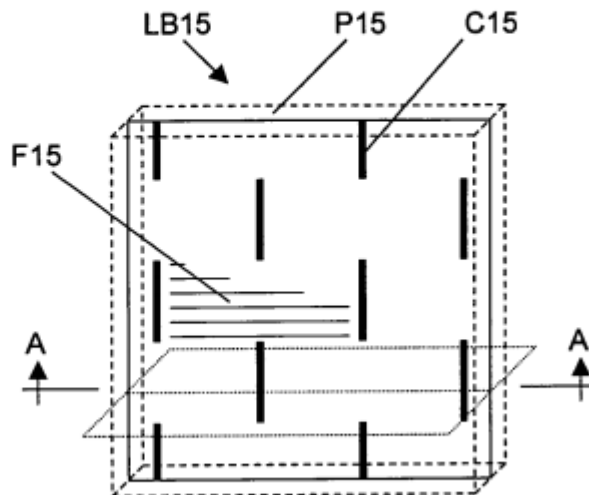


Fig. 15B

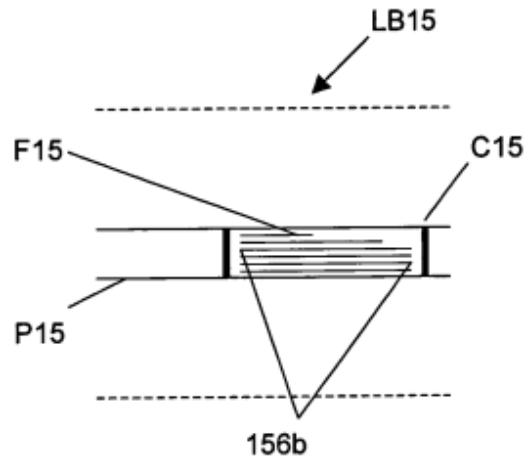


Fig. 15C

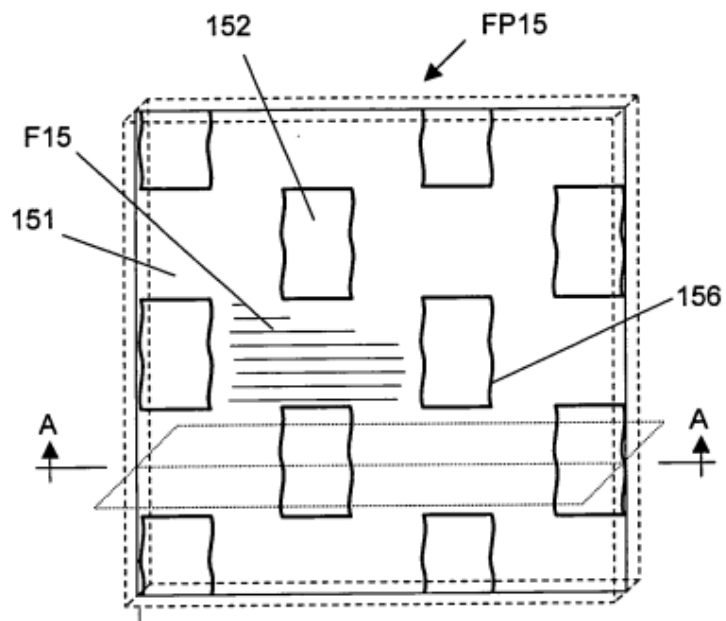




Fig. 15D

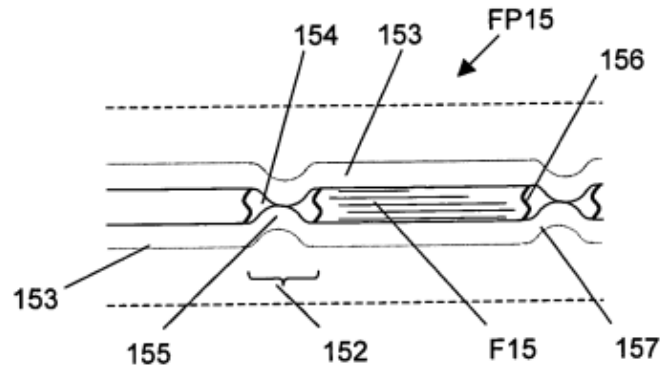


Fig. 16A

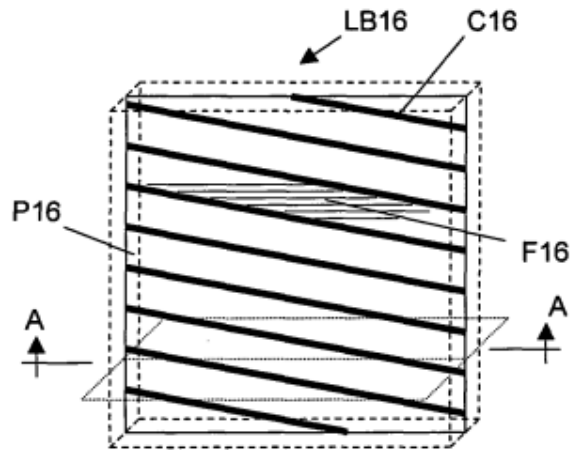


Fig. 16B

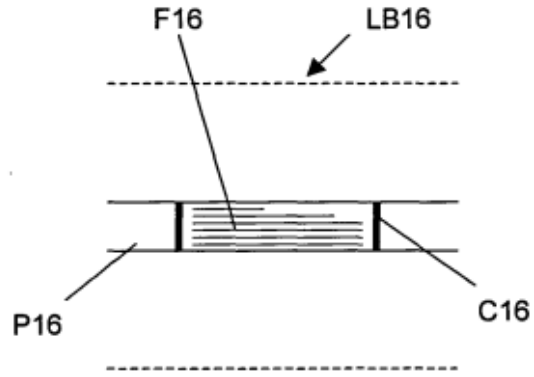


Fig. 16C

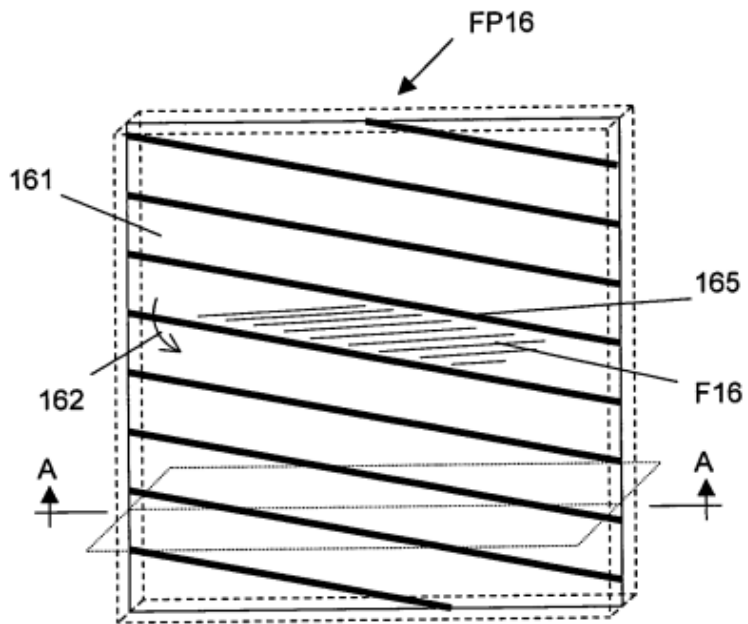


Fig. 16D

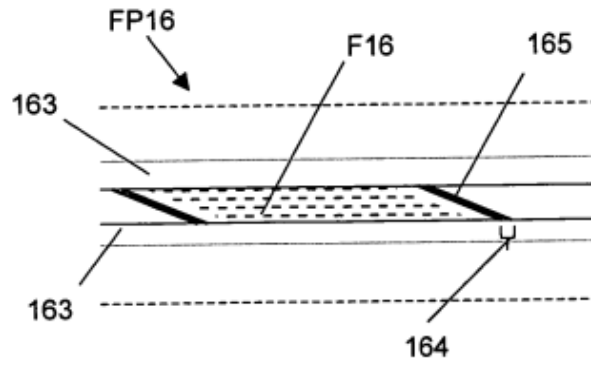


Fig. 17A

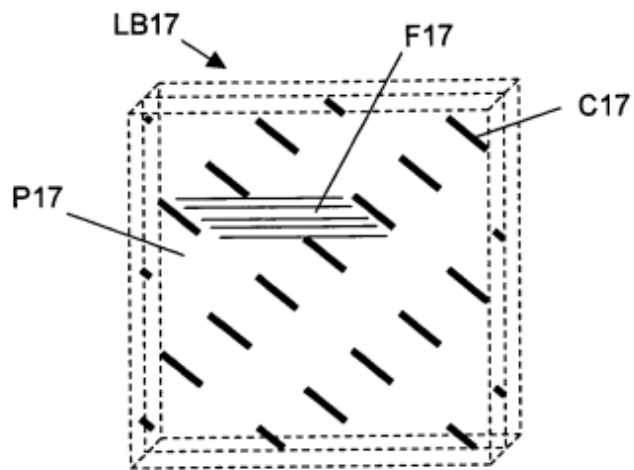


Fig. 17B

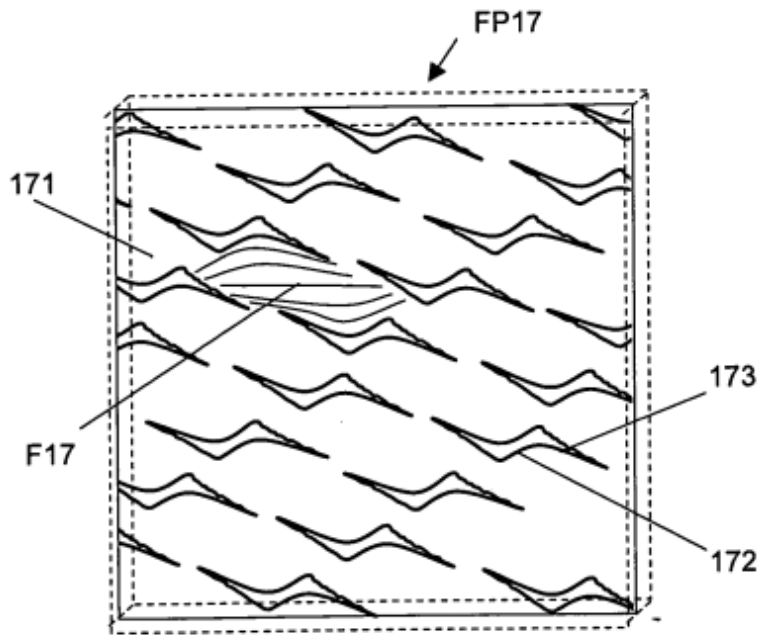


Fig. 18

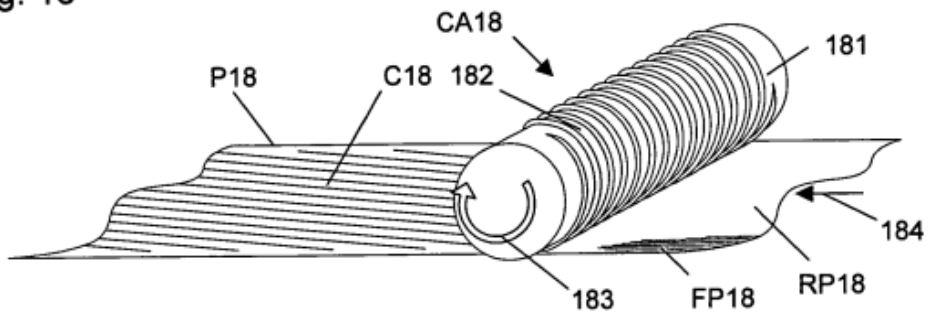


Fig. 19A

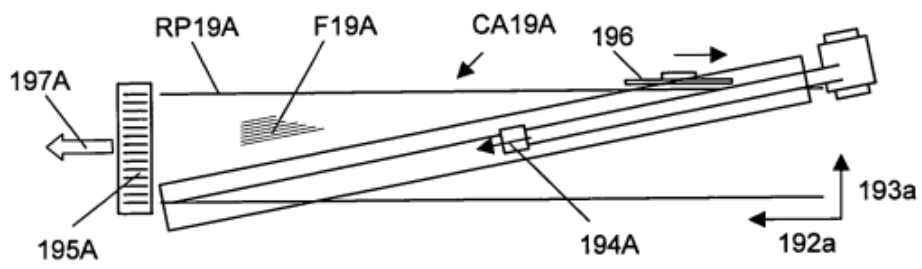


Fig. 19B

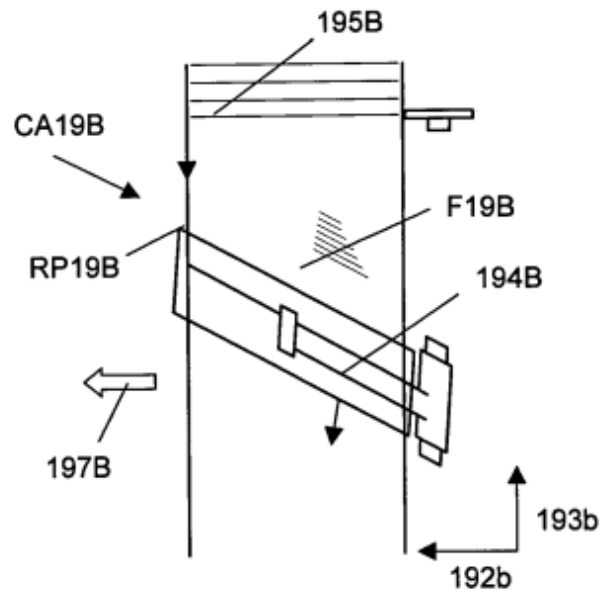


Fig. 20

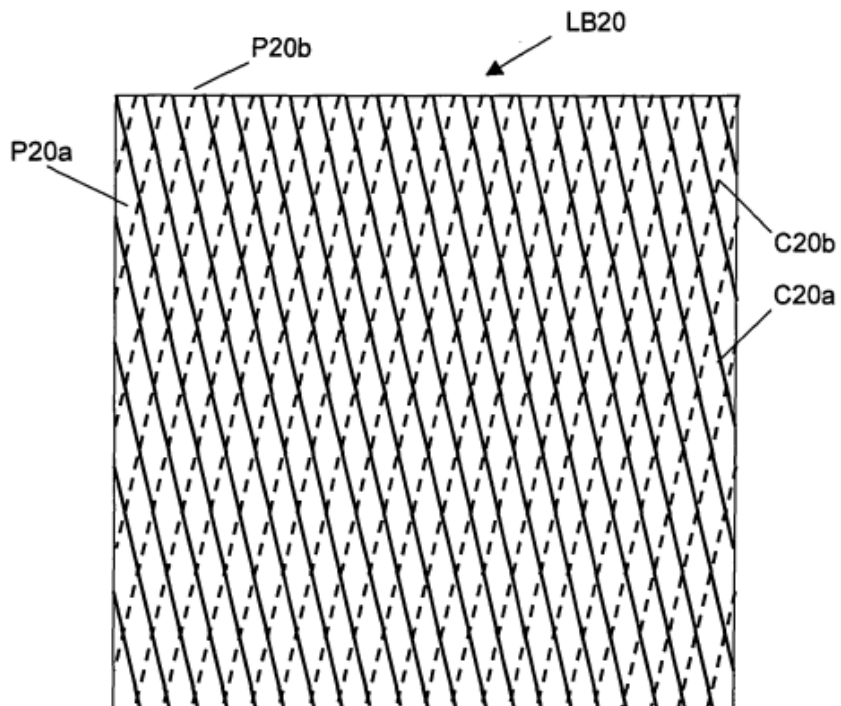


Fig. 21

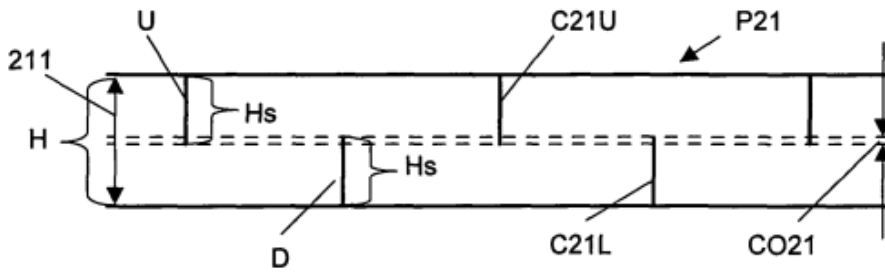


Fig. 22

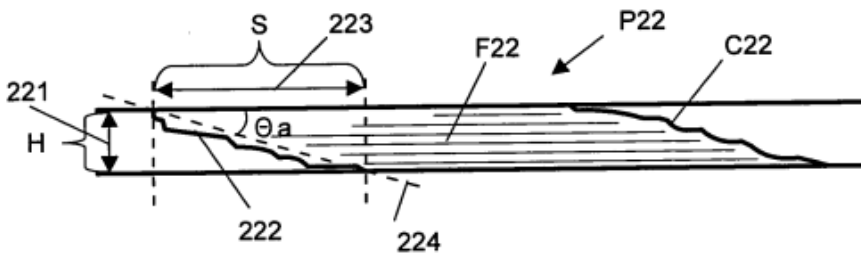


Fig. 23

