(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 738 708**

(51) Int. Cl.:

C08J 5/24	(2006.01)
B32B 5/12	(2006.01)
B29C 43/00	(2006.01)
B29C 70/00	(2006.01)
B32B 3/26	(2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.09.2015** **PCT/JP2015/076001**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **24.03.2016** **WO16043156**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2015** **E 15842013 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019** **EP 3196238**

(54) Título: **Preimpregnado de hendidura y lámina preimpregnada de hendidura**

(30) Prioridad:

19.09.2014 JP 2014191083

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.01.2020

(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;
FUJITA, YUZO;
ARAI, NOBUYUKI y
SATO, NARUMICHI

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 738 708 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

Preimpregnado de hendidura y lámina preimpregnada de hendidura

Campo técnico

Esta descripción se refiere a una preimpregnación que incluye una capa que contiene fibra de refuerzo impregnada con una composición de resina, siendo la preimpregnación una preimpregnación de incisión que tiene una pluralidad de incisiones. Más específicamente, se refiere a un material preimpregnado de incisión que se utiliza favorablemente como material de base intermedia para plásticos reforzados con fibra, utilizado preferiblemente para producir miembros de aeronaves, miembros de automóviles, herramientas deportivas y similares.

Técnica anterior

Los materiales plásticos reforzados con fibra que incluyen una fibra de refuerzo y una resina de matriz generalmente tienen una alta resistencia específica, un alto módulo específico y buenas características mecánicas, así como buenas características funcionales como alta resistencia a la intemperie y resistencia química y, en consecuencia, se ha centrado creciente atención en ellos en diversos campos industriales. La demanda por ellos ha aumentado en los últimos años a medida que llegan a un uso más amplio para miembros estructurales de aeronaves, naves espaciales, automóviles, vehículos ferroviarios, barcos, aparatos eléctricos, artículos deportivos y similares. En particular, se sabe que los materiales plásticos reforzados con fibra de alta calidad pueden obtenerse apilando capas de un material preimpregnado, que es un material de base intermedio producido por impregnación de fibra de refuerzo continua con resina termoestable o resina termoplástica, y someter la pila a moldeo por compresión en un autoclave o similar.

Es difícil producir una estructura tridimensional a partir de un preimpregnado de fibras continuas, pero existe una técnica llamada colocación automática de cinta que corta los pliegues preimpregnados en tiras con un ancho de varios milímetros y los apila en forma tridimensional. En realidad, colocar estas tiras estrechas sustancialmente en una disposición bidimensional sirve para formar detalles de una forma complicada (por ejemplo, ver el documento de Patente 1). Sin embargo, esto tiene la desventaja de la baja productividad cuando se aplica a un laminado tridimensional de gran área compuesto por miembros de pared gruesa. En comparación con esto, existe una técnica conocida de alta productividad llamada conformación en caliente, que procesa una pila de capas preimpregnadas planas en una forma tridimensional en un solo golpe (por ejemplo, ver documento de patente 2). Sin embargo, esto tiene la desventaja de la aparición de arrugas y puentes (reforzado por fibras) atribuido a la deformabilidad insuficiente del preimpregnado durante la etapa de formación, lo que conduce a una disminución en el rendimiento del material plástico reforzado con fibra. Las capas preimpregnadas en la pila se vuelven más delgadas a medida que se solidifican en material plástico reforzado con fibra. Por consiguiente, las capas preimpregnadas formadas en una parte donde la forma se deforma, por ejemplo, una parte curvada, experimentan una diferencia en la longitud circunferencial entre la parte superior y la parte inferior del laminado preimpregnado durante la etapa de solidificación. Debido a que el laminado preimpregnado está formado por fibras de refuerzo continuo que tienen poca capacidad de estiramiento, se puede producir una formación deficiente debido al arrugado como resultado del pandeo para eliminar la diferencia en la longitud circunferencial o el puente como resultado de una conformidad insuficiente con la deseada. La presión de moldeo no alcanzará de manera efectiva las fibras ubicadas inmediatamente debajo de la parte puenteada, lo que llevará fácilmente a la generación de vacíos. Dicha generación de vacíos puede ser un problema más serio en los procesos de moldeo a baja presión, como el moldeo en horno, que utiliza una bomba de vacío como medio de compresión.

Documentos de la técnica anterior

Documentos de patente

Documento de patente 1: Patente japonesa No. 1575158

Documento de patente 2: Publicación de patente japonesa no examinada (kokai) No. 2001-38752

Resumen de la invención

Problemas a ser resueltos por la invención

En vista de dicha tecnología de anterior, un objeto de la presente invención es proporcionar un material de base intermedio que muestre alta manejabilidad y una alta conformidad de la forma a formas complicadas cuando se utiliza para formar o moldear un material de base intermedia bidimensional similar a lámina en una forma tridimensional mediante técnicas de conformado en caliente u otras, y que sirven para producir un material plástico reforzado con fibra que sufre de defectos de moldeo poco significativos, como arrugas y vacíos, que reducen la resistencia de los miembros incluso cuando se utiliza una técnica de moldeo a baja presión útil para moldear miembros grandes con inversión en equipos pequeños, lo que lleva a un gran rendimiento, buenas características mecánicas y alta calidad

de la superficie, y proporciona un método que utiliza tal material de base intermedia para producir materiales plásticos reforzados con fibra.

Medios para resolver los problemas.

La presente invención adopta las siguientes medidas para resolver estos problemas. La presente invención se refiere a un preimpregnado que incluye una capa que contiene fibra de refuerzo impregnada con una composición de resina, siendo el preimpregnado un preimpregnado de incisión que tiene una pluralidad de incisiones, formadas al menos parcialmente de fibras de refuerzo con una longitud de fibra (indicada como L) de 10 a 300 mm, y con un contenido de fibra de refuerzo por volumen Vf en el rango de 45% a 65%.

Efecto ventajoso de la invención.

La presente invención sirve para proporcionar un material de base intermedia formado por un plástico reforzado con fibra que tiene una alta formabilidad en una forma tridimensional y una alta resistencia en el moldeo para deprimir la generación de defectos de moldeo que pueden causar una disminución en la resistencia de miembros

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra un esquema conceptual de una sección transversal típica de preimpregnado de incisión de acuerdo con la presente invención.

La figura 2 muestra un esquema conceptual de un patrón de corte típico de preimpregnado de incisión de acuerdo con la presente invención.

La figura 3 muestra un esquema conceptual de un patrón de corte típico de preimpregnado de incisión de acuerdo con la presente invención.

La figura 4 muestra un esquema conceptual de un patrón de corte típico de preimpregnado de incisión de acuerdo con la presente invención.

La figura 5 muestra un esquema conceptual de un patrón de corte típico de preimpregnado de incisión de acuerdo con la presente invención.

La figura 6 muestra un esquema conceptual de un patrón de corte típico de preimpregnado de incisión de acuerdo con la presente invención.

La figura 7 muestra un esquema conceptual de un material plástico reforzado con fibra típico utilizando preimpregnado de incisión de acuerdo con la presente invención.

La figura 8 muestra un esquema conceptual que ilustra la relación posicional entre la hoja y el soporte tipo cinta durante el proceso de producción de la lámina de preimpregnado de incisión de acuerdo con la presente invención.

Descripción de las realizaciones preferidas

Con el objetivo de proporcionar un material de base intermedio que tenga una gran capacidad de conformación en una forma tridimensional y es poco probable que genere vacíos, incluso en un proceso de moldeo a baja presión, y sirve para producir molduras (material plástico reforzado con fibra) que tienen buenas características mecánicas, una baja variación allí, y una alta calidad de la superficie, Los presentes inventores han hecho estudios intensivos y han encontrado que el problema se puede resolver al hacer una pluralidad de incisiones, formando también una trayectoria de desaireación en una dirección de antiplano y aplicar fibras de refuerzo discontinuas que actúan para aumentar la conformidad con una forma tridimensional para evitar el puente, deprimiendo de esta manera la generación de arrugas y vacíos.

Específicamente, es un preimpregnado que incluye una capa que contiene fibra de refuerzo impregnada con una composición de resina, el preimpregnado es un preimpregnado de incisión que tiene una pluralidad de incisiones, al menos parcialmente formadas por fibras de refuerzo con una longitud (L) de fibra de 10 a 300 mm, y que tiene un contenido de fibra de refuerzo por volumen Vf e el rango de 45% a 65%.

Si se moldea un laminado preimpregnado en forma de una pila de una pluralidad de capas preimpregnadas después de formar una forma tridimensional, se produce una diferencia en la circunferencia entre las superficies superior e inferior en una parte curvada, como una esquina curva, debido a que el grosor del material plástico reforzado con fibra moldeada es más pequeño que el laminado preimpregnado. Si la fibra de refuerzo en el preimpregnado está constituida solo por fibras continuas, el preimpregnado no puede estirarse en la dirección de la fibra de refuerzo y, por lo tanto, puede formarse un puente cerca de la superficie tensada, es decir, la superficie superior o inferior para eliminar la diferencia en la circunferencia, moviendo el eje neutral de doblez hacia la superficie tensada. Por consiguiente, es muy

probable que una carga de compresión se aplique casi sobre toda la superficie del laminado preimpregnado y que se tuerzan una pluralidad de capas para originar arrugas. Además, las fibras de refuerzo ubicadas inmediatamente debajo de la parte donde se forman los puentes soportan la carga durante el proceso de moldeo y, por lo tanto, la presión no se transfiere de manera eficiente, lo que permite que se generen vacíos fácilmente. Esta tendencia es más notable en los procesos de moldeo a baja presión, tal como el procedimiento de autoclave y el moldeo en horno, que utiliza una bomba de vacío solo como medio de compresión que, en los procesos de moldeo a alta presión, como el moldeo a presión.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona una pluralidad de incisiones para asegurar un canal de flujo de gas en la dirección del antiplano durante el moldeo y hacer que las fibras de refuerzo sean discontinuas para permitir que el material preimpregnado se estire en la dirección de la fibra, y esto evita que se produzcan puentes durante el moldeo de las partes curvadas del laminado preimpregnado, lo que lleva a una disminución del número de arrugas y vacíos. Aquí, el grado de estiramiento del preimpregnado de incisión en la dirección de la fibra durante el proceso de moldeo puede evaluarse sobre la base de la tasa de extensión del preimpregnado de incisión en el proceso de moldeo descrito más adelante. Independientemente del tamaño de las molduras, las incisiones permiten la desaireación en la dirección del antiplano, es decir, a través de la trayectoria más corta y, por lo tanto, pueden controlarse positivamente al proporcionar incisiones según sea necesario, por ejemplo, solo en una parte donde se desea la desaireación, tal como la parte cóncava donde la presión no funciona efectivamente.

Si las fibras de refuerzo cortadas por las incisiones tienen longitudes de fibra L de 300 mm o menos, esto sirve para asegurar un número requerido de trayectorias de desaireación para el gas en la dirección del antiplano durante el proceso de moldeo y también funciona de manera efectiva para deprimir el puente. Si L es de 10 mm o más, las incisiones están más alejadas entre sí y un material plástico reforzado con fibra moldeado a partir de un preimpregnado de incisión de este tipo tendrá una alta resistencia porque las grietas no se unirán fácilmente cuando se aplica una carga. En vista de la relación entre la conformidad de la forma durante el proceso de moldeo, el efecto de deprimir defectos de moldeo tales como vacíos, etc., y las características mecánicas del material plástico reforzado con fibra moldeada, la longitud L de fibra de las fibras de refuerzo cortadas por las incisiones está más preferiblemente en el rango de 20 a 300 mm. La longitud L de fibra se refiere a la longitud de un segmento de fibra de refuerzo cortado por una incisión arbitraria y una incisión más cercana en la dirección de la fibra de refuerzo (incisión asociada) como se ilustra en las Figuras 2 a 6. Debido a que pueden producirse escapes de fibras de refuerzo al hacer una incisión, en algunos casos se pueden hacer incisiones largas de manera intencional, dando como resultado fibras de refuerzo que tienen una longitud de fibra más corta que la longitud L de fibra de la mayoría de las fibras de refuerzo, pero tales fibras representan preferiblemente el 5% o menos.

Es preferible que la pluralidad de incisiones se corresponda con las posiciones donde se produce una gran deformación de la forma en el laminado preimpregnado formado en una forma tridimensional.

El control del contenido por volumen de la fibra de refuerzo Vf al 65% o menos provoca el deslizamiento de las fibras de refuerzo cerca de las incisiones, deprime la formación de puentes, y garantiza la conformidad de la forma y el efecto de la eliminación de defectos de moldeado, tales como vacíos. Desde tal punto de vista, Vf es más preferiblemente 60% o menos. Además, una Vf más pequeña deprime el puente de manera más efectiva, pero una Vf de menos del 45% dificulta asegurar las buenas características mecánicas requeridas para los miembros estructurales. Desde tal punto de vista, Vf es más preferiblemente 55% o más. El contenido por volumen de las fibras de refuerzo Vf se puede determinar a partir de imágenes de microscopio óptico procesadas de un preimpregnado curado mediante el procedimiento descrito en el Ejemplo 1.

Para la presente invención, es preferible que las fibras de refuerzo en un preimpregnado de incisión estén parcialmente impregnadas con una composición de resina (o parcialmente sin impregnar) para mejorar aún más el rendimiento de desaireación durante el proceso de moldeo. Específicamente, como se ilustra en la figura 1, dicho preimpregnado está compuesto principalmente por una primera capa de fibras de refuerzo y una segunda capa que contiene fibras de refuerzo impregnadas con una composición de resina. El uso de un preimpregnado de incisión en el que las fibras de refuerzo están parcialmente impregnadas con una composición de resina permite que las partes que contienen fibras de refuerzo no impregnadas en el preimpregnado actúen como canales de flujo en el plano que ayudan al aire confinado entre las capas del preimpregnado de incisión durante la etapa de laminación y gases tales como componentes volátiles del preimpregnado de incisión, que se descargarán fuera del preimpregnado de incisión (los canales de flujo para tales gases se denominan trayectorias de desaireación). Por otro lado, si la tasa de impregnación es demasiado baja, la separación entre las fibras de refuerzo y la composición de la resina puede ocurrir y el preimpregnado de incisión se puede dividir en dos en una parte no impregnada durante la etapa de laminación del preimpregnado de incisión en algunos casos, lo que lleva a una menor capacidad de trabajo o los vacíos pueden dejarse en algunos casos si el tiempo de impregnación no es lo suficientemente largo en el proceso de moldeo. Por consiguiente, la tasa de impregnación es preferiblemente del 10% al 90%. Desde tal punto de vista, un límite superior preferible de la tasa impregnada es del 70%, y un límite superior más preferible es del 50%, mientras que un límite inferior preferible de la tasa impregnada es del 20%. Cuando se adopta una resina termoestable, la primera capa y la segunda capa en el preimpregnado de incisión y la tasa de impregnación de la composición de resina pueden examinarse curando gradualmente el preimpregnado de incisión a una temperatura baja donde no se produce flujo de resina y observando una sección transversal del preimpregnado curado por microscopía, mientras que, en el caso de

una resina termoplástica, la observación de una sección transversal se realiza a temperatura ambiente. Cada segunda capa está impregnada con resina desde la superficie hacia el interior del preimpregnado de incisión, mientras que la primera capa, que está ubicada entre las segundas capas, está libre de impregnación de resina. La tasa de impregnación de la composición de resina se calcula como la proporción de la sección transversal de las fibras de refuerzo impregnadas con una composición de resina termoestable a la sección transversal total de la fibra de refuerzo. Dado que la desaireación durante el proceso de moldeo generalmente tiende a ser más difícil a medida que aumenta el tamaño de las molduras, se prefiere el uso de un preimpregnado de incisión con una tasa de impregnación controlada porque la fracción vacía se puede reducir fácilmente combinando las trayectorias de desaireación en el plano con las trayectorias de desaireación de antiplano producidas por las incisiones.

Para la presente invención, es preferible que se proporcione una segunda capa que contenga fibras de refuerzo impregnadas con una composición de resina en cada superficie de la primera capa formada de fibras de refuerzo. La existencia de resina en ambas superficies durante el paso de laminación fija las capas preimpregnadas fácilmente.

Adicionalmente, de acuerdo con una realización preferida de la presente invención, una segunda capa incluye una capa de tipo A formada por fibras de refuerzo impregnadas con una composición de resina termoestable y una capa de tipo B que contiene partículas o fibras de una resina termoplástica, y la capa de tipo B se enfrenta a una superficie del preimpregnado de incisión. Aquí, la capa de tipo B no necesariamente puede contener fibras de refuerzo siempre que la segunda capa en su conjunto contenga fibras de refuerzo impregnadas con una composición de resina. Por lo tanto, la realización incluye un caso donde la capa de tipo B consiste únicamente en una composición de resina termoestable y partículas o fibras de una resina termoplástica. Se prefiere el uso de una resina termoestable porque no solo generalmente tiene una viscosidad más baja que las resinas termoplásticas y puede penetrar fácilmente en las fibras de refuerzo, sino que también puede moldearse a temperaturas más bajas y requiere menos inversión en equipos de moldeo. En el material plástico reforzado con fibra producido por laminado y moldeado de capas preimpregnadas, de acuerdo con la constitución anterior, la capa de tipo B forma una intercapa de resina entre las capas de fibra de refuerzo en cada capa. Como resultado, las grietas son guiadas hacia la intercapa de resina flexible cuando se aplica una carga de impacto antiplano, y la existencia de una resina termoplástica funciona para aumentar la ductilidad y deprimir la separación de la capa, que sirve de esta manera para asegurar una alta resistencia a la compresión residual después del impacto del antiplano. Por lo tanto, el material es adecuado para estructuras principales de aeronaves y similares que requieren alta seguridad. Solo es necesario que las incisiones corten las fibras de refuerzo, y puedan penetrar a través de todo el preimpregnado en la dirección del grosor o penetrar solo a través de la primera capa y la capa tipo A en la segunda capa.

Además, el preimpregnado de incisión es preferiblemente tal que cuando una superficie del preimpregnado de incisión se pone en contacto con agua a una presión de 10 cm de columna de agua o menos a temperatura ambiente, el agua comienza a purgarse de la otra superficie en un minuto. La efectividad de las incisiones que funcionan como trayectorias de desaireación se puede determinar observando si un líquido de baja viscosidad, como el agua, se purga incluso bajo una ligera diferencia de presión. Un procedimiento típico es el siguiente. Específicamente, un vaso con una profundidad de 10 cm o menos se llena con agua y un preimpregnado de incisión se coloca en la parte superior de manera hermética, seguido de voltear el vaso boca abajo. Si un pedazo de tela de color oscuro o similar que cambia de color cuando el agua se purga se coloca en la superficie del preimpregnado de incisión de antemano, se puede realizar una evaluación al determinar si el agua se purga en un minuto. Nótese que para la presente invención la temperatura ambiente es de 25°C.

Además, el preimpregnado de incisión de acuerdo con la presente invención es preferiblemente un preimpregnado de incisión en el que el espesor (A) de un laminado preimpregnado de incisión formado al laminar capas de preimpregnado de incisión por el procedimiento descrito a continuación es mayor en un 5% a 50% que el espesor (B) del material plástico reforzado con fibra formado por calentamiento y solidificación del laminado preimpregnado de incisión (en lo sucesivo, el porcentaje de la diferencia entre el grosor (A) y el grosor (B) al grosor (B), a saber, (A−B)/B × 100, se denomina cambio de espesor). En un método para formar un laminado preimpregnado de incisión, se combinan un molde de un solo lado y una película de bolsa para formar un espacio cerrado y se coloca un laminado de capas de preimpregnado de incisión apiladas en el espacio cerrado, seguido de la evacuación del espacio cerrado a temperatura ambiente, por lo que el laminado de capas de preimpregnado de incisión apiladas se comprime por la diferencia de presión con respecto a la presión atmosférica. La diferencia entre el grosor del laminado de preimpregnado de incisión y el del material plástico reforzado con fibra producido por calentamiento y solidificación del primero se atribuye a los espacios internos, y el cambio en el espesor es pequeño cuando quedan espacios internos significativos en el material plástico reforzado con fibra. después de la etapa de calentamiento y solidificación, mientras que el cambio en el espesor es grande cuando no quedan vacíos internos. Durante el proceso de moldeo, los gases como el aire y los componentes volátiles del preimpregnado se eliminan a través de estos vacíos internos para permitir que las fibras de refuerzo se impregnen con resina, mientras que los vacíos internos se reducen por compresión y, por lo tanto, el cambio de espesor puede servir como un indicador de la facilidad de desaireación durante el proceso de moldeo. Si el laminado de preimpregnado de incisión no contiene vacíos internos de un tamaño apropiado, los gases no se eliminarán en el proceso de moldeo y se dejarán vacíos en las molduras finales, mientras que, por otro lado, si los vacíos internos en el laminado preimpregnado de incisión son demasiado grandes, la impregnación de la resina puede no proceder completamente durante la etapa de moldeo o, en un laminado de preimpregnado de incisión curvo, los espacios internos excesivamente grandes causarán una diferencia de circunferencia excesivamente grande

entre las superficies superior e inferior, lo que lleva a arrugas, vacíos y similares . Por lo tanto, el cambio en el espesor es preferiblemente del 5% al 50%, más preferiblemente del 15% al 30%.

Además, el material de preimpregnado de incisión es preferiblemente tal que las partes curvadas de un material plástico reforzado con fibra producidas aplicando una técnica de formación de superficie curvada como se describe a continuación a una pila de 16 a 32 capas de preimpregnado de incisión están sustancialmente libres de vacíos.

(Formación de superficie curva)

Se forma un espacio cerrado entre una cavidad hembra que tiene una superficie curva con un radio de curvatura de 10 mm y una película de bolsa y un laminado de 16 a 32 capas de preimpregnado de incisión se colocan en el espacio cerrado, seguido de la evacuación del espacio cerrado para que el laminado de preimpregnado de incisión se comprime por la diferencia de presión con respecto a la presión atmosférica. En este paso, el calentamiento se realiza simultáneamente para solidificar el laminado para formar un material plástico reforzado con fibra.

Se puede producir una importante formación de vacíos si se logra la formación presionando un preimpregnado contra la pared de la cavidad porque la presión en la superficie curva es menor que en los planos y, además, la presión aplicada puede ser inevitablemente pequeña cuando la formación se realiza mediante una diferencia de presión de la presión atmosférica producida por una bomba de vacío. En particular, cuando de 16 a 32 capas se apilan y forman una forma con un radio de curvatura de 10 mm o menos, puede ser difícil deprimir la generación de vacíos si las incisiones eliminan la diferencia en la circunferencia entre las superficies superior e inferior en un laminado de preimpregnado de incisión no está disponible en combinación con trayectorias de desaireación de antiplano por incisiones y trayectorias de desaireación en el plano en las partes no impregnadas que trabajan para la desaireación. Para esta evaluación, una prueba de conformado de superficie curva se debe realizar preferiblemente con laminados de 24 capas desde el punto de vista del equilibrio entre la precisión de la evaluación y la trabajabilidad de la laminación. Para determinar la fracción de vacíos, se pulió una sección transversal de un material plástico reforzado con fibra y se observó mediante microscopía óptica, y se usaron datos binarizados para calcular la proporción del área de vacíos con respecto a la sección transversal del material plástico reforzado con fibra. Para la presente invención, estar sustancialmente libre de vacíos significa una fracción de vacío de 0.1% o menos.

Es preferible que al menos algunas partes del preimpregnado de incisión de acuerdo con la presente invención tengan una pluralidad de incisiones discontinuas que crucen las fibras de refuerzo, y cuando se proyectan en la dirección perpendicular a las fibras de refuerzo en el plano del preimpregnado de incisión, las incisiones preferiblemente tienen longitudes proyectadas Ws de 30 μm a 1.5 mm. Desde el punto de vista de la conformabilidad, también es preferible que, en cualquier región rodeada en la dirección de la longitud de la fibra de refuerzo por incisiones discontinuas, sustancialmente todas las fibras de refuerzo sean cortadas por las incisiones. Aquí se define que en un estado en el que prácticamente todas las fibras de refuerzo se cortan por incisiones, las fibras de refuerzo sin incisión representan el 5% o menos (en adelante, lo mismo). Si todas las fibras de refuerzo se cortan por pares de incisiones en segmentos con una longitud predeterminada o menos, esto garantiza la conformidad con una forma tridimensional y evita la formación de puentes. Es probable que un valor de Ws más pequeño conduzca a una disminución en el número de segmentos de fibra de refuerzo cortados en una incisión para asegurar una mayor resistencia. En particular, se espera que un Ws de 1.5 mm o menos asegure un gran aumento en la resistencia. Si Ws es inferior a 30 μm, por otro lado, será difícil controlar las posiciones de las incisiones y también será difícil que todas las fibras de refuerzo se corten por pares de incisión a una longitud predeterminada o menos, lo que posiblemente conduzca a un puente durante el. Proceso de moldeo. Aquí, “la longitud proyectada Ws de una incisión proyectada en la dirección perpendicular a las fibras de refuerzo” es la longitud de una incisión proyectada en la dirección perpendicular (dirección 5 de orientación de la fibra) en el plano del preimpregnado de incisión a un plano de proyección que está en la dirección perpendicular (dirección 6 perpendicular de la fibra) a las fibras de refuerzo como se ilustra en las Figuras 2, 4, 5 y 6.

Para el preimpregnado de incisión de acuerdo con la presente invención, el valor absoluto de θ, que es el ángulo entre las incisiones y las fibras de refuerzo, es preferiblemente de 2° a 25°. En el caso de incisiones continuas como se ilustra en la figura 3, la longitud de la fibra L se puede controlar a un valor constante para garantizar la reducción en la variación de las características mecánicas y la conformidad de la forma tridimensional. En el caso de incisiones discontinuas como se ilustra en las Figuras 4 a 6, donde las incisiones son en dirección oblicua, la longitud proyectada Ws es menor que la longitud de la incisión Y y, por lo tanto, se pueden hacer incisiones muy pequeñas de 1.5 mm o menos de manera estable en un proceso industrial. Si se hacen incisiones continuas, las capas de preimpregnado no se perderán fácilmente en el paso de la laminación, lo que permitirá que el preimpregnado tenga una gran manejabilidad. En particular, las características mecánicas, la resistencia a la tracción, entre otras, mejorarán considerablemente si el valor absoluto de θ es de 25° o menos y, desde este punto de vista, el valor absoluto de θ es más preferiblemente de 15° o menos. Si el valor absoluto de θ es menor que 2°, por otro lado, será difícil hacer incisiones de forma estable. Específicamente, a medida que el ángulo de las incisiones de las fibras de refuerzo disminuye, las fibras de refuerzo tienden a escapar fácilmente de la cuchilla cuando hacen incisiones. En la Figura 4, por ejemplo, la distancia mínima entre las líneas de incisiones, 11s, disminuye, lo que hace que sea más difícil hacer incisiones mientras se mantiene una alta precisión de posicionamiento para las incisiones. Desde tal punto de vista, el valor absoluto de θ es preferiblemente de 5° o más.

Para el preimpregnado de incisión, un patrón de corte preferible contiene una pluralidad de incisiones discontinuas que cruzan las fibras de refuerzo al menos en una parte del preimpregnado de incisión como se ilustra en la figura 4, donde las incisiones discontinuas tienen forma lineal y paralelas entre sí para formar líneas, 11, con una distancia X de 1 a 5 mm entre ellas. En el caso donde todos los segmentos de fibra tienen la misma longitud L, la distancia mínima entre incisiones se maximiza cuando las incisiones lineales se realizan en la misma dirección. Además, las incisiones se pueden hacer moviendo una cuchilla de perforación redonda de tipo rotatorio a lo largo de una línea recta o aplicando un rayo láser pulsado desde el equipo de procesamiento láser a lo largo de una línea recta a alta velocidad para hacer incisiones de acuerdo con la periodicidad del pulso, asegurando así una alta productividad de incisión.

Para el preimpregnado de incisión, de acuerdo con la presente invención, otro patrón de corte preferible contiene una pluralidad de incisiones discontinuas que cruzan las fibras de refuerzo al menos en una parte del preimpregnado de incisión como se ilustra en la figura 5, donde las incisiones discontinuas tienen una forma lineal, todas las incisiones tienen un valor θ absoluto sustancialmente igual, y aproximadamente la mitad de las incisiones tienen un ángulo del signo positivo/negativo opuesto al de la otra mitad. Aquí, “un valor θ absoluto sustancialmente igual” significa que la variación en el ángulo está dentro de ±1°, y “aproximadamente la mitad” significa una proporción porcentual de 45% a 55% por número (en adelante, lo mismo). Si las capas de incisión tienen incisiones oblicuas alineadas en la misma dirección cuando están preparadas, estarán en diferentes direcciones cuando miren desde un lado o desde el otro lado en la etapa de laminación de la capa de incisión, incluso si la dirección de la fibra es la misma en todas las capas preimpregnadas. El proceso de producción de material plástico reforzado con fibra, por lo tanto, puede requerir una operación adicional para controlar el procedimiento de laminación de modo que las incisiones estén siempre en la misma dirección o en que la mitad de las capas tengan la misma dirección de la fibra y una dirección de incisión diferente a la otra mitad. Por lo tanto, si la mitad de las incisiones y los restos en un patrón de corte tienen un ángulo de inclinación positivo o negativo desde la dirección de la fibra, respectivamente, con un valor de ángulo absoluto sustancialmente igual, la laminación puede llevarse a cabo mediante el mismo procedimiento que para los preimpregnados de fibra continuos normales.

En una realización preferida del preimpregnado de incisión, de acuerdo con la presente invención, se ilustra una incisión A seleccionada aleatoriamente como se ilustra en la figura 5, tiene incisiones vecinas de las cuales cuatro o más incisiones, C, tienen un ángulo θ que es diferente en el signo de la incisión A, pero tiene una distancia mínima más pequeña desde la incisión A que la incisión B que está más cerca de la incisión A entre aquellas que tienen un ángulo θ del mismo signo. Cuando se forma de conformidad con una forma tridimensional, el movimiento de la fibra termina alrededor de las incisiones en un preimpregnado, depende de la relación con el ángulo de incisión y la dirección de la fibra y, en consecuencia, la isotropía en el plano en productos moldeados vista desde un punto macroscópico de vista, está garantizada por el hecho de que las incisiones adyacentes entre sí tienen una forma idéntica y se extienden en direcciones opuestas.

Para el preimpregnado de incisión de acuerdo con la presente invención, otra realización preferida contiene una pluralidad de incisiones discontinuas que cruzan las fibras de refuerzo al menos en una parte del preimpregnado de incisión como se ilustra en la figura 6, donde las incisiones discontinuas tienen una forma lineal y tienen una longitud Y sustancialmente igual y la distancia mínima entre las incisiones adyacentes entre sí es más larga que la longitud Y de la incisión. Aquí, “Una longitud sustancialmente igual” significa que la variación en la longitud está dentro de ± 5% (en adelante lo mismo). Desde el punto de vista de las características mecánicas, un material plástico reforzado con fibra se destruye cuando las incisiones, es decir, los puntos de discontinuidad de las fibras se conectan entre sí por grietas. Un patrón de corte en el que las incisiones están alejadas unas de otras en direcciones en el plano, sirve al menos para deprimir la conexión de las grietas ubicadas en el mismo plano, lo que mejora la resistencia.

El preimpregnado de incisión contiene una pluralidad de incisiones discontinuas que cruzan las fibras de refuerzo al menos en una parte del preimpregnado de incisión donde las incisiones discontinuas tienen forma lineal y tienen una longitud Y sustancialmente igual y la distancia entre las incisiones adyacentes en la misma línea es más de tres veces más larga que la Y. Cuando las incisiones se ubican en la misma línea recta, es probable que el daño atribuido a las incisiones ocurra en la extensión de las incisiones y, en consecuencia, las grietas más cercanas entre sí están más conectadas fácilmente. Por lo tanto, la conexión de grietas se deprime y la resistencia se mejora al maximizar la distancia entre las incisiones en la misma línea recta. Si se realizan incisiones discontinuas a lo largo de una línea recta con distancias cortas entre ellas, es más probable que las incisiones en el producto moldeado final se reconozcan como un patrón de segmentos de línea discontinuos, mientras que, si hay grandes distancias entre las incisiones, es menos probable para ser reconocido como un patrón, lo que lleva a una buena calidad de la superficie. Aquí, para la presente invención, “La existencia de incisiones ubicadas en la misma línea recta” significa que el ángulo entre la línea recta dibujada extendiendo las incisiones y el trazado conectando los puntos más cercanos entre las incisiones particulares es de 2° o menos.

El preimpregnado de incisión, de acuerdo con la presente invención, se fija preferiblemente en contacto cercano con un soporte similar a una cinta. Aquí, una combinación de un preimpregnado de incisión y un soporte similar a una cinta unidos estrechamente a al menos una superficie del mismo se denomina lámina de preimpregnado de incisión. Específicamente, la lámina de preimpregnado de incisión incluye un preimpregnado de incisión laminado con un soporte A similar a cinta en contacto con una de sus superficies, el soporte A similar a cinta también tiene incisiones en la región del 5% al 75% de la superficie en contacto con el preimpregnado de incisión, las incisiones que continúan

desde las incisiones correspondientes en el preimpregnado de incisión. Aquí, el soporte similar a una cinta puede ser papel como papel kraft, película de polímero como de polietileno y polipropileno, o lámina metálica como de aluminio, y su superficie puede estar cubierta con un agente de liberación basado en silicona o teflón (marca registrada) o deposición de metal para mejorar el desprendimiento de la resina. Como se ilustra en la figura 8, es preferible que cada incisión se realice, utilizando la llamada técnica de medio corte para no pasar a través del soporte A similar a cinta en la dirección del grosor después de pasar a través del preimpregnado para permitir que el soporte A similar a cinta agarre el preimpregnado de incisión. Esto permite que el soporte A similar a cinta funcione para prevenir la deformación del preimpregnado de incisión, incluso cuando tiene muchas incisiones, lo que lleva a una gran mejora en la manejabilidad del preimpregnado de incisión. En este caso, el grado de penetración del extremo de la cuchilla en el preimpregnado es preferiblemente del 5% al 75%, más preferiblemente del 10% al 50%, en la dirección del grosor del soporte A similar a cinta para que la cuchilla pueda funcionar efectivamente sin dejar incisiones incompletas incluso cuando se usan después del corte repetido y que el soporte A similar a cinta pueda mantener la dureza necesaria para sujetar el preimpregnado de incisión.

Otra realización de la lámina de preimpregnado de incisión de acuerdo con la presente invención es una lámina de preimpregnado de incisión que incluye un preimpregnado de incisión laminado con un soporte B similar a cinta en contacto con su superficie que no está cubierta con el soporte A similar a cinta, en la que el soporte B similar a cinta contiene incisiones que penetran a través del mismo en la dirección del grosor y continúan hasta las incisiones correspondientes en el preimpregnado de incisión. Cuando el material preimpregnado es de una resina termoestable con una alta adherencia, la existencia de un soporte B similar a cinta entre la hoja y el material preimpregnado en el paso de formación de incisión sirve para controlar la adhesión del material preimpregnado a la hoja y evita la fusión entre las láminas preimpregnadas en el paso de enrollado de la lámina preimpregnada. Esta realización es particularmente preferida para una lámina de preimpregnado de incisión en la que las incisiones están significativamente alejadas entre sí. En los patrones de corte mostrados en las figuras 3, 4 y 5, por ejemplo, cuando las incisiones son continuas o las incisiones están cerca unas de otras, el soporte B similar a cinta puede rasgarse a medida que se retira, lo que conduce a una mala manipulación del material preimpregnado de incisión, mientras que el soporte B similar a cinta se puede quitar sin rasgarse si las incisiones están significativamente alejadas entre sí en un patrón de corte como se muestra en la figura 6. Las incisiones de coexistencia con ángulos positivos y negativos también funcionan para deprimir la unión de fracturas porque ellas tiran el soporte B similar a cinta en diferentes direcciones. Además, el soporte similar a una cinta unido al lado de la incisión de un preimpregnado puede desecharse después del paso de incisión, seguido al unir un nuevo soporte similar a cinta para evitar la adhesión entre las láminas preimpregnadas durante el paso de enrollado de la lámina de preimpregnado, pero esto requiere la operación de adjuntar un nuevo soporte similar a cinta e incurrir en un coste mayor.

La fibra de refuerzo a ser utilizada en la presente invención puede ser fibra de vidrio, fibra Kevlar, fibra de carbono, fibra de grafito, fibra de boro o similares. De estos, la fibra de carbono es preferible desde el punto de vista de la fuerza específica y el módulo específico. Los ejemplos de materiales de fibra de refuerzo con diferentes formas y orientaciones incluyen fibras largas alineadas en una dirección, telas tejidas bidireccionales, telas tejidas poliaxiales, materiales de tela no tejida, esteras, telas de punto y cordones trenzados. Cualquiera de estos puede seleccionarse según el propósito y el campo de aplicación. En particular, aquellas en las que las fibras se alinean en una dirección son preferibles porque el relleno de las fibras es eficiente para garantizar una Vf mejorado, lo que permite que las características mecánicas se muestren en un grado muy alto.

La composición de resina que se utilizará para impregnar la segunda capa para la presente invención, puede ser de una resina termoplástica o una resina termoestable. Ejemplos de la resina termoplástica incluyen, por ejemplo, poliamida (PA), poliacetal, poliacrilato, polisulfona, ABS, poliéster, acrílico, polibutileno tereftalato (PBT), policarbonato (PC), polietileno tereftalato (PET), polietileno, polipropileno, polienileno sulfuro (PPS), poliéter éter cetona (PEEK), polieterimida (PEI), poliéter cetona cetona (PEKK), polímeros de cristal líquido, cloruro de polivinilo, politetrafluoroetileno, otras resinas a base de flúor y silicona. En particular, PA, PPS, PEEK, PEI y PEKK son preferibles en vista de la adhesividad a la fibra de refuerzo y las características mecánicas como resina de matriz. De estos, PEEK y PEKK son preferibles cuando se requieren materiales plásticos reforzados con fibra con buenas características mecánicas, y son preferibles PA y PPS cuando se busca un coste reducido.

No hay limitaciones específicas sobre el tipo de resina termoestable siempre que la resina utilizada pueda sufrir una reacción de reticulación cuando se calienta para formar una estructura reticulada al menos parcialmente tridimensional. Los ejemplos de dicha resina termoestable incluyen resina de poliéster insaturado, resina de éster vinílico, resina epoxi, resina de benzoxazina, resina de fenol, resina de urea, resina de melamina y resina de poliimida. También se pueden usar formas modificadas de estas resinas y mezclas de dos o más de las mismas. Además, estas resinas termoestables pueden ser autocurables por calentamiento o pueden contener un agente de curado, un acelerador de curado o similares.

De estas resinas termoestables, la resina epoxi se usa favorablemente debido a que tiene un buen equilibrio entre resistencia al calor, características dinámicas y adhesividad a la fibra de carbono. En particular, se prefieren aquellas resinas epoxídicas producidas a partir de una amina, un fenol o un compuesto que tiene un doble enlace carbono-carbono usado como precursor. Específicamente, los ejemplos preferibles incluyen resinas epoxi de tipo aminofenol, resinas epoxi de tipo glicidil anilina y resinas epoxi de tipo tetraglicidilamina que se producen a partir de aminas como

precursores. Las resinas epoxídicas de tipo glicidil amina incluyen modificaciones tales como tetraglicidil diaminodifenilo, triglicidil-p-aminofenol y triglicidil aminocreosol. El uso de una resina epoxi de tipo tetraglicidil amina con un peso equivalente promedio de epóxido (EEW) en el rango de 100 a 115, es decir, una resina epoxi de tipo tetraglicidil amina de alta pureza, o una resina epoxi de tipo aminofenol con un promedio de EEW en el rango de 90 a 104, es decir se prefiere una resina epoxi de tipo aminofenol de alta pureza para producir un material compuesto reforzado con fibra con contenidos reducidos de componentes volátiles que pueden generar vacíos. Al ser alta en resistencia al calor, el tetraglicidil diaminodifenil metano se ha usado favorablemente como resina para materiales compuestos utilizados en miembros de estructuras de aeronaves.

Las resinas epoxídicas del tipo glicidil éter producidas a partir de fenoles utilizados como precursores también se han utilizado favorablemente como resina termoestable. Dichas resinas epoxi incluyen resinas epoxi de tipo bisfenol A, resinas epoxi de tipo bisfenol F, resinas epoxi de tipo bisfenol S, resinas epoxi de tipo fenol novolac, resinas epoxi de tipo creosol novolac y resinas epoxi de tipo resorcinol. El uso de una resina epoxi de tipo bisfenol A con un EEW promedio en el rango de 170 a 180, es decir, una resina epoxi de tipo bisfenol A de alta pureza, o una resina epoxi del tipo bisfenol F con un EEW promedio en el rango de 150 a 65, es decir, una resina epoxi tipo bisfenol F de alta pureza se prefiere para producir un material compuesto reforzado con fibra con contenidos reducidos de componentes volátiles que pueden generar vacíos.

Siendo baja en viscosidad, una resina epoxi tipo bisfenol A en estado líquido, una resina epoxi tipo bisfenol F o una resina epoxi tipo resorcinol deben usarse preferiblemente en combinación con otra resina epoxi.

Además, las resinas epoxi de tipo bisfenol A en estado sólido a temperatura ambiente (aproximadamente 25°C) generalmente forman una resina de curado que tiene una estructura con una menor densidad de reticulación, en comparación con las resinas epoxi de tipo bisfenol A que están en un estado líquido a temperatura ambiente (aproximadamente 25°C) y, en consecuencia, la resina curada tendrá menor resistencia térmica, pero mayor ductilidad. Por lo tanto, es preferible usar una combinación de una resina epoxi de tipo glicidilamina, una resina epoxi tipo bisfenol A en estado líquido y una resina epoxi de tipo bisfenol F.

Las resinas epoxi que tienen una columna de naftaleno tienden a formar una resina curada que es baja en capacidad de absorción y alta en resistencia al calor. Además, también se prefieren las resinas epoxídicas de tipo bifenilo, las resinas epoxídicas de tipo diciclopentadieno, las resinas epoxídicas de tipo fenol aralquilo y las resinas epoxídicas de tipo fenil flúor porque forman una resina curada con una capacidad de absorción baja.

Las resinas epoxídicas modificadas con uretano y las resinas epoxídicas modificadas con isocianato se pueden usar favorablemente porque dan resina curada con una alta resistencia a la fractura y un alto porcentaje de elongación.

Estas resinas epoxi se pueden usar individualmente o se pueden mezclar según sea apropiado. Se prefiere la adición de una resina epoxi bifuncional, trifuncional o de mayor funcionalidad a estas resinas, ya que proporciona tanto un preimpregnado con alta trabajabilidad y procesabilidad como un compuesto reforzado con fibra con resistencia al calor en condiciones húmedas. En particular, las combinaciones de compuestos epoxi de tipo glicidilamina y éter de glicidilo pueden desarrollar procesabilidad, resistencia al calor y resistencia al agua. Además, el uso de una mezcla de al menos una resina epoxi en estado líquido a temperatura ambiente y al menos una resina epoxi en estado sólido a temperatura ambiente es eficaz para producir un preimpregnado que tenga un grado favorable de adherencia y drapeado.

Las resinas epoxi tipo fenol novolac y las resinas epoxi tipo creosol novolak tienen una alta resistencia al calor y una baja capacidad de absorción y, en consecuencia, forman resinas curadas con alta resistencia al calor y al agua. El uso de estas resinas epóxicas tipo fenol novolac y resinas epoxi tipo creosol novolac permite ajustar la adherencia y la drapabilidad del preimpregnado al tiempo que mejora la resistencia al calor y al agua.

El agente de curado de resina epoxi a usar puede ser cualquier compuesto que tenga un grupo activo capaz de reaccionar con un grupo epoxi. Un compuesto que tiene un grupo amino, un grupo anhídrido de ácido o un grupo azida es adecuado para usar como agente de curado. Más específicamente, los ejemplos del agente de curado incluyen, por ejemplo, diciandiamida, diaminodifenil metano, diversos isómeros de diaminodifenil sulfona, ésteres de ácido aminobenzoico, diversos anhídridos de ácido, resinas de fenol novolaca, resinas de cresol novolac, compuestos de polifenol, derivados de imidazol, aminas alifáticas tetrametilguanidina, aminas añadidas a tiourea, anhídridos metilhexahidroftálico, otros anhídridos carboxílicos, hidrazidas de ácido carboxílico, amidas de ácido carboxílico, polimercaptano, complejos de trifluoruro de boro etil amina, y otros complejos de ácido de Lewis. Estos agentes de curado pueden usarse individualmente o una pluralidad de los mismos puede usarse en combinación.

El uso de una diamina aromática como agente de curado hace posible producir resina curada con alta resistencia al calor. En particular, diversos isómeros de diaminodifenil sulfona son los más preferidos debido a que se pueden obtener resinas curadas con alta resistencia al calor. La cantidad de agente de curado de diamina aromática que se añade es preferiblemente estequiométricamente equivalente, pero en algunos casos, el uso de una relación equivalente de aproximadamente 0.7 a 0.9 sirve para producir una resina curada con un alto módulo elástico.

Además, el uso de imidazol o una combinación de diciandiamida y un compuesto de urea (por ejemplo, 3-fenol-1,1-dimetilurea,3-(3-clorofenil)-1,1-dimetilurea, 3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetilurea, 2,4-tolueno bisdimetilurea, 2,6-tolueno bisdimetilurea) como agente de curado sirve para lograr una alta resistencia al calor y resistencia al agua incluso cuando se cura a una temperatura relativamente baja. Cuando se cura con un anhídrido de ácido, es posible producir una resina curada que tenga una capacidad de absorción relativamente baja en comparación con el curado con un compuesto de amina. Además, el uso de una sustancia que puede formar uno de estos agentes de curado, por ejemplo, una sustancia microencapsulada, sirve para proporcionar un preimpregnado con una mayor estabilidad de almacenamiento que, en particular, experimenta pocos cambios en la adherencia y la capacidad de caída cuando se deja reposar a temperatura ambiente.

La composición a usar puede contener estas resinas epoxi y agentes de curado, parte de los cuales pueden someterse a una reacción preliminar de antemano. En algunos casos, este método puede servir eficazmente para el ajuste de la viscosidad y la mejora de la estabilidad de almacenamiento.

Además, la composición de resina que se usa para impregnar la segunda capa puede ser una mezcla preparada dispersando partículas o fibras de una resina termoplástica en una resina termoestable o disolviendo una resina termoplástica en una resina termoestable. En general, esta resina termoplástica es preferiblemente una que contiene un enlace seleccionado del grupo que consiste en enlace carbono-carbono, enlace amida, enlace imida, enlace éster, enlace éter, enlace carbonato, enlace uretano, enlace tioéter, enlace sulfona, y enlace carbonilo, y puede ser parcialmente reticulado.

Además, la resina termoplástica puede o no tener cristalinidad. Es preferible que al menos una resina seleccionada del grupo que consiste en poliamida, policarbonato, poliacetal, óxido de polifenileno, sulfuro de polifenileno, polialilato, poliéster, poliamida-imida, poliimida, polieterimida, poliimida que tiene una estructura fenil trimetilindano, polisulfona, polietersulfona, poliéter cetona, poliéter éter cetona, poliaramida, poliéter nitrilo y polibenzimidazol se mezclan y disuelven en la resina termoestable.

Dicha resina termoplástica puede ser un polímero disponible comercialmente o un denominado oligómero que tiene un peso molecular más bajo que los polímeros disponibles comercialmente. Dicho oligómero es preferiblemente uno que tiene un grupo funcional capaz de reaccionar con una resina termoestable en un extremo molecular o en una cadena molecular.

Cuando se usa una mezcla de una resina termoestable y una resina termoplástica, en comparación con el uso de cualquiera de ellos, se puede obtener una resina base bien equilibrada porque la fragilidad de la resina termoestable se elimina por la ductilidad de la resina termoplástica mientras que la dificultad para moldear la resina termoplástica es cancelada por la resina termoestable. La relación (en partes en masa) entre la resina termoestable y la resina termoplástica es preferiblemente de 100: 2 a 100: 50, más preferiblemente en el rango de 100: 5 a 100: 35, para asegurar un buen equilibrio.

Para la presente invención, es esencial que la capa tipo B en la segunda capa contenga partículas o fibras de resina termoplástica, logrando así una alta resistencia al impacto. Las partículas y fibras de la resina termoplástica utilizadas para la presente invención pueden ser de una resina termoplástica seleccionada de la lista dada anteriormente para su uso como el componente de resina termoplástica para mezclarse con una resina termoestable. En particular, el uso de poliamida es el más preferible porque tiene una alta ductilidad y puede mejorar la resistencia al impacto. En particular, de las diversas poliamidas, nailon 12, nailon 6, nailon 11, copolímeros de nailon 6/12 y un material a base de nailon modificado parcialmente con un compuesto epoxi en una estructura de IPN (red de polímeros interpenetrantes) (nailon semi-IPN) como se describió en el Ejemplo 1 de la Publicación de Patente Japonesa no Examinada (Kokai) No. HEI 01-104624 puede realizar una adhesión de resistencia particularmente alta con resinas termoestables. Por consiguiente, se prefieren porque producen materiales compuestos reforzados con fibra que tienen una alta resistencia al pelado entre capas en la prueba de impacto de caída de peso, es decir, tienen una mayor resistencia al impacto.

Cuando se van a usar partículas de una resina termoplástica, las partículas de resina termoplástica pueden tener una forma tal como esférica, no esférica, porosa, similar a una aguja, como bigotes y similar a hojuelas, pero preferiblemente tienen una forma esférica porque de su idoneidad en la producción de materiales compuestos reforzados con fibra que pueden tener una alta resistencia al impacto por la razón que se describe a continuación. Las características de flujo de la resina termoestable no se deteriorarán, lo que garantiza una buena impregnación de la fibra de refuerzo. El grado de pelado de la intercapa causada por un impacto local (o impacto local) en la prueba de impacto de caída de peso (o prueba de impacto local) del material compuesto reforzado con fibra se reducirá aún más y, en consecuencia, cuando se aplique una tensión al material compuesto reforzado con fibra después de sufrir un impacto, la región quebradiza que contiene el pelado intercapa causado por el impacto local y actúa como un punto de inicio de la destrucción debido a la concentración de la tensión será más pequeña.

Si se van a utilizar fibras de resina termoplástica, las fibras de resina termoplástica pueden ser fibras cortas o fibras largas. Cuando se van a usar fibras cortas, dichas fibras se pueden usar de la misma manera que para las partículas descritas en la publicación de patente japonesa sin examinar (Kokai) No. HEI-02-69566 o se pueden usar después de

procesarlas en una esterilla. Cuando se utilizan fibras largas, dichas fibras pueden alinearse paralelas a la superficie del preimpregnado como se describe en la Publicación de Patente Japonesa No Examinada (Kokai) No. HEI-04-292634 o se pueden organizar al azar como se describe en la Publicación Internacional WO/94/016003. De lo contrario, las fibras pueden procesarse en una tela tejida como se describe en la Publicación de Patente Japonesa Sin Examinar (Kokai) No. HEI-02-32843 o se pueden usar en forma de un material de base tipo lámina tal como tela no tejida y tela tricotada como se describe en la publicación internacional WO/94/016003. Además, se pueden usar en forma de virutas de fibra corta, hebras cortadas, fibras molidas o telas tejidas o tricotadas producidas mediante la disposición de fibras cortas hiladas de forma paralela o aleatoria.

Para moldear el preimpregnado de incisión de acuerdo con la presente invención, un buen método es apilar una pluralidad de capas preimpregnadas que incluyen pliegues preimpregnados de incisión y someter el apilamiento a moldeo por compresión utilizando una prensa. En otro método, un laminado preimpregnado se coloca entre un molde de una sola cara y una película de bolsa para contenerlo en un espacio cerrado, que luego se evacua para producir una diferencia de presión con respecto a la presión atmosférica, de modo que el laminado preimpregnado pueda comprimirse bajo calor, seguido de una compresión y calentamiento adicionales en un autoclave, o puede solidificarse y moldearse solo por medio de una diferencia de presión con respecto a la presión atmosférica producida al usar una bomba de vacío mientras se calienta en un horno y se calienta por contacto. En particular, el material preimpregnado de incisión de acuerdo con la presente invención tiene la característica de deprimir la formación de vacíos para permitir la producción de un material plástico reforzado con fibra de alta calidad con un alto rendimiento incluso por un proceso de moldeo a baja presión y, en consecuencia, el moldeo por medio de una diferencia de presión con respecto a la presión atmosférica producida al usar una bomba de vacío debido a que hay menos restricciones en el tamaño de las molduras y un menor requerimiento de inversión inicial.

Cuando se coloca un laminado preimpregnado entre el molde de una sola cara de superficie curvada y una película de bolsa, es más preferible que las capas preimpregnadas de incisión estén ubicadas en una parte más cercana a la película de la bolsa, alejada del centro de espesor del laminado. A medida que el espesor del laminado preimpregnado disminuye por compresión y desaireación interna, la diferencia en la circunferencia cambia en las partes correspondientes a las superficies curvas y, por lo tanto, la formación de arrugas y vacíos puede reducirse como resultado de las incisiones que actúan para liberar el puente de fibras que pueden eliminar la diferencia en la circunferencia. El coeficiente de fricción entre el molde y la preimpregnación es tan alto que su posición relativa se mantiene durante la etapa de moldeo, mientras que su movimiento es relativamente fácil cerca de la película de la bolsa y, por lo tanto, la formación de arrugas y vacíos puede reducirse de manera efectiva a medida que el puente de fibra se libera mediante las incisiones ubicadas más cerca de la película de la bolsa, alejadas del eje neutro de grosor total.

Ejemplos

La presente invención ahora se ilustrará con más detalle con referencia a los ejemplos, pero debe entenderse que la invención no se considera limitada a los aspectos de la invención descritos en estos ejemplos.

Para los ejemplos, la manejabilidad de las capas preimpregnadas de incisión, la tasa de extensión del preimpregnado de incisión en el proceso de moldeo, la calidad de la superficie y las características mecánicas se midieron mediante los métodos descritos a continuación.

Manejabilidad de las láminas de preimpregnado de incisión que contienen película de polietileno como soporte B similar a cinta

Se cortó una muestra con un tamaño de 100 mm x 100 mm de una lámina de preimpregnado de incisión que tiene una película de polietileno como soporte B similar a una cinta y se pegó un trozo de cinta adhesiva en una región de 10 mm x 10 mm que contiene una esquina. La película de polietileno se retiró despegando la cinta adhesiva hacia la esquina opuesta para determinar la pelabilidad de la película de polietileno. En la Tabla 1, los resultados se muestran de acuerdo con un criterio de tres grados según el número de pasos de operación requeridos para remover completamente la película de polietileno.

Aquí, “La manejabilidad de una lámina de preimpregnado de incisión que tiene una película de polietileno como soporte B similar a cinta” se refiere simplemente como “la manejabilidad de una lámina de preimpregnado de incisión”.

A: La película de polietileno se retiró en un solo paso sin rasgar la película de polietileno a lo largo de una incisión.

B: La película de polietileno se rasgó a veces a lo largo de una incisión, y la pieza de cinta adhesiva de 10 mm x 10 mm se reemplazó una a tres veces, para lograr la eliminación completa de la película de polietileno.

C: La película de polietileno se rasgó con frecuencia a lo largo de una incisión, y la pieza de cinta adhesiva de 10 mm x 10 mm se reemplazó cuatro o más veces, para lograr la eliminación completa de la película de polietileno.

Tasa de extensión del preimpregnado de incisión durante el proceso de moldeo

Se colocó un laminado preimpregnado de incisión que tenía un tamaño de 100 mm x 100 mm y una estructura de laminación de [45/0/-45/90]2s entre placas metálicas calentadas previamente a 130°C en una prensa y una presión de 3 MPa se aplicó sobre la superficie para realizar moldeo a presión. La etapa de moldeo se realizó durante 90 minutos para asegurar el curado completo del preimpregnado de incisión, que se retiró 90 minutos después del inicio de la compresión. El área del producto moldeado extendido por moldeo a presión se dividió por el área del laminado preimpregnado de incisión antes del moldeo por presión para calcular la tasa de extensión.

Calidad de la superficie del producto moldeado por extensión

Usando capas de preimpregnado de incisión, se preparó un laminado de preimpregnado de incisión que tenía un tamaño de 300 mm x 300 mm y una estructura de laminación de [+45/0/−45/90]2s y se sometió a moldeo a presión bajo una presión de 3 MPa en una prensa utilizando un molde de 350 mm × 350 mm para producir un material plástico reforzado con fibra de 350 mm × 350 mm. Se prensó a una temperatura de 130°C, se dejó 90 minutos después de completar el paso de prensado, se sacó y se dejó reposar para enfriar a temperatura ambiente. La calidad de la superficie del material plástico reforzado con fibra moldeada se determinó mediante observación visual. En la Tabla 1, una muestra se calificó como A si estaba sustancialmente libre de incisiones visibles, calificó como B si contenía incisiones visibles, aunque contenía pocas incisiones abiertas, y calificó como C si contenía incisiones abiertas y tenía una calidad de superficie deficiente.

Características mecánicas del producto moldeado extendido

Usando capas de preimpregnado de incisión, se preparó un laminado de preimpregnado de incisión que tenía un tamaño de 300 mm x 300 mm y una estructura de laminación de [+45/0/−45/90]2s y se sometió a moldeo a presión bajo una presión de 3 MPa en una prensa utilizando un molde de 350 mm × 350 mm para producir un material plástico reforzado con fibra de 350 mm × 350 mm. Se prensó a una temperatura de 130°C, se dejó durante 90 minutos después de completar el paso de prensado, se sacó y se dejó reposar para enfriar a temperatura ambiente. Se cortó una probeta de 25 mm x 250 mm para que la dirección de 0 grados de la fibra de refuerzo coincidiera con la dirección de la longitud y se sometiera a una prueba de tracción de acuerdo con el método establecido en ASTM D3039 (2008). Las mediciones se tomaron de cinco piezas de prueba para cada categoría y el módulo de tracción promedio y la resistencia a la tracción promedio se calcularon para representar cada espécimen.

Ejemplo 1

Primero, se agregaron 13 partes en masa de PES5003P y se disolvieron en 60 partes en masa de Araldite (marca registrada) Y9655 y 40 partes en masa de Epon (marca registrada) 825 en una máquina amasadora, y luego 20 partes en masa de una resina termoplástica en la forma de partículas finas se mezcló y se amasó, luego se mezclaron 45 partes en masa de Aradur (marca registrada) 9664-1 como agente de curado y se amasaron para preparar una composición de resina termoestable.

Aquí, las partículas finas se prepararon de acuerdo con el siguiente procedimiento. Luego, 90 partes en masa de poliamida transparente (nombre comercial Grilamide (marca registrada) -TR55, fabricado por EMSER Werke), 7.5 partes en masa de una resina epoxi (nombre comercial Epikote (marca registrada) 828, fabricado por Shell Petrochemical Co., Ltd.), y se agregaron 2.5 partes en masa de un agente de curado (nombre comercial Tormide (marca registrada) #296, fabricado por Fuji Kasei Kogyo Co., Ltd.) a una mezcla de disolventes que contiene 300 partes en masa de cloroformo y 100 partes en masa de metanol para proporcionar una solución uniforme. A continuación, la solución uniforme así obtenida se atomizó con una pistola rociadora para pintar, se mezcló bien y se roció sobre la superficie del líquido de 3.000 partes en masa de n-hexano para precipitar esta solución. El material sólido precipitado se separó por filtración, se lavó bien con n-hexano y luego se secó al vacío a 100ºC durante 24 horas para proporcionar partículas esféricas de un nailon modificado con epoxi. Las partículas de nailon modificadas con epoxi se dividieron por un clasificador CCE fabricado por CCE Technologies, Inc. Las partículas finas resultantes tenían un 90% de diámetro de partícula de 28 μm y un valor de CV de 60%.

La composición de resina termoestable así preparada se extendió sobre una pieza de papel de liberación con un revestidor de cuchillas para producir dos láminas de película de resina de 52 g/m^2. Luego, las dos láminas de película de resina así preparadas se unieron a ambos lados de una lámina de fibra de carbono alineada de manera unidireccional (T800S-12K-10E) y la impregnación con la resina se llevó a cabo a una temperatura del rodillo de 100°C y una presión del rodillo de 0.07 MPa, seguido de la eliminación de una de las piezas de papel de liberación para preparar una lámina de preimpregnado unidireccional que contiene papel de liberación como un soporte A similar a cinta y que tiene una masa de fibra de carbono por unidad de área de 190 g/m^2 y una fracción de resina de matriz en masa del 35.4%. En los ejemplos (y ejemplos comparativos) que se dan a continuación, el término simple de “preimpregnado unidireccional” se refiere a uno obtenido al quitar el papel de liberación de una lámina de preimpregnado unidireccional.

La tasa de impregnación de la composición de resina termoestable en el preimpregnado unidireccional resultante se midió mediante el método descrito a continuación. El preimpregnado se emparedó entre las superficies de dos placas

de resina de politetrafluoroetileno lisas y se curó gradualmente durante 10 días a 40ºC para preparar un preimpregnado curado similar a una placa. Después del curado, se cortó en la dirección perpendicular a las superficies adheridas y la sección transversal se fotografió con un microscopio óptico con un aumento de 50 veces o más, de manera que las superficies superior e inferior del preimpregnado estuvieran contenidas en el campo de visión. La relación por área de la parte impregnada con resina a la sección transversal del preimpregnado curado se calculó para determinar la tasa de impregnación de la composición de resina termoestable en el preimpregnado. Los resultados mostraron que la tasa de impregnación fue del 30%.

La lámina de preimpregnado unidireccional resultante se insertó en la dirección de la fibra en un cortador de rodillos que consiste en un cilindro y una cuchilla unida en él para hacer incisiones lineales discontinuas de acuerdo con el patrón de corte dado en la figura 6. La longitud L de la fibra era de 24 mm; θ era de ±14°; y Ws fue de 0.25 mm. El mismo número de incisiones de +14° y −14° se realizaron en el preimpregnado en la lámina de preimpregnado unidireccional. Para todas las incisiones, cualquier par de dos incisiones más cercanas entre sí tenían ángulos de los signos positivo/negativo opuestos y cualquier incisión estaba rodeada por cuatro incisiones, cada una con un ángulo del signo opuesto y ubicadas más cerca que la más cercana que tiene un ángulo del mismo signo. Además, para cualquier punto en cualquier incisión, no hubo incisiones adyacentes dentro del círculo con un radio igual a la longitud de incisión Y. La línea de incisiones 11 contenía incisiones con una longitud de incisión Y de 1 mm alineado a intervalos de 1 mm, y las fibras se cortaron por pares de incisiones que estaban en líneas alternativas para preparar una lámina de preimpregnado de incisión. La distancia entre las incisiones vecinas en la misma línea recta es aproximadamente 10 veces más larga que la Y. La sección transversal del papel de liberación se observó con un microscopio óptico después de la etapa de formación de la incisión y se encontró que las incisiones penetraron el 40% del grosor del papel de liberación. En los ejemplos (y ejemplos comparativos) que se dan a continuación, el término simple de “preimpregnado de incisión” se refiere a uno obtenido al retirar el papel de liberación de una lámina de preimpregnado de incisión.

Se vertió agua en un vaso a un nivel de 10 cm a temperatura ambiente y se colocó una muestra de preimpregnado de incisión en la parte superior del vaso. Luego, se colocó una pieza de género marrón en la parte superior y el vaso junto con la muestra y el género se puso boca abajo para que una de las superficies del preimpregnado de incisión entrara en contacto con el agua con una presión de 10 cm de columna de agua. Después de un minuto, el vaso se colocó en la posición original y se observó el género. Se encontró que el agua se filtró a través de las incisiones para cambiar el color del género.

Se cortaron piezas de 25 cm x 25 cm del preimpregnado de incisión resultante en la dirección de 0° y ocho de ellos se apilaron de manera que sus direcciones de fibra coincidieran entre sí. La pila se cubrió con una película de bolsa y se desairearon a 25ºC con una bomba de vacío hasta un grado de vacío de 3 kPa. Posteriormente, la temperatura se elevó a 120°C a una velocidad de 1.5°C/min y la temperatura se mantuvo durante 180 minutos mientras se controlaba el vacío a 3 kPa. Luego, la temperatura se elevó a 180°C a una velocidad de 1.5 °C/min y la temperatura se mantuvo durante 120 minutos para curar el preimpregnado, preparando así una placa plana de un material plástico reforzado con fibra. Una pequeña pieza de 10 mm × 10 mm que contenía una sección transversal sustancialmente en la dirección perpendicular a las fibras se cortó de una parte central de la placa plana moldeada. Estaba incrustado en resina epoxi y la sección transversal sustancialmente en dirección perpendicular a las fibras estaba pulida. La sección transversal pulida se observó con un microscopio óptico con un aumento de 200 veces o más y se tomó una región de 300 μm x 300 μm como una imagen digital de 900 píxeles x 900 píxeles. La imagen digital obtenida se binarizó dando 1 a los píxeles correspondientes a las partes de fibra y dando 0 a los píxeles correspondientes a las partes de resina, y la proporción del número de píxeles correspondiente a las partes de fibra al número total de píxeles en la imagen digital se calculó para determinar la proporción por área de la fibra de carbono en la sección transversal sustancialmente en la dirección perpendicular a las fibras. Dado que las fibras de carbono se alinearon unidireccionalmente en la dirección de la longitud, se asumió que la proporción por área para representar el contenido de fibra de carbono en volumen Vf. Para dos piezas de prueba, se tomaron imágenes digitales de 10 regiones seleccionadas al azar que no se superponían entre sí, y el contenido promedio en volumen Vf de la fibra de carbono se calculó en 56%.

A continuación, se cortaron piezas cuadradas de 30 cm en las direcciones de 0° y 45° del preimpregnado de incisión obtenido anteriormente. En un molde de una sola cara 13 en forma de L que tiene una parte curva con un radio 14 de 10 mm como se muestra en la figura 7, las capas se apilaron una sobre otra en forma de una pila casi isotrópica de $[45/0/-45/90]_{3s}$ para configurar un laminado 12 preimpregnado de incisión de 24 capas con forma de L. Dado que contenía el mismo número de incisiones con ángulos de incisión positivos o negativos, fue posible apilar las capas de la misma manera que para los preimpregnados basados en fibra continua común sin considerar la relación entre el ángulo de incisión y la dirección de la fibra. Luego, se cubrió con una película de bolsa y se desairearon a 25ºC utilizando una bomba de vacío a un vacío de 3 kPa para formar un laminado preimpregnado de incisión, y su espesor se midió con un micrómetro (5.5 mm). Posteriormente, la temperatura se elevó a 120°C a una velocidad de 1.5°C/min y la temperatura se mantuvo durante 180 minutos mientras se controlaba el vacío a 3 kPa. Luego, la temperatura se elevó a 180°C a una velocidad de 1.5°C/min y la temperatura se mantuvo durante 120 minutos para curar el preimpregnado, preparando así un miembro en forma de L de un material plástico reforzado con fibra. El grosor de la parte plana se midió y se encontró que era de 4.5 mm, lo que muestra que el grosor del laminado preimpregnado de incisión antes de la etapa de moldeo era un 22% mayor que el del material plástico reforzado con fibra resultante.

Los especímenes curvados se cortaron de una región central del miembro en forma de L y sus secciones transversales se pulieron. Luego, un microscopio óptico observó un espécimen curvo menor de 10 mm de largo X 10 mm de ancho para proporcionar datos binarizados, que se usaron para calcular la relación por área entre el material plástico reforzado con fibra y los vacíos. Los resultados mostraron que la fracción de vacío fue de 0.0%. Encontramos que no había arrugas.

Ejemplo comparativo 1

Excepto por usar una lámina preimpregnada unidireccional preparada como en el Ejemplo 1, pero sin incisión, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para moldear un miembro en forma de L, seguido de la medición de la fracción vacía en la parte curva. Se dispersaron pequeños vacíos en la capa y la fracción de vacío fue de 1.5%. Se encontraron arrugas en la región entre el centro de grosor pasante del laminado preimpregnado y la superficie que mira hacia el molde de un solo lado.

Ejemplo comparativo 2

En la etapa de preparación de la lámina preimpregnada unidireccional descrita en el Ejemplo 1, la impregnación con una composición de resina termoestable se llevó a cabo a una temperatura del rodillo de 140°C y una presión del rodillo de 0.14 MPa. La tasa de impregnación se midió mediante el método descrito en el Ejemplo 1 y se encontró que era del 100%. Posteriormente, se hicieron incisiones como en el Ejemplo 1, seguidas de moldear un miembro en forma de L y medir la fracción vacía de la parte curva. Se encontró que subsistían muchos vacíos entre capas y la fracción de vacío fue del 2.0%. Se encontró que no había arrugas.

Ejemplo comparativo 3

Usando un preimpregnado unidireccional como en el Ejemplo comparativo 2 que tenía una tasa de impregnación del 100% y no contenía ninguna incisión, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para moldear un miembro en forma de L, seguido de la medición de la fracción vacía en la parte curva. Se encontró un puente significativo de las fibras con grandes vacíos formados inmediatamente debajo, y la fracción de vacíos fue del 8.1%. Se encontraron arrugas en la región entre el centro de grosor pasante del laminado preimpregnado y la superficie que mira hacia el molde de un solo lado.

Ejemplo 2

Se insertó una lámina preimpregnada de Torayca (marca registrada) P3252 S-15 (fibra de refuerzo: T700S, resina: 2592, volumen de fibra de refuerzo: 56%, laminado con película de polietileno en un lado y papel de liberación en el otro lado) la dirección de la fibra en un cortador de rodillos que consta de un cilindro y una cuchilla unida en él para producir una lámina de preimpregnado de incisión. Como se muestra en la figura 2, tenía incisiones discontinuas que cruzaban las fibras de refuerzo en la dirección perpendicular. En el patrón de corte, la longitud Ws proyectada de las incisiones proyectadas en la dirección perpendicular a las fibras de refuerzo fue de 1 mm, que fue igual a la longitud Y de las incisiones, y prácticamente todas las fibras de refuerzo se cortaron en segmentos de fibra de refuerzo con una longitud L de fibra de 24 mm en las regiones definidas por las incisiones discontinuas en la dirección de la longitud de las fibras de refuerzo. Una película de polietileno estaba en contacto cercano con la superficie de la lámina preimpregnada, de modo que cuando se hizo una incisión en la preimpregnación insertada en la dirección de la fibra en el cortador de rodillos, el extremo de la cuchilla se detiene dentro del papel de liberación después de penetrar a través de la película de polietileno y haciendo una incisión en el preimpregnado. Después de la etapa de formación de la incisión, el papel de liberación cortado en una dirección a través de las incisiones, y la sección transversal se observó con un microscopio óptico y encontramos que las incisiones penetraron el 40% del grosor del papel de liberación.

La lámina de preimpregnado de incisión tenía una gran manejabilidad y fue posible retirar la película de polietileno en un solo paso sin rasgar las incisiones. El preimpregnado de incisión tenía una tasa de extensión de 1.5 en el proceso de moldeo, y las incisiones abiertas se notaron en la prueba de calidad de la superficie para molduras extendidas. El examen de las características mecánicas del producto moldeado por extensión mostró un módulo de tracción de 46 GPa y una resistencia a la tracción de 670 MPa.

Ejemplo 3

Excepto por usar un patrón de corte como se muestra en la figura 3, que se caracteriza por un corte continuo con una longitud L de fibra de 24 mm y un ángulo de 14° entre incisiones y fibras de refuerzo, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 2 para preparar una lámina de preimpregnado de incisión, seguido de una evaluación de la misma manera que arriba. Con respecto a la manejabilidad de la lámina de preimpregnado de incisión, la película de polietileno se cortó en tiras a lo largo de las incisiones, y como solo las piezas de la película de polietileno adheridas a la cinta adhesiva eran removibles, se requirió mucho esfuerzo para eliminar todas las piezas de la película de polietileno adherida a la cinta de preimpregnado de incisión. El preimpregnado de incisión tenía una tasa de extensión de 2.1 en el proceso de moldeo, y no solo las incisiones abiertas, sino también las ondas resultantes de las fibras en movimiento se vieron en la prueba de calidad de la superficie para el producto moldeado por extensión. El examen de

las características mecánicas del producto moldeado por extensión tenía un módulo de tracción de 46 GPa y una resistencia a la tracción de 710 MPa.

Ejemplo 4

Excepto por usar un patrón de corte como se muestra en la figura 4, en la que se realizan incisiones discontinuas en una dirección que cruza las fibras de refuerzo para formar líneas paralelas de incisiones discontinuas alineadas linealmente con una distancia de línea a línea de 2.9 mm, una longitud L de fibra de 24 mm, una Ws de 1 mm, y con un ángulo θ de 14° entre las fibras de refuerzo y las incisiones, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 2 para preparar una lámina de preimpregnado de incisión, seguido de una evaluación de la misma manera que antes.

Con respecto a la manejabilidad del preimpregnado de incisión, el desgarro de la película de polietileno ocurrió esporádicamente a lo largo de las incisiones, y el pegado y pelado de la cinta adhesiva tuvo que repetirse varias veces para eliminar la película de polietileno. El preimpregnado de incisión tenía una tasa de extensión de 1.7 en el proceso de moldeo, y aunque solo se encontraron pocas incisiones abiertas, se observaron incisiones en un patrón lineal en la prueba de calidad de la superficie para molduras extendidas. El examen de las características mecánicas del producto moldeado por extensión tenía una resistencia a la tracción de 48 GPa y un módulo de tracción de 740 MPa.

Ejemplo 5

El patrón de corte utilizado fue el que se muestra en la figura 5 en la que se hacen incisiones discontinuas en una dirección que cruza las fibras de refuerzo para formar incisiones discontinuas alineadas linealmente; todas las incisiones tienen un valor de ángulo θ absoluto sustancialmente igual entre las fibras de refuerzo y las incisiones, y aproximadamente la mitad de las incisiones tienen un ángulo del signo positivo/negativo opuesto al de la otra mitad; cuando se observa una incisión y otras vecinas, una incisión está rodeada por cuatro incisiones, cada una con un ángulo del signo positivo/negativo opuesto y ubicada más cerca que la más cercana entre las que tienen un ángulo del mismo signo; y el patrón tiene una longitud L de fibra de 24 mm, un ángulo θ de ±14° y una Ws de 1 mm. Excepto por esto, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 2 para producir una lámina de preimpregnado de incisión, seguido de una evaluación de la misma manera que antes.

Con respecto a la manejabilidad del preimpregnado de incisión, el desgarro de la película de polietileno ocurrió esporádicamente a lo largo de las incisiones, y el pegado y pelado de la cinta adhesiva tuvo que repetirse varias veces para eliminar la película de polietileno. El preimpregnado de incisión tenía una tasa de extensión de 1.7 en el proceso de moldeo, y aunque solo se encontraron pocas incisiones abiertas, se encontraron incisiones independientes en la prueba de calidad de la superficie para el producto moldeado por extensión. El examen de las características mecánicas del producto moldeado por extensión tenía una resistencia a la tracción de 48 GPa y un módulo de tracción de 770 MPa.

Ejemplo 6

Excepto por el uso del patrón de corte mostrado en la figura 6, que es el mismo patrón de corte que el utilizado en el Ejemplo 1, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 2 para preparar una lámina de preimpregnado de incisión, seguido de una evaluación de la misma manera que antes.

El preimpregnado de incisión tenía una gran manejabilidad, como se ve en los hallazgos de que no había rasgado de la película de polietileno a lo largo de las incisiones, lo que permite eliminar toda la película de polietileno en una etapa. El preimpregnado de incisión tenía una tasa de extensión de 1.7 en el proceso de moldeo, y el producto moldeado por extensión tenía una calidad de superficie muy alta, como lo demuestran los hallazgos de que no había incisiones abiertas, por lo que incluso la existencia de incisiones era sustancialmente invisible. El examen de las características mecánicas del producto moldeado por extensión mostró una resistencia a la tracción de 48 GPa y un módulo de tracción de 810 MPa.

Ejemplo 7

Excepto por el uso de un patrón de corte en el que se realizan incisiones discontinuas en una dirección que cruza las fibras de refuerzo para formar líneas paralelas de incisiones discontinuas alineadas linealmente con una distancia de línea a línea de 8.5 mm, un ángulo θ de 45° entre las fibras de refuerzo y las incisiones, una longitud L de fibra de 24 mm, una Ws de 1.0 mm, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 2 para preparar una lámina de preimpregnado de incisión, seguido de una evaluación de la misma manera que antes.

Con respecto a la manejabilidad del preimpregnado de incisión, el rasgado de la película de polietileno se produjo a lo largo de las incisiones, y el pegado y pelado de la cinta adhesiva tuvo que repetirse varias veces para eliminar la película de polietileno. El preimpregnado de incisión tenía una tasa de extensión de 1.8 en el proceso de moldeo, y se encontraron incisiones abiertas en la prueba de calidad de la superficie para el producto moldeado por extensión. El

examen de las características mecánicas del producto moldeado por extensión mostró una resistencia a la tracción de 48 GPa y un módulo de tracción de 610 MPa.

Ejemplo 8

Excepto por el uso de un patrón de corte en el que se realizan incisiones discontinuas en una dirección que cruza las fibras de refuerzo para formar líneas paralelas de incisiones discontinuas alineadas linealmente con una distancia de línea a línea de 12 mm, un ángulo θ de 90° entre las fibras de refuerzo y las incisiones, una longitud L de fibra de 24 mm, una Ws de 20 mm, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 2 para preparar una lámina de preimpregnado de incisión, seguido de una evaluación de la misma manera que antes.

Con respecto a la manejabilidad del preimpregnado de incisión, las incisiones en la película de polietileno se abrieron ampliamente para permitir que la resina se purgara y se pegara a las manos durante la manipulación. Además, la película de polietileno se rasgó a lo largo de las incisiones, y el pegado y pelado de la cinta adhesiva se tuvo que repetir varias veces para eliminar la película de polietileno. El preimpregnado de incisión tenía una tasa de extensión de 1.9 en el proceso de moldeo, y se encontraron incisiones abiertas y fibras fluidas en la prueba de calidad de la superficie para el producto moldeado por extensión. El examen de las características mecánicas del producto moldeado por extensión mostró una resistencia a la tracción de 46 GPa y un módulo de tracción de 450 MPa.

Ejemplo 9

Excepto por el uso de un patrón de corte en el que se realizan incisiones discontinuas en una dirección que cruza las fibras de refuerzo para formar líneas paralelas de incisiones discontinuas alineadas linealmente con una distancia de línea a línea de 8.5 mm, un ángulo θ de 45° entre las fibras de refuerzo y las incisiones, una longitud L de fibra de 24 mm, una Ws de 17.0 mm, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 2 para preparar una lámina de preimpregnado de incisión, seguido de una evaluación de la misma manera que antes.

Con respecto a la manejabilidad del preimpregnado de incisión, el rasgado de la película de polietileno se produjo a lo largo de las incisiones, y el pegado y pelado de la cinta adhesiva tuvo que repetirse varias veces para eliminar la película de polietileno. El preimpregnado de incisión tenía una tasa de extensión de 2.0 en el proceso de moldeo, y se encontraron incisiones abiertas y fibras fluidas en la prueba de calidad de la superficie para el producto moldeado por extensión. El examen de las características mecánicas del producto moldeado por extensión tenía una resistencia a la tracción de 45 GPa y un módulo de tracción de 380 MPa.

Ejemplo comparativo 4

Se usó una lámina preimpregnada como se preparó en el Ejemplo 1 sin hacer incisiones. La evaluación se realizó con respecto a la tasa de extensión en el proceso de moldeo y la calidad de la superficie y las características mecánicas de los productos moldeados por extensión. El preimpregnado tenía una tasa de extensión de 1.1 en el proceso de moldeo. Aunque se intentó el moldeo por extensión, fue imposible extender el preimpregnado al tamaño del molde y la resina purgada del molde, lo que lleva a una falta de resina de superficie y calidad deteriorada. El examen de las características mecánicas del producto moldeado por extensión mostró un módulo de tracción de 48 GPa y una resistencia a la tracción de 920 MPa.

Tabla 1

	Patrón de corte			Manejabilidad de la lámina del preimpregnado de incisión	Tasa de extensión del preimpregnado de incisión en el paso de moldeo	Calidad de superficie de moldura	Módulo de tracción de las molduras (Gpa)	Resistencia a la tracción de las molduras (Mpa)
	Longitud L de la fibra (mm)	Ancho de incisión Ws (mm)	Ángulo θ de incisión (°)					
Ejemplo 2	24	1.0	90	A	1.5	C	46	670
Ejemplo 3	24	continuo	14	C	2.1	C	46	710
Ejemplo 4	24	1.0	14	B	1.7	B	48	740
Ejemplo 5	24	1.0	±14	B	1.7	B	48	770

(continuación)

	Patrón de corte			Manejabilidad de la lámina del preimpregnado de incisión	Tasa de extensión del preimpregnado de incisión en el paso de moldeo	Calidad de superficie de moldura	Módulo de tracción de las molduras (Gpa)	Resistencia a la tracción de las molduras (Mpa)
	Longitud L de la fibra (mm)	Ancho de incisión Ws (mm)	Ángulo θ de incisión (°)					
Ejemplo 6	24	0.25	±14	A	1.7	A	48	810
Ejemplo 7	24	1.0	45	B	1.8	C	45	610
Ejemplo 8	24	20	90	C	1.9	C	46	450
Ejemplo 9	24	14	45	C	2.0	C	45	380

Explicación de los numerales

1: Primera capa en preimpregnado

2: segunda capa en preimpregnado

3: incisión

4: preimpregnado de incisión

5: dirección de la fibra

6: dirección perpendicular a la fibra

7: incisión discontinua

8: incisión continua

9: incisión oblicua discontinua (ángulo positivo de la dirección de la fibra)

10: incisión oblicua discontinua (ángulo negativo de la dirección de la fibra)

11: línea de incisiones discontinuas

12: laminado de preimpregnado en forma de L

13: molde lateral en forma de L

14: diámetro interior de parte de la esquina

15: sección transversal local del miembro en forma de L

16: cuchilla

17: soporte A similar a cinta

18: soporte B similar a cinta

REIVINDICACIONES

1. Preimpregnado de incisión que comprende una capa que contiene fibra de refuerzo impregnada con una composición de resina, el preimpregnado que es un preimpregnado de incisión que tiene una pluralidad de incisiones, que contiene al menos parcialmente fibras de refuerzo con una longitud (L) de fibra de 10 a 300 mm, y que tiene una contenido de fibra de refuerzo por volumen Vf en el rango del 45% al 65%, en donde existe una pluralidad de incisiones discontinuas que cruzan las fibras de refuerzo al menos en una parte del preimpregnado de incisión, las incisiones discontinuas tienen forma lineal y tienen una longitud Y sustancialmente igual, y la distancia entre las incisiones vecinas en la misma línea recta es 3 veces más larga que Y o más de 3 veces más larga que Y.

2. Preimpregnado de incisión según la reivindicación 1, que comprende una primera capa que contiene fibras de refuerzo y dos segundas capas que contienen fibras de refuerzo impregnadas con una composición de resina, cada superficie de la primera capa cubierta con una segunda capa y la tasa de impregnación con la composición de resina en el preimpregnado es del 10% al 90%.

3. Preimpregnado de incisión según la reivindicación 2, en el que cada segunda capa comprende una capa de tipo A que contiene fibras de refuerzo imporegnadas con una composición de resina termoestable y una capa de tipo B que contiene partículas o fibras de una resina termoplástica, la capa de tipo B enfrenta, una superficie del preimpregnado de incisión.

4. Preimpregnado de incisión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que cuando una superficie del preimpregnado de incisión se pone en contacto con agua a una presión de 10 cm de columna de agua a temperatura ambiente, el agua comienza a purgarse de la otra superficie dentro de un minuto.

5. Preimpregnado de incisión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el espesor de un laminado de preimpregnado de incisión formado al laminar las capas de preimpregnado de incisión por el procedimiento descrito a continuación es mayor en un 5% a 50% que el grosor del material plástico reforzado con fibra formado por calentamiento y solidificación del laminado de preimpregnado de incisión, en el que el laminado de preimpregnado de incisión se forma mediante el siguiente método:

se combinan un molde de una cara y una película de bolsa para formar un espacio cerrado y se coloca un laminado de capas de preimpregnadas de incisión apiladas en el espacio cerrado, seguido de la evacuación del espacio cerrado a temperatura ambiente para que el laminado de capas de preimpregnado de incisión apiladas se comprima por la diferencia de presión de la presión atmosférica para producir un laminado de preimpregnado de incisión.

6. Preimpregnado de incisión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 que sirve para proporcionar un material plástico reforzado con fibra que contiene una parte curva sustancialmente libre de vacíos formada por un laminado de 16 a 32 capas del preimpregnado de incisión por un método de formación de superficie curvada, en el que el método de formación de la superficie curvada es el siguiente:

se forma un espacio cerrado entre una cavidad hembra que tiene una superficie curva con un radio de curvatura de 10 mm y una película de bolsa, y se coloca un laminado de 16 a 32 capas de preimpregnado de incisión apiladas en el espacio cerrado, seguido de la evacuación del espacio cerrado para que el laminado de 16 a 32 capas de preimpregnado de incisión apiladas se compriman por la diferencia de presión de la presión atmosférica mientras que el calentamiento se realiza simultáneamente para solidificar el laminado para formar un material plástico reforzado con fibra.

7. Preimpregnado de incisión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que al menos parte del preimpregnado de incisión tiene una pluralidad de incisiones discontinuas que cruzan las fibras de refuerzo; cuando se proyecta en la dirección perpendicular a las fibras de refuerzo en el plano del preimpregnado de incisión, cada incisión tiene preferiblemente una longitud Ws proyectada en el rango de 30 μm a 1.5 mm; y en cualquier región rodeada en la dirección longitudinal de la fibra de refuerzo por incisiones discontinuas, prácticamente todas las fibras de refuerzo se cortan por incisiones.

8. Preimpregnado de incisión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que el valor absoluto del ángulo θ que es el ángulo entre las incisiones y las fibras de refuerzo está en el rango de 2° a 25°.

9. Preimpregnado de incisión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que existe una pluralidad de incisiones discontinuas que cruzan las fibras de refuerzo al menos en una parte del preimpregnado de incisión, las incisiones discontinuas se ubican linealmente y paralelas entre sí para formar líneas, y la distancia X entre las líneas está en el rango de 1 a 5 mm.

10. Preimpregnado de incisión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que existe una pluralidad de incisiones discontinuas que cruzan las fibras de refuerzo al menos en una parte del preimpregnado de incisión, las incisiones discontinuas se ubican de manera lineal, todas las incisiones tienen un valor θ absoluto sustancialmente

igual, y aproximadamente la mitad de las incisiones tienen un ángulo del signo positivo/negativo opuesto al de la otra mitad.

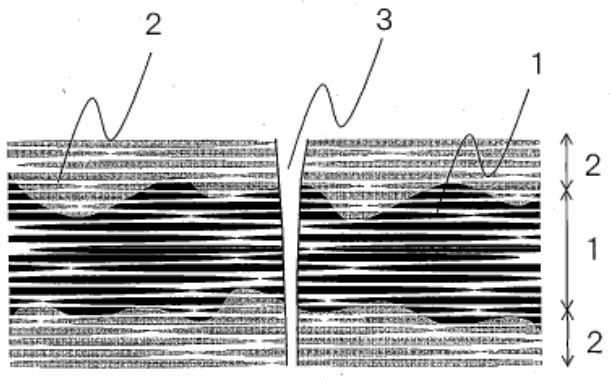
11. Preimpregnado de incisión según la reivindicación 10, en el que una incisión A seleccionada aleatoriamente está rodeada por incisiones vecinas de las cuales cuatro o más incisiones, C, tienen un ángulo θ que es diferente en el signo de la incisión A pero tiene una distancia mínima más pequeña desde la incisión A a la incisión B que está más cerca de la incisión A entre las que tienen un ángulo θ del mismo signo.

12. Preimpregnado de incisión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que existe una pluralidad de incisiones discontinuas que cruzan las fibras de refuerzo al menos en una parte del preimpregnado de incisión, las incisiones discontinuas tienen una forma lineal y tienen una longitud Y sustancialmente igual y la distancia mínima entre las incisiones adyacentes entre sí es más larga que la longitud Y de la incisión.

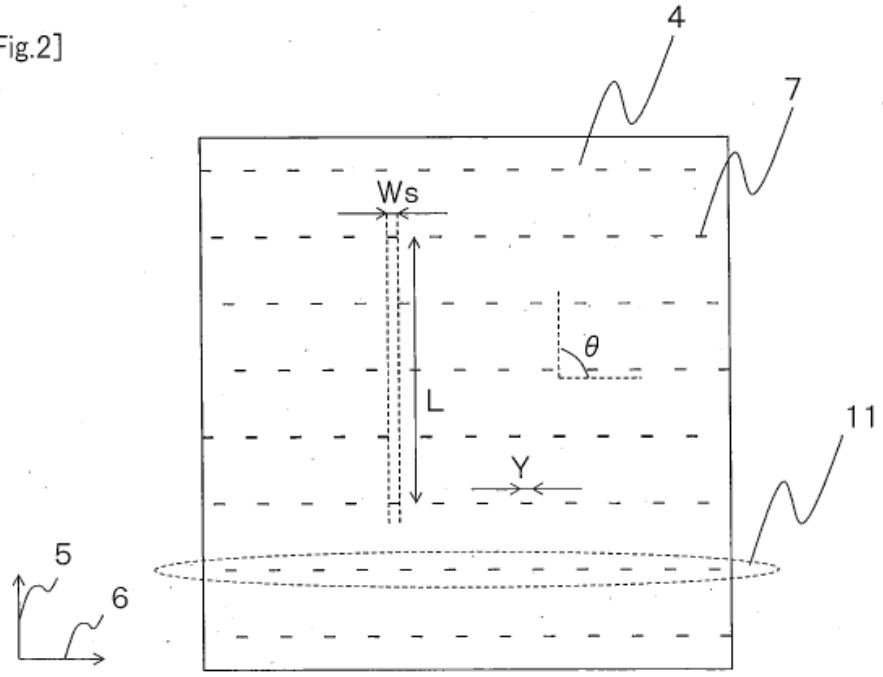
13. Una lámina de preimpregnado de incisión que comprende un reimpregnado de incisión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 y un soporte A similar a cinta laminado en la misma para estar en contacto con una de sus superficies, el soporte A similar a cinta también tiene incisiones en la dirección de grosor total del soporte A similar a cinta, las incisiones se localizan en la región del 5% al 75% de la superficie en contacto con el preimpregnado de incisión, y las incisiones continúan desde las incisiones correspondientes en el preimpregnado de incisión.

14. Una lámina de preimpregnado de incisión según la reivindicación 13, que comprende un preimpregnado de incisión laminado con un soporte B similar a cinta para estar en contacto con la superficie de la misma que no está cubierta con el soporte A similar a cinta, en donde el soporte B similar a cinta contiene incisiones que penetran a través del mismo en la dirección del grosor y continúan hasta las incisiones correspondientes en el preimpregnado de incisión.

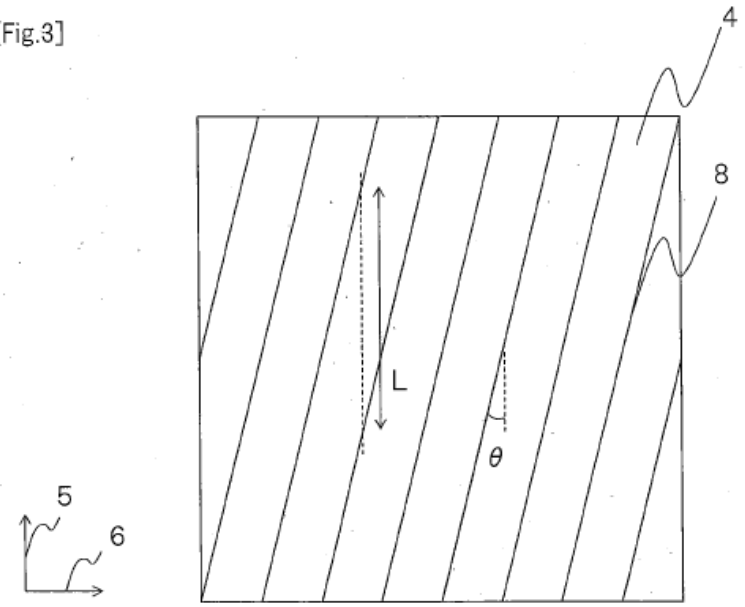
[Fig.1]



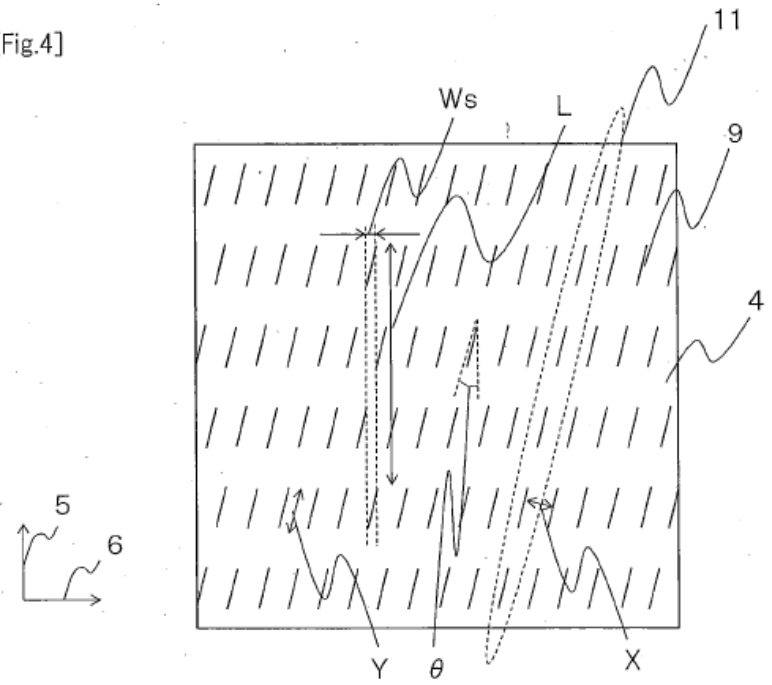
[Fig.2]



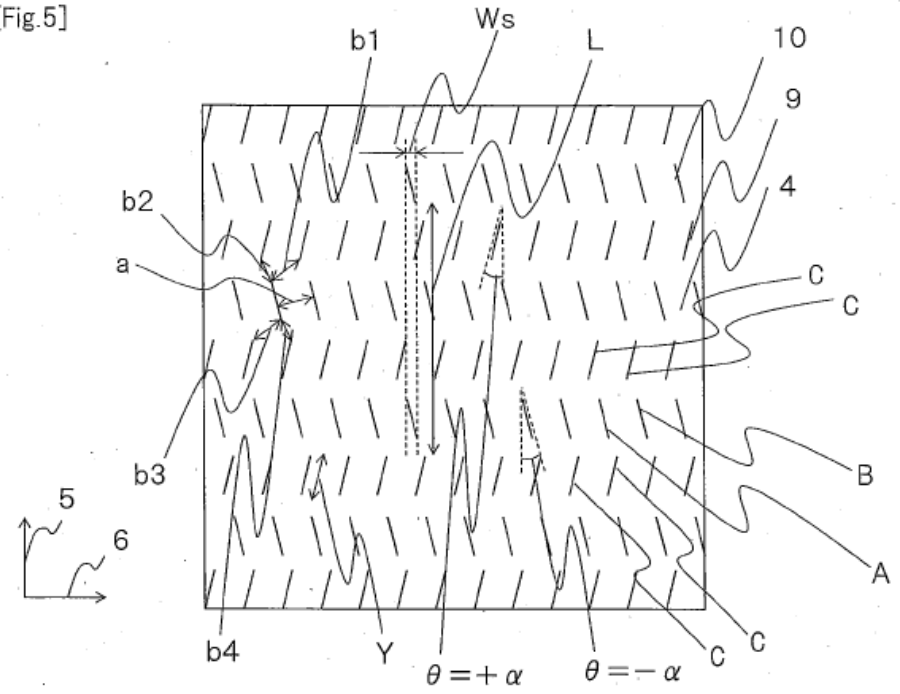
[Fig.3]



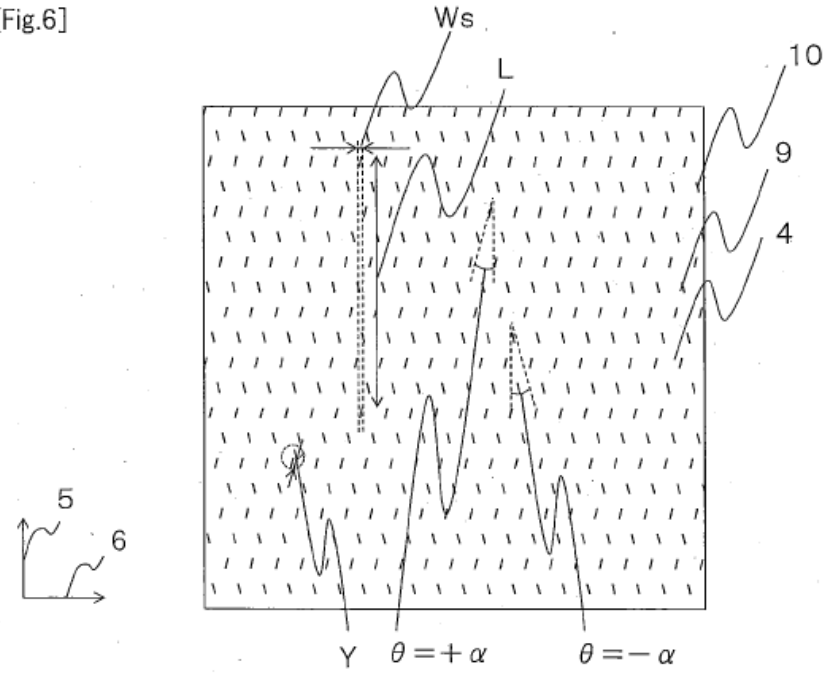
[Fig.4]



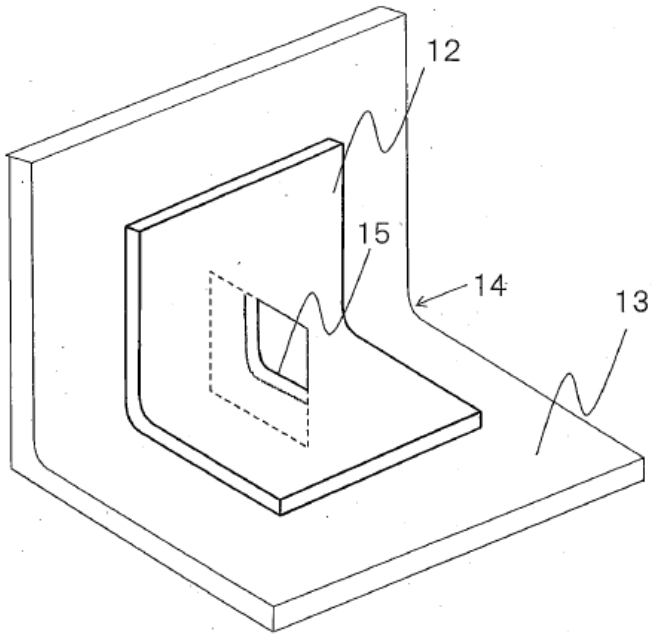
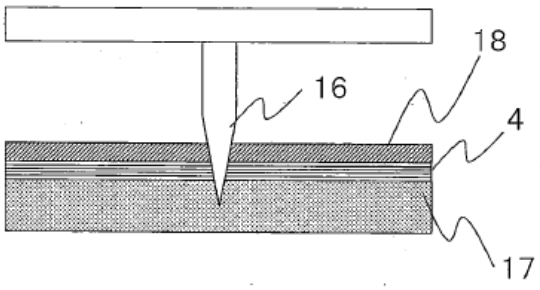
[Fig.5]



[Fig.6]



[Fig.7]



[Fig.8]