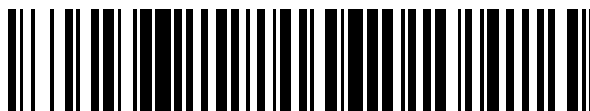


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 719 499**

51 Int. Cl.:

|                    |           |                  |           |
|--------------------|-----------|------------------|-----------|
| <b>B29C 70/10</b>  | (2006.01) | <b>B32B 5/06</b> | (2006.01) |
| <b>B29C 43/34</b>  | (2006.01) | <b>B32B 5/10</b> | (2006.01) |
| <b>B29C 70/06</b>  | (2006.01) | <b>B32B 5/12</b> | (2006.01) |
| <b>B32B 3/30</b>   | (2006.01) | <b>B32B 5/14</b> | (2006.01) |
| <b>B32B 5/28</b>   | (2006.01) | <b>B32B 7/00</b> | (2009.01) |
| <b>C08J 5/04</b>   | (2006.01) | <b>B32B 7/02</b> | (2009.01) |
| <b>B29K 101/12</b> | (2006.01) | <b>B32B 7/04</b> | (2009.01) |
| <b>B29K 105/08</b> | (2006.01) |                  |           |
| <b>B32B 5/00</b>   | (2006.01) |                  |           |
| <b>B32B 5/02</b>   | (2006.01) |                  |           |

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.12.2013 PCT/JP2013/083149**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **03.07.2014 WO14103711**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2013 E 13869192 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 2939818**

54 Título: **Producto moldeado que tiene estructura hueca y proceso para producir el mismo**

30 Prioridad:

**26.12.2012 JP 2012282879**

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

**10.07.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FUJIOKA, TAKASHI y  
TSUCHIYA, ATSUKI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 719 499 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**

Producto moldeado que tiene estructura hueca y proceso para producir el mismo

**Campo técnico**

La presente invención se refiere a un producto moldeado de resina reforzada con fibra que tiene una estructura hueca.

**5 Técnica antecedente**

Al ser ligeras y al tener buenas características mecánicas, las estructuras en sándwich y las estructuras huecas formadas de resina reforzada con fibra (FRP) se han usado ampliamente en diferentes áreas, incluyendo equipos de transporte, tales como aviones y automóviles, estructuras de construcción, tales como material de refuerzo antisísmico, y carcasas de equipos eléctricos/electrónicos, tales como cubiertas de ordenadores personales que requieren delgadez de pared, que representan las principales aplicaciones en los últimos años.

El documento de patente 1 describe un preimpregnado que sirve para producir moldes que tienen buenas características mecánicas isotrópicas y una forma complicada e insiste en que esta técnica es útil para producir productos moldeados de pared delgada, que han sido difíciles de producir por las técnicas convencionales de moldeo de laminado. Sin embargo, aunque el documento de patente 1 menciona productos moldeados de una geometría de nervadura, no se incluyen productos moldeados en forma de nervadura con alta resistencia y rigidez en los descritos, lo que sugiere que el uso de la técnica puede dar lugar a productos moldeados que tienen puntos débiles bajo fuerzas externas.

El documento de patente 2 describe una estructura en sándwich que consiste principalmente en un núcleo ligero que tiene una estructura que contiene huecos y un material reforzado con fibra que está formado por fibra de refuerzo continuo y resina de matriz y cubre ambas superficies del núcleo y se insiste en que esta técnica es útil para producir productos moldeados que sean delgados, ligeros y muy rígidos. En la estructura en sándwich, sin embargo, el núcleo y el material reforzado con fibra se unen entre sí para formar un cuerpo unificado, lo que significa que la interfaz de unión se forma entre diferentes materiales, lo que posiblemente conduce a productos moldeados que contienen puntos débiles.

El documento de patente 3 describe moldes integrados en la película externa formados por una capa de película externa y una capa reforzada con fibra y se insiste en que esta técnica puede producir un cuerpo que consiste en una capa de película externa y una capa de resina en la que la fibra de refuerzo está orientada en direcciones tridimensionales que tienen intercalada una capa de resina en la cual la fibra de refuerzo está orientada en direcciones bidimensionales. Se sugiere que la técnica es útil porque los cuerpos de formas complicadas tales como geometría de nervadura se pueden producir fácilmente y la influencia de vacíos en la superficie se puede reducir. Sin embargo, la fibra de refuerzo existente en la capa de resina que forma dicha nervadura es muy corta en longitud de fibra y no puede reforzar la nervadura, etc., de manera efectiva. Se teme que la orientación de la fibra de refuerzo se pueda deteriorar en el curso del proceso de moldeo, lo que posiblemente cause direcciones débiles bajo fuerzas externas.

El documento de patente 4 describe un método para producir un tablero reforzado que está formado por resina termoplástica y tiene una estructura que contiene huecos y se insiste en que este método de producción, en el que dos láminas con partes sobresalientes se unen entre sí para formar un cuerpo unificado, sirve para la producción fácil de productos de pared gruesa. Sin embargo, dicha placa está formada solo de resina termoplástica y, por consiguiente, las partes sobresalientes pueden ser de baja resistencia e incapaces de mantener la forma deseada cuando se aplica una carga superficial a todo el cuerpo de la estructura.

Se sabe que, cuando se aplica una tensión de flexión a un producto moldeado como se propone en los documentos de patente 2 a 4, la distribución de la tensión resultante será tal que la tensión aumenta desde la superficie central (eje neutro) hasta alcanzar un máximo en cada superficie externa. Se cree que si existe dicha interfaz de unión que puede actuar como un punto débil o la parte inferior de una nervadura que tiene poca resistencia cerca de la superficie del producto moldeado, pueden causar un deterioro en las propiedades mecánicas del producto moldeado.

**45 DOCUMENTOS DE LA TÉCNICA ANTERIOR**

**DOCUMENTOS DE PATENTE**

Documento de patente 1: Patente Japonesa No. 4862913

Documento de patente 2: Publicación de patente japonesa no examinada (Kokai) No. 2008-230235

Documento de patente 3: Publicación de patente japonesa no examinada (Kokai) No. HEI 6-39861

**50** Documento de patente 4: Publicación de patente japonesa no examinada (Kokai) No. SHO 49-67962

El documento JP H04 201750 A describe una unidad principal de tapizado de puerta en un vehículo interior que comprende un primer material de base y un segundo material de base, por lo que dichos primer y segundo materiales

de base están hechos de espuma de PU reforzada con fibra de vidrio. Las nervaduras se proyectan desde una parte plana del primer material de base hacia el segundo material de base, formando de este modo una estructura hueca.

**Compendio de la invención**

**PROBLEMAS A RESOLVER POR LA INVENCION**

5 En vista de estos problemas con las técnicas convencionales, un objetivo de la presente invención es proporcionar un producto de resina reforzada con fibra moldeado que tenga una estructura hueca que sea resistente a la tensión de flexión, así como muy rígido y ligero. Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método que pueda producir fácilmente dicho producto moldeado.

**MEDIOS PARA RESOLVER LOS PROBLEMAS**

10 Para resolver los problemas anteriores, la presente invención proporciona un producto moldeado según la reivindicación 1.

Los productos moldeados que tienen una estructura en sándwich convencional consisten principalmente en una capa de película externa de material de alta rigidez, tal como metal y resina reforzada con fibra, que está ubicada como la capa más externa y unificada con un núcleo de material altamente ligero que tiene una estructura de espuma o panal y contenido en la parte central, y se sabe que cuando se aplica una tensión de flexión a dicho producto moldeado unificado, la tensión resultante aumenta desde la superficie central (eje neutro) hasta alcanzar un máximo en cada superficie externa. La unión de materiales heterogéneos no es fácil y la parte de unión entre los materiales heterogéneos puede actuar como un punto débil en el producto moldeado. Por consiguiente, se cree que la existencia de dicha parte de unión en la capa más externa del producto moldeado puede dar como resultado un deterioro en las propiedades mecánicas del producto moldeado.

Según la presente invención, sin embargo, tanto la parte de capa superficial como la parte de núcleo están formadas por resina reforzada con fibra (A), que está compuesta principalmente por fibra de refuerzo (a1) y resina de matriz (a2). Por ello, no existe una parte de unión entre estas partes, y los hilos de fibra de refuerzo (a1) con una longitud de fibra promedio en número Ln de 1 mm o más se extienden de manera efectiva entre la parte de capa superficial y la parte de núcleo con una densidad de 400 hilos/mm<sup>2</sup> o más en la superficie límite. Esto sirve para formar una parte de núcleo con una mayor rigidez y esta alta rigidez se puede mantener incluso cuando se aplica una tensión de flexión.

Para el producto moldeado según la presente invención, la fibra de refuerzo (a1) en la parte de núcleo tiene preferiblemente un ángulo de orientación bidimensional  $\theta_r$ , que se definirá más adelante, de 10 a 80 grados. La existencia de fibra de refuerzo en dicho estado en la parte de núcleo permite que el producto moldeado muestre propiedades físicas isotrópicas bajo fuerzas externas, lo que permite una mayor flexibilidad de diseño para el producto moldeado.

En el producto moldeado según la presente invención, la homogeneización, que se definirá más adelante, de la parte de capa superficial y la parte de núcleo en el primer miembro (I) es preferiblemente del 70 % o más. Esto hace posible evitar un estado en el que el grado de refuerzo de la fibra es extremadamente bajo, ya sea en la parte de capa superficial o en la parte de núcleo, lo que sirve para mejorar la rigidez de todo el producto moldeado.

Para un hilo de la fibra de refuerzo (a1) que se extiende de forma penetrante entre la parte de capa superficial y la parte de núcleo en el producto moldeado según la presente invención, es preferible que la tasa de longitud de fibra Lp, que se calcula mediante la ecuación (1) dada más adelante, si la relación de longitud entre la longitud Lr ( $\mu\text{m}$ ) de ese segmento del hilo que existe en la parte de núcleo y la longitud Lf ( $\mu\text{m}$ ) de ese segmento del hilo que existe en la parte de capa superficial es como se representa mediante  $L_r \leq L_f$  o mediante la ecuación (2) dada a continuación cuando es como se representa mediante  $L_r > L_f$ , sea del 30 % al 50 % y también que la tasa reforzada con fibra Fr, que se calcula mediante la ecuación (3) dada más adelante, si la relación de longitud entre la longitud Lr ( $\mu\text{m}$ ) de ese segmento del hilo que existe en la parte de núcleo y la longitud Lf ( $\mu\text{m}$ ) de ese segmento del hilo que existe en la parte de capa superficial es como se representa mediante  $L_r \leq L_f$  o mediante la ecuación (4) dada a continuación cuando es como se representa mediante  $L_r > L_f$ , sea 10 o más. Si la tasa de longitud de la fibra está en el intervalo anterior para un hilo de fibra de refuerzo que se extiende de forma penetrante entre la parte de capa superficial y la parte de núcleo, esto significa que la superficie límite entre la parte de capa superficial y la parte de núcleo existe en o cerca de la parte central del hilo de fibra de refuerzo y que la parte de núcleo está firmemente conectada a la parte de capa superficial, lo que permite reforzar la parte inferior de la parte de núcleo de manera efectiva. Si la tasa reforzada con fibra está en el intervalo anterior, además, esto significa que existe un hilo de fibra de refuerzo que tiene una longitud de fibra de refuerzo larga en cada una de las partes, lo que permite que la parte de núcleo y la parte de capa superficial se refuercen firmemente.

Para el producto moldeado según la presente invención, el área proyectada de la parte de núcleo preferiblemente representa del 5 % al 80 % del área proyectada de la parte de capa superficial. Si la parte de núcleo representa dicha proporción, el producto moldeado puede ser tanto rígido como ligero.

Para el producto moldeado según la presente invención, es preferible que el segundo miembro (II) sea un miembro

que tiene una parte de núcleo sobresaliente similar a la del primer miembro (I). El uso de dichos miembros hace posible producir fácilmente un producto moldeado que tiene un gran grosor, así como una mayor rigidez y una mayor ligereza. Esto también permite que la parte de unión, que puede ser un punto débil, esté ubicada cerca de la superficie central (eje neutro), actuando de este modo para aumentar aún más la rigidez del producto moldeado.

5 Para el producto moldeado según la presente invención, es preferible que el plano proyectado más grande de la estructura hueca formada por las formas sobresalientes que constituyen el primer miembro (I) o el plano proyectado más grande de la estructura hueca formada por las formas sobresalientes que constituyen el segundo miembro (II) tengan al menos una forma seleccionada del grupo que consiste en círculo, elipse, rombo, triángulo equilátero, cuadrado, rectángulo y hexágono regular. Una disposición regular de dichas formas permite que el producto moldeado como un todo muestre características homogéneas. Desde este punto de vista, es más preferible que tanto el plano proyectado más grande de la estructura hueca formada por las formas sobresalientes que constituyen el primer miembro (I) como el plano proyectado más grande de la estructura hueca formada por las formas sobresalientes que constituyen el segundo miembro (II) tengan al menos una forma seleccionada del grupo que consiste en círculo, elipse, rombo, triángulo equilátero, cuadrado, rectángulo y hexágono regular.

15 El producto moldeado según la presente invención tiene preferiblemente un grosor máximo de 3,0 mm o menos. Si el producto moldeado tiene dicho grosor, el producto moldeado puede satisfacer el requisito de delgadez requerido.

El producto moldeado según la presente invención tiene preferiblemente un peso específico de 1,0 o menos. Si tiene dicho peso específico, el producto moldeado puede satisfacer el requisito de ligereza requerido.

20 Para el producto moldeado según la presente invención, es preferible que las formas de saliente contenidas en el primer miembro (I) o las formas de saliente contenidas en el segundo miembro (II) tengan una altura de 2,0 mm o menos. Si tiene dicho grosor, el producto moldeado puede satisfacer el requisito de delgadez requerido y al mismo tiempo mantener la ligereza. Desde este punto de vista, es más preferible que tanto las formas de saliente contenidas en el primer miembro (I) como las formas de saliente contenidas en el segundo miembro (II) tengan una altura de 2,0 mm o menos.

25 Para el producto moldeado según la presente invención, es preferible que los hilos de la fibra de refuerzo (a1) sean discontinuos entre sí y estén en forma de monofilamentos que están dispersos aleatoriamente. Al estar en un estado tan disperso, pueden servir para formar un producto moldeado de una forma complicada que tiene buenas características mecánicas isotrópicas.

30 Para el producto moldeado según la presente invención, es preferible que la fibra de refuerzo (a1) sea fibra de carbono. El uso de dicha fibra de refuerzo sirve para lograr tanto la ligereza como la alta rigidez.

35 Para el producto moldeado según la presente invención, es preferible que la resina de matriz (a2) sea al menos una resina termoplástica seleccionada del grupo que consiste en resina de poliamida, resina de polipropileno, resina de poliéster, resina de policarbonato, resina de sulfuro de polifenileno y resina de poliéter éter cetona. El uso de dicha resina termoplástica puede servir para producir un producto moldeado que tiene una alta moldeabilidad y cumple los propósitos previstos.

La presente invención también proporciona un producto moldeado unificado que está compuesto principalmente por el producto moldeado según la presente invención unido con un tercer miembro (III) formado por otros miembros estructurales.

40 La presente invención también proporciona un producto moldeado unificado que está compuesto principalmente por el producto moldeado según la presente invención que funciona como una placa frontal y un tercer miembro (III) que tiene una parte de marco, con la placa frontal y la parte de marco unificadas entre sí, y que se pueden usar en instrumentos eléctricos/electrónicos, equipos de automatización de oficinas, electrodomésticos, equipo de atención médica, piezas de automóvil, piezas de aviones y materiales de construcción.

45 Para resolver los problemas anteriores, además, la presente invención proporciona un método de producción para el producto moldeado según la presente invención descrito anteriormente en el que, con el propósito de obtener el primer miembro (I), una preforma que contiene una capa de resina reforzada con fibra (X) que tiene un parámetro de densidad  $p$ , que se definirá más adelante, de  $2 \times 10^4$  o más y  $1 \times 10^8$  o menos y una capa de resina reforzada con fibra (Y) que tiene un parámetro de densidad  $p$  de  $1 \times 10^1$  o más y no más de 0,1 veces el parámetro de densidad de la capa de resina reforzada con fibra (X) se moldea a presión usando una mitad de molde que tiene una forma cóncava para formar una parte de núcleo sobresaliente en el primer miembro y una mitad de molde opuesta que se acopla con la primera.

55 Para el método de producción del producto moldeado según la presente invención, el uso de una preforma que contiene una pluralidad de capas de resina reforzadas con fibra que tienen un parámetro de densidad en un intervalo específico permite la producción fácil de un primer miembro (I) en una forma prevista, lo que causa una mayor flexibilidad de diseño para la fabricación de productos moldeados para garantizar una producción fácil de productos moldeados que cumplan con los propósitos previstos. En este contexto, el parámetro de densidad es un indicador del grado de interferencia de la fibra y la fluidez de la capa de resina reforzada con fibra aumenta con una disminución en

el parámetro de densidad.

Para el método de producción del producto moldeado según la presente invención, es preferible usar una preforma en la que la capa de resina reforzada con fibra (X) y la capas de resina reforzada con fibra (Y) se apilan una encima de la otra. El apilamiento de capas de resina que difieren en la fluidez garantiza una mayor flexibilidad de diseño, permitiendo que resinas reforzadas con fibra con diferentes funciones se organicen correctamente.

### EFFECTO VENTAJOSO DE LA INVENCION

Según la presente invención, las fibras de refuerzo se extienden de forma penetrante a través de la superficie límite entre una parte de capa superficial y una parte de núcleo y, por consiguiente, se puede producir una parte de núcleo sobresaliente con un alto efecto de refuerzo. Por ello, un producto moldeado que tiene una alta rigidez puede producirse como resultado de la existencia de la parte de núcleo, que permite unir superficies, que funcionan como puntos débiles cuando se aplican fuerzas externas, para reducirlas y/o ubicarlas en la superficie central. Además, la parte de núcleo forma una estructura hueca y, por consiguiente, sirve para producir un producto moldeado que cumple el requisito de ligereza al tiempo que mantiene la rigidez.

### Breve descripción de los dibujos

[Figura 1] La figura 1 es una vista en perspectiva oblicua esquemática que ilustra un ejemplo del producto moldeado según la presente invención (no se muestra parte de la superficie del segundo miembro (II)).

[Figura 2] La figura 2 es una vista en sección transversal esquemática que ilustra fibras de refuerzo que se extienden de forma penetrante a través de la superficie límite entre una parte de capa superficial y una parte de núcleo.

[Figura 3] La figura 3 es una vista esquemática que ilustra un ejemplo del estado disperso de la fibra de refuerzo en la resina reforzada con fibra.

[Figura 4] La figura 4 proporciona vistas esquemáticas que ilustran un ejemplo de una plantilla de quemado usada para medir el ángulo de orientación bidimensional de la resina reforzada con fibra. Un estado antes del tratamiento de quemado (figura 4-a) y un estado después del tratamiento de quemado (figura 4-b).

[Figura 5] La figura 5 es una vista en sección transversal esquemática que ilustra un hilo de fibra de refuerzo que se extiende de forma penetrante a través de la superficie límite entre una parte de capa superficial y una parte de núcleo.

[Figura 6] La figura 6 es una vista en sección transversal esquemática que ilustra un ejemplo de una estructura hueca (el producto moldeado dado en la figura 1 se ve desde la dirección A).

[Figura 7] La figura 7 es una vista esquemática que ilustra un ejemplo del área proyectada de la estructura hueca.

[Figura 8] La figura 8 es una vista en perspectiva oblicua esquemática que ilustra el área proyectada de la parte de capa superficial y el área proyectada de la parte de núcleo.

[Figura 9] La figura 9 es una vista esquemática que ilustra un ejemplo de la forma del área proyectada más grande de una estructura hueca.

[Figura 10] La figura 10 es una vista esquemática que ilustra un ejemplo de la forma del área proyectada más grande de una estructura hueca.

[Figura 11] La figura 11 es una vista en sección transversal esquemática que ilustra un ejemplo de la forma de la parte de núcleo.

[Figura 12] La figura 12 es una vista en sección transversal esquemática y una vista en sección transversal esquemática de una mitad de molde que tiene una forma cóncava.

[Figura 13] La figura 13 es una vista en perspectiva oblicua esquemática de un ejemplo del primer miembro (I) en el que una parte de capa superficial y una parte de núcleo están unificadas.

[Figura 14] La figura 14 es una vista en perspectiva oblicua esquemática de un ejemplo de un producto moldeado unificado en el que el producto moldeado y el tercer miembro (III) están unificados.

[Figura 15] La figura 15 es una vista esquemática de haces dispersos de fibra de refuerzo.

[Figura 16] La figura 16 es una vista esquemática que ilustra el requisito de haces de fibras para la presente invención.

[Figura 17] La figura 17 es una vista esquemática que ilustra el método para medir el número de monofilamentos que constituyen una unidad de flujo para la presente invención.

[Figura 18] La figura 18 es una vista en perspectiva oblicua esquemática que ilustra ejemplos de capas de resina reforzada con fibra.

[Figura 19] La figura 19 es una vista en perspectiva oblicua esquemática que ilustra un ejemplo de un estado apilado de capas de resina reforzada con fibra.

[Figura 20] La figura 20 es una vista esquemática de un molde que ilustra el plano proyectado de la parte de núcleo.

5 [Figura 21] La figura 21 es una vista esquemática del plano proyectado de la parte de capa superficial del primer miembro (I).

[Figura 22] La figura 22 es una vista en perspectiva oblicua esquemática que ilustra el método de evaluación para el número de fibras de refuerzo.

[Figura 23] La figura 23 es una vista en perspectiva oblicua esquemática que ilustra muestras de la parte de capa superficial (a) y la parte de núcleo (b) extraídas de un producto moldeado.

10 [Figura 24] La figura 24 es una vista esquemática que ilustra un ejemplo de un aparato para producir un sustrato de fabricación de papel.

[Figura 25] La figura 25 es una vista en perspectiva oblicua esquemática que ilustra un ejemplo de la configuración apilada de placas de preimpregnado de fibra de carbono continuas en el ejemplo.

15 [Figura 26] La figura 26 es una vista en perspectiva oblicua esquemática que ilustra un ejemplo de la configuración apilada para unificar el primer miembro (I) y el segundo miembro (II) en el ejemplo.

[Figura 27] La figura 27 es una vista esquemática que ilustra el método para unificar el primer miembro (I) y el segundo miembro (II) preparado en el ejemplo 5.

[Figura 28] La figura 28 es una vista esquemática de un molde de estampación usado para producir huecos cuadrados en el ejemplo 6.

20 [Figura 29] La figura 29 es una vista esquemática de un molde de estampación usado para producir huecos circulares en el ejemplo 7.

[Figura 30] La figura 30 es una vista esquemática que ilustra el método utilizado para producir un producto moldeado unificado en el ejemplo 12.

25 [Figura 31] La figura 31 es una vista en perspectiva oblicua esquemática que ilustra el apilamiento de una parte de capa superficial y un núcleo en panel en el ejemplo comparativo 1.

### **Descripción de realizaciones preferidas**

El producto moldeado según la presente invención se describe en detalle a continuación con referencia a los dibujos. Debe entenderse, sin embargo, que la invención no se considera limitada a los dibujos.

30 El producto moldeado según la presente invención es un producto moldeado que tiene un primer miembro (I) que contiene una parte de capa superficial plana y una parte de núcleo sobresaliente, y un segundo miembro (II) que se unifica con él de modo que la parte de núcleo forme una estructura hueca, como se muestra en la figura 1.

El primer miembro (I) está formado por resina reforzada con fibra (A) compuesta principalmente por una fibra de refuerzo (a1) y una resina de matriz (a2).

35 Para la presente invención, es altamente preferible que la fibra de refuerzo (a1) sea fibra de carbono, que es de alto módulo específico y alta resistencia específica, porque es necesario producir un producto moldeado que sea ligero y de alta rigidez. Como refuerzo de fibra, también están disponibles materiales de fibra distintos de la fibra de carbono, que incluyen fibra de vidrio, fibra de aramida, fibra de boro, fibra de PBO, fibra de polietileno de alta resistencia, fibra de alúmina y fibra de carburo de silicio, que se pueden usar como una mezcla de dos o más de las mismas. Estos materiales de fibra de refuerzo pueden ser tratados en superficie. Los métodos de tratamiento en superficie útiles  
40 incluyen tratamiento de revestimiento metálico, tratamiento con un agente de acoplamiento, tratamiento con un agente encolante y la unión de un aditivo.

La fibra de refuerzo puede estar en forma de, por ejemplo, fibras largas paralelas en una dirección, un solo haz de filamentos, tela tejida, tela tricotada, tela no tejida, esterilla o trenzado. Se prefiere el preimpregnado unidireccional porque las fibras están alineadas en una dirección sin un devanado significativo, lo que garantiza un alto factor de capacidad de resistencia en la dirección de la fibra. También es preferible usar, como sustrato de fibra, una pluralidad de placas preimpregnadas unidireccionales apiladas en una estructura de capa apropiada porque el módulo elástico y la resistencia se pueden controlar libremente en diferentes direcciones. El uso de preimpregnados de tela también es preferible porque se pueden obtener materiales con baja anisotropía en resistencia y módulo elástico. También es posible combinar diferentes tipos de placas preimpregnadas, tales como preimpregnado unidireccional y  
50 preimpregnado de tela, para formar un sustrato de fibra.

Para la presente invención, es importante que estos hilos de fibra de refuerzo se extiendan de forma penetrante entre la parte de capa superficial y la parte de núcleo. El término "parte de capa superficial" usado en la presente memoria se refiere a la parte numerada 1 (la parte de capa superficial plana) que es un componente del primer miembro (I) numerado 3 que se muestra en la figura 1. El término "parte de núcleo" usado en la presente memoria se refiere a la parte numerada 2 (la parte de núcleo sobresaliente) que es un componente del primer miembro (I) numerado 3 que se muestra en la figura 1. La expresión "se extiende de forma penetrante" usada en la presente memoria se refiere a un estado en el que un hilo de fibra de refuerzo penetra en la superficie límite entre la parte de capa superficial y la parte de núcleo como se muestra en la figura 2. El hilo de la fibra de refuerzo puede discurrir recto, en una curva o en un arco. Si dichos hilos de fibra de refuerzo están dispersos aleatoriamente como se describe más adelante, pueden cruzarse entre sí de una manera complicada para garantizar un refuerzo más efectivo de la parte de núcleo. El término "superficie límite" usado en la presente memoria se refiere a la superficie límite 6 donde la parte de capa superficial plana 1 y la parte de núcleo sobresaliente 2 se unen entre sí. En la figura 23, por ejemplo, la parte negra donde la parte de capa superficial 1 y la parte de núcleo 2 se unen entre sí es la superficie límite 6.

También es importante que mientras se extienden de forma penetrante entre la parte de capa superficial y la parte de núcleo, 400 o más hilos por milímetro cuadrado penetren a través de la superficie límite entre la parte de capa superficial y la parte de núcleo. Este número de hilos de fibra de refuerzo es preferiblemente 700 por milímetro cuadrado o más, más preferiblemente 1.000 por milímetro cuadrado o más. Este número de hilos de fibra de refuerzo es preferiblemente lo más grande posible desde el punto de vista del refuerzo de la superficie límite entre la parte de capa superficial y la parte de núcleo, pero con el fin de mantener la rigidez y la ligereza y desde el punto de vista de la moldeabilidad, es preferiblemente 10.000 hilos/mm<sup>2</sup> o menos. Si el número de hilos de fibra de refuerzo es inferior a 400 por milímetro cuadrado, su efecto sobre el refuerzo de la parte de núcleo será pequeño, lo que posiblemente cause la rotura de la parte inferior de la parte de núcleo sobresaliente si se aplica una fuerza externa.

También es importante que la fibra de refuerzo (a1) según la presente invención tenga una longitud de fibra promedio en número Ln de 1 mm o más. Esta longitud de fibra Ln es preferiblemente de 2 mm o más, más preferiblemente de 3 mm o más. Con respecto al límite superior de la longitud de fibra Ln, la moldeabilidad puede deteriorarse si la longitud de la fibra es demasiado grande, es preferiblemente de 30 mm o menos, más preferiblemente de 15 mm o menos.

De estas diversas formas de fibra de refuerzo, también es importante que la fibra de refuerzo esté en forma de monofilamentos discontinuos que están dispersos al azar. La expresión "dispersos aleatoriamente" usada en la presente memoria significa que el valor promedio del ángulo de orientación aleatorio medido mediante el método descrito más adelante está en el intervalo de 10 a 80 grados. El ángulo de orientación aleatorio está preferiblemente en el intervalo de 20 a 70 grados, más preferiblemente en el intervalo de 30 a 60 grados, y aún más preferiblemente tan cerca de 45 grados, que es el ángulo ideal, como sea posible. Si el valor promedio del ángulo de orientación aleatorio es inferior a 10 grados o superior a 80 grados, esto significa que muchos de los hilos de fibra de refuerzo están en forma de haces, lo que puede causar un deterioro de las características mecánicas, disminución de la isotropía, o la existencia de un número significativo de hilos de fibra de refuerzo en la dirección del grosor para causar un aumento en la carga económica de la etapa de apilamiento de la capa.

En este contexto, el ángulo de orientación aleatorio formado entre un monofilamento de refuerzo (1) y otro monofilamento de refuerzo (m) que cruza el monofilamento de refuerzo (1) se describe con referencia a la figura 3. Con respecto a un ejemplo de la fibra de refuerzo dispersa al azar (a1), la figura 3 proporciona una vista esquemática que ilustra el estado disperso de los hilos de la fibra de refuerzo, donde solo se ven hilos de la fibra de refuerzo en la dirección del plano. Cuando se mira el monofilamento de refuerzo 10, el monofilamento de refuerzo 10 cruza los monofilamentos de refuerzo 11 a 16. En este contexto, el término "cruce" significa que el monofilamento de refuerzo (1) identificado en un plano observado parece cruzar otro monofilamento de refuerzo (m). En la resina reforzada con fibra real, la fibra de refuerzo 10 no está necesariamente en contacto con la fibra de refuerzo 11 a 16. El ángulo de orientación aleatorio se define como uno de los dos ángulos formados entre los dos monofilamentos de refuerzo que está en el intervalo de 0 grados o más y 90 grados o menos, es decir, el ángulo 17.

Específicamente, los métodos disponibles para determinar el valor promedio del ángulo de orientación aleatorio de la resina reforzada con fibra incluyen, por ejemplo, observar la orientación de la fibra de refuerzo desde la superficie de la resina reforzada con fibra. Este método es preferible porque la fibra de refuerzo se puede observar más claramente si la superficie de la resina reforzada con fibra se pule para exponer la fibra. Además, otro método es observar la orientación de la fibra de refuerzo aplicando un haz de luz que penetra a través de la resina reforzada con fibra. Este método es preferible porque la fibra de refuerzo se puede observar más claramente usando una sección delgada de la resina reforzada con fibra. Otro método más es la observación transmisiva de la resina reforzada con fibra mediante TC de rayos X para fotografiar la imagen de la fibra de refuerzo orientada. Este método es preferible para observar fibra de refuerzo que tiene alta radiolucidez porque la fibra de refuerzo se puede observar más claramente si un material indicador está contenido en la fibra de refuerzo o si la fibra de refuerzo está recubierta con un material indicador.

Desde el punto de vista de la simplificación de los procedimientos de trabajo, un método preferible es eliminar la resina mientras se mantiene la estructura de la fibra de refuerzo, seguido de observar la orientación de la fibra de refuerzo. Como se muestra en la figura 4(a), por ejemplo, una muestra de un producto moldeado se intercala entre dos láminas de malla de acero inoxidable y se fija con tornillos, etc., para evitar que el producto moldeado se mueva y después el

componente de resina se quema o se disuelve, seguido de la observación y el examen de la fibra de refuerzo resultante (figura 4 (b)) mediante microscopía óptica o microscopía electrónica.

Para la presente invención, el valor promedio del ángulo de orientación aleatorio debe medirse en las etapas (1) y (2) que se describen a continuación.

5 (1) Se selecciona aleatoriamente un monofilamento de refuerzo (1) (el monofilamento de refuerzo 10 en la figura 3) y el ángulo de orientación aleatorio se mide para todos los monofilamentos de refuerzo que lo cruzan (monofilamentos de refuerzo 11 a 16 en la figura 3), seguido por determinar el valor promedio. Si el número de monofilamentos de refuerzo que cruzan el monofilamento de refuerzo (1) es demasiado grande, se pueden seleccionar al azar 20 monofilamentos de refuerzo que cruzan el primero y se puede adoptar el valor promedio determinado para ellos.

10 (2) Se seleccionan otros monofilamentos de refuerzo y el procedimiento de medición en la etapa (1) anterior se repite un total de cinco veces y las mediciones se promedian para proporcionar el valor promedio del ángulo de orientación aleatorio.

15 La resina de matriz que se usará puede ser una resina termoendurecible seleccionada del grupo de resinas termoendurecibles descritas más adelante o una resina termoplástica seleccionada del grupo de resinas termoplásticas descritas más adelante.

La resina de matriz (a2) que se usará para la presente invención puede ser una de las resinas termoendurecibles enumeradas a continuación y las preferibles incluyen resina de poliéster insaturado, resina de éster vinílico, resina epoxi, resina de fenol (tipo resol), resina de urea-melamina y resina de poliimida. También se pueden aplicar copolímeros y compuestos modificados de los mismos y/o mezclas de resinas de dos o más de los mismos.

20 Las resinas termoplásticas que se pueden usar como la resina de matriz (a2) para la presente invención incluyen, por ejemplo, las que se enumeran a continuación: resinas basadas en poliéster tales como resina de tereftalato de polietileno (PET), resina de tereftalato de polibutileno (PBT), resina de tereftalato de politrimetileno (PTT), resina de naftalato de polietileno (PENp) y poliéster de cristal líquido; resinas de poliolefina tales como resina de polietileno (PE), resina de polipropileno (PP) y resina de polibutileno, y otras tales como resina a base de estireno, resina de uretano,  
25 resina de polioxietileno (POM), resina de poliamida (PA), resina de policarbonato (PC), resina de polimetacrilato de metilo (PMMA), resina de cloruro de polivinilo (PVC), resina de sulfuro de polifenileno (PPS), resina de éter de polifenileno (PPE), resina de PPE modificada, resina de poliimida (PI), resina de poliamida-imida (PAI), resina de polieterimida (PEI), resina de polisulfona (PSU), resina de PSU modificada, resina de polietersulfona (PES), resina de policetona (PK), resina de poliéter cetona (PEK), resina de poliéter éter cetona (PEEK), resina de poliéter cetona cetona (PEKK), resina de polialilato (PAR), resina de poliéter nitrilo (PEN), resina fenólica, resina fenoxi, politetrafluoroetileno y otras resinas basadas en flúor, así como copolímeros y productos modificados de los mismos y mezclas de resinas de dos o más de las mismas. En particular, las más preferibles a usar como la resina de matriz (a2) incluyen resina de PPS y resina de PEEK desde el punto de vista de la resistencia al calor y la resistencia química;  
30 resina de policarbonato desde el punto de vista de la apariencia y estabilidad dimensional de los productos moldeados; resina de poliamida y resina de poliéster desde el punto de vista de la resistencia y la resistencia al impacto de los productos moldeados; y resina de polipropileno desde el punto de vista de la ligereza.

A las resinas termoendurecibles y las resinas termoplásticas dadas anteriormente, se pueden añadir agentes mejoradores de la resistencia al impacto, tales como elastómeros y componentes de caucho, y otras cargas y aditivos, a menos que los efectos de la presente invención resulten alterados. Sus ejemplos incluyen cargas inorgánicas,  
40 retardantes de la llama, agentes de desarrollo de conductividad eléctrica, agentes de nucleación de cristales, absorbentes de rayos ultravioleta, antioxidantes, agentes amortiguadores de vibraciones, agentes antibacterianos, insecticidas, desodorantes, agentes de protección del color, estabilizantes térmicos, agentes desmoldeadores, agentes antiestáticos, plastificantes, lubricantes, agentes colorantes, pigmentos, tintes, agentes espumantes, agentes de control de burbujas y agentes de acoplamiento.

45 En el primer miembro (I) del producto moldeado según la presente invención, la homogeneización de la parte de capa superficial y la parte de núcleo es preferiblemente del 70 % o más. El término "homogeneización" usado en la presente memoria se refiere a la proporción de la tasa de compactación en peso de la fibra de refuerzo que existe en la parte de núcleo respecto a la tasa de compactación en peso de la fibra de refuerzo que existe en la parte de capa superficial. La homogeneización es más preferiblemente del 80 % o más y aún más preferiblemente tal cerca del 100 %, es decir,  
50 el valor ideal, como sea posible, lo que significa que la tasa de compactación en peso en la parte de capa superficial es más preferiblemente igual a la tasa de compactación en peso en la parte de núcleo. Si la homogeneización es inferior al 70 %, la parte de núcleo no está suficientemente llena de fibra de refuerzo y, por consiguiente, funciona como un punto débil en el producto moldeado, lo que causa una disminución en la rigidez del producto moldeado.

55 Para la fibra de refuerzo (a1) según la presente invención que se extiende de forma penetrante entre la parte de capa superficial y la parte de núcleo, es preferible que la tasa de longitud de fibra  $L_p$ , que se definirá más adelante, sea del 30 % al 50 % y que al mismo tiempo, la tasa reforzada con fibra, que se definirá más adelante, sea 10 o más. El término "tasa de longitud de fibra" usado en la presente memoria se refiere a la proporción de la longitud de ese segmento de un hilo de fibra de refuerzo que se extiende en la parte de capa superficial o en la parte de núcleo desde



la superficie límite entre ellas, la que sea la más corta. En este caso, la ecuación (1) dada a continuación, se usa si la relación de longitud entre la longitud  $L_r$  ( $\mu\text{m}$ ) de ese segmento del hilo que existe en la parte de núcleo y la longitud  $L_f$  ( $\mu\text{m}$ ) de ese segmento del hilo que existe en la parte de capa superficial es como se representa mediante  $L_r \leq L_f$  o la ecuación (2) dada a continuación se usa si es como se representa mediante  $L_r > L_f$ .

5 [Fórmula 1]

Tasa de longitud de fibra  $L_p = \{L_r / (L_r + L_f)\} \times 100 \dots (1)$

[Fórmula 2]

Tasa de longitud de fibra  $L_p = \{L_f / (L_r + L_f)\} \times 100 \dots (2)$

10 La tasa de longitud de fibra es más preferiblemente del 40 % o más, aún más preferiblemente tan cerca del 50 % como sea posible, donde 50 % significa que el hilo de la fibra de refuerzo cruza la superficie límite entre la parte de capa superficial y la parte de núcleo en el centro del hilo, lo que permite un refuerzo efectivo de la parte de núcleo. El término "tasa reforzada con fibra" usando en la presente memoria se refiere a la longitud de ese segmento del hilo de fibra de refuerzo que sale en la parte de capa superficial o en la parte de núcleo. Como en el caso de la tasa de longitud de fibra, se define para ese segmento del hilo que sale en la parte de capa superficial o en la parte de núcleo, la que sea  
15 la más corta, y la ecuación (3) dada a continuación se usa cuando  $L_r \leq L_f$  mientras que la ecuación (4) dada a continuación se usa cuando  $L_r > L_f$ .

[Fórmula 3]

Tasa reforzada con fibra  $Fr = (L_r \times (L_p / 100)) \times 100 \dots (3)$

[Fórmula 4]

20 Tasa reforzada con fibra  $Fr = (L_f \times (L_p / 100)) \times 100 \dots (4)$

Para garantizar un refuerzo efectivo, la tasa reforzada con fibra  $Fr$  es más preferiblemente 20 o más y de forma particularmente preferible 50 o más. Desde el punto de vista de la moldeabilidad, la tasa reforzada con fibra es preferiblemente de 500 o menos. Si es menor que 10, esto significa que el segmento de la fibra de refuerzo que existe en la parte de capa superficial o aquel en la parte de núcleo es tan corto que la parte de núcleo no puede reforzarse de manera efectiva. Como se ilustra en la figura 5, un hilo de fibra de refuerzo que se extiende a través de la superficie límite 6 entre la parte de capa de superficie y la parte de núcleo se selecciona aleatoriamente, y la longitud  $L_r$  en la parte de núcleo de la superficie límite 6 se mide mientras que la longitud  $L_f$  en la parte de capa superficial desde la superficie límite 6 también se mide con el mismo método. La longitud de la fibra se puede observar y medir mediante el mismo método que se usa para la observación del ángulo de orientación bidimensional descrito anteriormente.

30 En un producto moldeado producido a partir del primer miembro (I) que contiene una parte de núcleo reforzada con fibra de refuerzo como se describió anteriormente, la parte de núcleo es tan resistente como para resistir fuerzas externas tales como la fuerza de flexión y sirve para aumentar la rigidez de todo el producto moldeado. El grado de refuerzo de la parte de núcleo puede evaluarse basándose en mediciones de la resistencia al cizallamiento de la parte de núcleo que se definirá más adelante.

35 El término "estructura hueca" usando para la presente invención se refiere a una estructura como se ilustra en la figura 6 que contiene un hueco 24 formado por la parte de capa superficial, la forma sobresaliente 22 y la forma sobresaliente 23 del primer miembro (I) 3 y la parte de capa superficial del segundo miembro (II) 4. Se pueden usar diferentes tipos de formas sobresalientes, incluyendo plana, curva y ondulada, y se forman diferentes estructuras huecas combinando estas formas sobresalientes. La expresión "el plano proyectado más grande" de una estructura hueca usada para la presente invención se refiere al plano que tiene el área máxima que se forma al proyectar la estructura hueca mostrada en la figura 7 (por ejemplo, Aa en la figura 7). El término "plano proyectado" usado para la presente invención se refiere a lo que se ve cuando se mira desde la dirección perpendicular a la parte de capa superficial del primer miembro (I) (por ejemplo, la dirección indicada por la flecha A en la figura 7) y, en comparación con el mismo, también se refiere a los planos proyectados que se ven cuando se mira desde direcciones paralelas al producto moldeado o el primer miembro (I) a medida que giran 90 grados (por ejemplo, las direcciones indicadas por la flecha B o la flecha C en la figura 7). En el caso de una forma sin una parte plana, tal como una esfera, el círculo formado como un plano proyectado tiene el área más grande, es decir, el plano proyectado más grande se produce en una posición donde el diámetro alcanza un máximo. Si hay una pluralidad de planos proyectados más grandes, el que está perpendicular a la dirección de las probables fuerzas externas que se supone que se producen en el producto moldeado se adopta como el plano proyectado más grande de la estructura hueca.  
50

Para la presente invención, el área proyectada de la parte de núcleo preferiblemente representa del 5 % al 80 % del área proyectada de la parte de capa superficial, más preferiblemente en el intervalo del 20 % al 60 % desde el punto de vista de mantener tanto la rigidez como la ligereza. Si la proporción del área proyectada de la parte de núcleo es inferior al 5 %, el producto moldeado sufrirá una disminución en las características mecánicas, tal como una mayor vulnerabilidad de la parte de núcleo, mientras que si es más del 80 %, los huecos disminuirán, lo que causa un deterioro  
55

en la ligereza. Los términos "el área proyectada de la parte de capa superficial" y "el área proyectada de la parte de núcleo" usando para la presente invención se refieren a las observaciones realizadas desde la dirección perpendicular a la parte de capa superficial y en la figura 8, el área proyectada de la parte de capa superficial es la región sombreada (a), mientras que el área proyectada de la parte de núcleo es la región sombreada (b). Para determinar las áreas proyectadas de estas partes, los métodos útiles incluyen, por ejemplo, uno en el que se observa una imagen de la superficie de la parte de núcleo con un escáner y se binariza para determinar el área de la parte de núcleo, una en la que la anchura y la longitud de la parte de núcleo se miden con un micrómetro o calibres, seguido de un cálculo y una en la que el área de la parte de núcleo se calcula a partir del área del hueco formado por la parte de núcleo.

El segundo miembro (II) según la presente invención puede ser uno formado por una resina termoendurecible o una resina termoplástica o uno formado por una resina reforzada con fibra que contiene fibra de refuerzo y desde el punto de vista de la rigidez del producto moldeado, es preferiblemente uno que tiene una parte de núcleo sobresaliente similar al primer miembro (I). Miembros de conexión y de unión que tienen la misma forma permiten que la superficie de unión, que puede actuar como un punto débil, esté ubicada en la superficie central (eje neutro) del producto moldeado. Solo es necesario preparar miembros de forma idéntica y sirve para reducir los costes de producción de los miembros requeridos.

El plano proyectado más grande de una estructura hueca que se forma en la parte de núcleo mediante las formas sobresalientes según la presente invención puede tener cualquiera de diversas formas, incluyendo polígonos (tales como triángulo, cuadrado y hexágono, mostrados en la figura 9(a), (b) y (c), respectivamente), círculo perfecto (como se muestra en la figura 9(d)), elipse, estados de forma indeterminada, forma de sobre-cableado (OX), forma de campana colgante (flexible), bisecto, pluma y diamante (figura 10(e)), espiga (figura 10(f)), forma de "+" deformada (figura 10(g)), sector (figura 10(h)), forma de "+" (figura 10(i)), y la combinación de "o" y "+" (figura 10(j)), y su forma puede ser una de las primeras o una combinación de una pluralidad de ellas que pueden tener diferentes tamaños. En particular, en vista de la resistencia mecánica y la idoneidad para la producción en masa, la forma es preferiblemente al menos una de las siguientes: círculo, elipse, rombo, triángulo equilátero, cuadrado, rectángulo y hexágono regular.

La sección transversal en dirección de la altura de la parte de núcleo puede tener, por ejemplo, una forma de chaflán (a) que se ensancha en la parte inferior como el pie de una montaña o una forma cónica (b) que se inclina de arriba a abajo como se muestra en la figura 11.

Las formas sobresalientes en el producto moldeado contienen preferiblemente resina reforzada con fibra formada por al menos una fibra de refuerzo (a1) y una resina de matriz (a2) seleccionada de los grupos proporcionados previamente. Las formas sobresalientes se pueden producir a partir de resina reforzada con fibra mediante un método de moldeo tal como moldeo a presión, moldeo por inyección y moldeo RTM usando un molde cóncavo como se muestra en la figura 12. Desde el punto de vista de proporcionar un producto moldeado con alta rigidez y acortar el proceso de moldeo, es preferible producir un cuerpo unificado que consiste en una parte de capa superficial y una parte de núcleo como se muestra en la figura 13, en lugar de producir formas sobresalientes independientemente, mediante un método generalmente conocido.

Las formas sobresalientes en un producto moldeado tienen preferiblemente una altura de 2,0 mm o menos, más preferiblemente 1,5 mm o menos, y de forma particularmente preferible 1,0 mm o menos. El término "altura de las formas sobresalientes" usando en la presente memoria se refiere a la altura  $h_r$  mostrada en la figura 6, es decir, la distancia desde la superficie límite (numerada con 6 en la figura 5) entre la parte de capa superficial y la parte de núcleo hasta los extremos de la parte de núcleo (longitud de la parte 2, indicada mediante una flecha, en la figura 5) en el primer miembro (I). La posesión de formas sobresalientes de dicha altura permite que el producto moldeado tenga un mayor grosor al mismo tiempo que mantiene la ligereza y también permite que el producto moldeado tenga una mayor rigidez. Con respecto al límite inferior de la altura de las formas sobresalientes, la altura es preferiblemente de 0,3 mm o más, más preferiblemente de 0,5 mm o más, y de forma particularmente preferible de 0,8 mm o más desde el punto de vista de la ligereza y la rigidez mejoradas. También es preferible que la altura  $h_r$  (mm) de la parte de núcleo cumpla la relación  $h_r \geq 3 \times h_0$  donde  $h_0$  (mm) denota el grosor de la parte de capa superficial que se une con la parte de núcleo. Los métodos disponibles para medir el grosor  $h_0$  de la parte de capa superficial del primer miembro (I) incluyen el uso de medios de medición existentes incluyendo, por ejemplo, calibres, micrómetro, medidor de desplazamiento láser y cámara para fotografiar el grosor. Un método preferible para una medición simple y precisa es dejar el producto moldeado en reposo durante 10 minutos en una atmósfera a una temperatura de 23 °C y después medir el grosor de la placa frontal con un micrómetro en 10 posiciones seleccionadas al azar ubicadas a intervalos de aproximadamente 100 mm, seguido de un cálculo del promedio para dar un valor que represente el grosor de la placa frontal. La altura de la parte de núcleo debe ser lo más grande posible para mejorar el efecto en el refuerzo del producto moldeado y, preferiblemente, cumple la relación  $h_r \geq 3 \times h_0$ . Con respecto al límite superior de la altura de la parte de núcleo, cuando se forma la parte de núcleo, por ejemplo, como resultado del flujo antiplano del material fuera de la parte de capa superficial en el transcurso del moldeo a presión, habrá un límite para la cantidad de material que puede fluir hacia la parte de núcleo desde la parte de capa superficial si no es lo suficientemente gruesa y, por consiguiente, el grosor  $h_r$  generalmente no es más de 50 veces el grosor  $h_0$ . Una parte de núcleo será difícil de moldear si es demasiado alta, pero la moldeabilidad y el efecto de refuerzo de la parte de capa superficial se pueden garantizar mediante el uso de una pluralidad de partes de núcleo bajas.

(Producto moldeado)

Desde el punto de vista de su aplicabilidad a los usos previstos de la presente invención, el producto moldeado según la presente invención tiene preferiblemente un grosor máximo de placa de 3,0 mm o menos, más preferiblemente de 2,0 mm o menos. El término "grosor máximo" usando en la presente memoria se refiere al grosor t de la parte más gruesa del producto moldeado como se muestra en la figura 6, que no incluye aquellas partes en las cuales se proporcionan intencionalmente formas tales como irregularidades y salientes.

Desde el punto de vista de la ligereza mejorada, el producto moldeado según la presente invención tiene preferiblemente un peso específico de 1,0 o menos, más preferiblemente 0,8 o menos. En general, el peso específico de un producto moldeado que contiene huecos, tal como el producto según la presente invención, se refiere a su peso específico aparente (peso específico a granel), que incluye el peso y el volumen del hueco que existe en el producto moldeado. Para determinar el peso específico de dicho producto moldeado, el volumen aparente del producto moldeado se calcula mediante el método A (método de inmersión) descrito en la norma JIS-K 7112, seguido de un cálculo del peso específica aparente. Si en este caso, el peso específico del producto moldeado es 1,0 o menos y la evaluación no se puede realizar usando agua, entonces se puede usar un líquido con un peso específico menor que 1,0, tal como el etanol, como líquido de inmersión. Si se usa un líquido de este tipo distinto del agua como líquido de inmersión, es necesario medir la densidad del líquido de inmersión en otro lugar y esta medición se puede realizar mediante un método de evaluación generalmente conocido, tal como el uso de un picnómetro. Si el peso específico es tan bajo como menos de 1,0 y no se puede medir ni siquiera usando un líquido como etanol, un método útil es medir el peso del producto moldeado usando una balanza de precisión, medir la longitud, la anchura y el grosor del producto moldeado usando calibres o un micrómetro, calcular el volumen a partir de las mediciones y dividir el peso del producto moldeado por el volumen del producto moldeado para determinar el peso específico del producto moldeado.

(Producto moldeado unificado)

Como se ve en la figura 14, el producto moldeado unificado según la presente invención consiste en un producto moldeado como se ha descrito anteriormente y un tercer miembro (III) que se une al producto moldeado. Para producir un producto moldeado unificado de una forma complicada, un producto moldeado de, por ejemplo, una forma plana se combina con un tercer miembro (III) que tiene una forma que cambia a lo largo de la dirección del grosor, proporcionando de este modo un cuerpo de una forma complicada. Una forma plana como se menciona en la presente memoria significa que la mayor parte del área proyectada de un producto moldeado está compuesta por un plano plano o un plano curvo suave como se ve típicamente en la figura 14. Una forma plana, por ejemplo, puede contener una parte curva con un radio de curvatura de 1.000 m o menos y un plano de un producto moldeado puede contener una pluralidad de dichas partes curvas dispuestas de manera discontinua o dispersa. Dicho plano puede contener una parte retorcida con un radio de curvatura de 5 mm o más. Un plano en su totalidad puede tener una forma tridimensional que consiste en una pluralidad de dichas partes curvas.

El tercer miembro (III), por otro lado, está unificado con un producto moldeado para proporcionar un producto moldeado unificado de forma complicada. Las formas complicadas como se denominan en la presente memoria son las que tienen variación de grosor en las direcciones de anchura, profundidad y altura, tales como partes de trabajo estructurales, partes diseñadas geoméricamente y salientes y rebajes formados intencionalmente. Los típicos incluyen marcos, paredes ascendentes, bisagras y nervaduras salientes, tales como el tercer miembro (III) en la figura 14. Para producir un tercer miembro (III), es preferible usar un método adecuado para la producción en masa y la fabricación eficiente en comparación con los usados para el producto moldeado.

Para el tercer miembro (III), los materiales preferidos incluyen resinas termoendurecibles apropiadas seleccionadas del grupo mencionado anteriormente de resina termoendurecible, resinas termoplásticas apropiadas seleccionadas del grupo mencionado anteriormente de resinas termoplásticas, cemento, hormigón, materiales reforzados con fibra de los mismos, madera, materiales a base de metales, materiales a base de papel. Específicamente, las resinas termoplásticas se prefieren desde el punto de vista de la moldeabilidad, las resinas termoplásticas reforzadas con fibra se prefieren desde el punto de vista de la mejora en las características mecánicas, y los materiales a base de metal se prefieren desde el punto de vista de una mejora adicional en las características mecánicas del producto moldeado a pesar de ser inferiores en ligereza. En particular, el uso de una composición de resina termoplástica compuesta por fibras de refuerzo discontinuas dispersas en resina termoplástica es altamente preferible para garantizar al mismo tiempo una alta productividad de masa, moldeabilidad, ligereza y características mecánicas. Cuando se usa fibra de carbono como fibra de refuerzo en este caso, la fibra de refuerzo representa preferiblemente del 5 al 75 % en peso, preferiblemente del 15 al 65 % en peso, de la composición de resina termoplástica desde el punto de vista del equilibrio con moldeabilidad, resistencia y ligereza.

En el producto moldeado unificado según la presente invención, es preferible que el producto moldeado sea el componente principal. Específicamente, es preferible que el producto moldeado represente el 50 % o más del área proyectada de un producto moldeado unificado, y es más preferible que el producto moldeado represente el 70 % o más del área proyectada.

Para la producción del producto moldeado unificado según la presente invención, los métodos de unificación

disponibles incluyen, por ejemplo, el uso de un adhesivo para su unificación y el uso de pernos y tornillos para su unificación. Para la unificación con un miembro termoplástico, los métodos preferidos incluyen soldadura por calor, soldadura por vibración, soldadura por ultrasonidos, soldadura por láser, moldeo por inyección sobre inserto y moldeo por inyección sobre inserto exterior. El moldeo sobre inserto y el moldeo sobre inserto externo se prefieren desde el punto de vista del ciclo de moldeo.

Los ejemplos de las aplicaciones del producto moldeado según la presente invención y los productos moldeados unificados producidos a partir del mismo incluyen, por ejemplo, piezas, componentes y cubiertas de instrumentos eléctricos o electrónicos tales como diversos engranajes, diversas cubiertas, sensores, lámparas LED, conectores, tomas, resistencias, cajas de relés, interruptores, bobinas helicoidales, condensadores, detectores ópticos, vibradores, diversas placas de terminales, transformadores, enchufes, placas de cableado de impresión, sintonizadores, altavoces, micrófonos, auriculares, motores pequeños, bases de cabezales magnéticos, módulos de potencia, semiconductores, pantallas, carros FDD, chasis, unidades de disco duro, osciladores maestros, portaescobillas de motor, antenas parabólicas, ordenadores portátiles, teléfonos portátiles, cámaras fotográficas digitales, PDA, MD portátiles y pantallas de plasma; piezas, componentes y cubiertas de productos para el hogar o la oficina, tales como teléfonos, faxes, grabadoras de vídeo, fotocopiadoras, televisores, planchas, secadores de pelo, arroceras, hornos de microondas, instrumentos de audio, limpiadores, productos de tocador, Laser Disks (marca registrada), discos compactos, sistemas de iluminación, refrigeradores, acondicionadores de aire, máquinas de escribir y procesadores de texto; piezas, componentes y cubiertas de máquinas recreativas y productos de entretenimiento tales como máquinas de pinball, máquinas tragaperras y máquinas de juegos; piezas, componentes y cubiertas de máquinas de precisión e instrumentos ópticos tales como microscopios, binoculares, cámaras y relojes; instrumentos médicos tales como cartuchos de rayos X; piezas, componentes y paneles externos de automóviles y motocicletas, tales como piezas de motores, terminales de alternadores, conectores de alternadores, reguladores de circuitos integrados, bases de potenciómetro de atenuación de luz, piezas de suspensión, válvulas de gases de escape, otras válvulas diversas, piezas relacionadas con el combustible, diversos tubos relacionados con el escape o relacionados con la succión, tubos de la boquilla de aspiración de aire, colectores de admisión, diversos brazos, diversos marcos, diversas bisagras, diversos cojinetes, bombas de combustible, tanques de gasolina, tanques de GNC, juntas de agua de refrigeración del motor, cuerpos principales del carburador, espaciadores del carburador, sensores de gases de escape, sensores de agua de refrigeración, sensores de temperatura del aceite, sensores de desgaste de las pastillas de freno, sensores de posición del acelerador, sensores de posición del cigüeñal, medidores de flujo de aire, sensores de abrasión de las pastillas de freno, bases de termostato del aire acondicionado, válvulas de control de flujo de aire de calefacción, portaescobillas del motor del radiador, impulsores de bomba de agua, álabes de turbina, piezas de motor de limpiaparabrisas, distribuidores, interruptores de arranque, relés de arranque, mazos de cables de transmisión, boquillas de lavavajillas sin agua, sustratos de interruptor de panel de acondicionador de aire, bobinas de las válvulas electromagnéticas relacionadas con el combustible, conectores de fusibles, bandejas de baterías, soportes AT, soportes de la lámpara principal, carcasa del pedal, volantes, vigas de puertas, protectores, chasis, marcos, reposabrazos, terminales de bocina, rotores del motor paso a paso, zócalos de lámparas, reflectores de lámparas, carcasas de lámparas, pistones de frenos, protectores contra ruido, soportes de radiador, cubiertas de llantas de repuesto, carcasas de chapa, bobinas de solenoide, filtros de aceite del motor, cubiertas de dispositivos de encendido, cubiertas internas, placas protectoras, guarniciones de montantes, ejes de transmisión, ruedas, guardabarros, fascias, parachoques, vigas de parachoques, capós, piezas aerodinámicas, plataformas, persianas, techos, paneles de instrumentos, alerones y diversos módulos; piezas, componentes y paneles externos relacionados con aviones, tales como vainas del tren de aterrizaje, aletas, alerones, bordes, escaleras, elevadores, carenados y nervaduras; piezas y componentes relacionados con el deporte, tales como diversas raquetas, fustes de palos de golf, yates, tablas, equipos de esquí, cañas de pescar y bicicletas; piezas relacionadas con satélites artificiales; y materiales de construcción tales como paneles.

De estos, se prefieren como materiales que requieren ligereza y alta rigidez, tales como para instrumentos eléctricos y electrónicos que incluyen ordenadores personales, pantallas, teléfonos portátiles y terminales de información portátiles, así como instrumentos de automatización de oficinas, electrodomésticos, instrumentos de atención médica, piezas de automóvil, piezas de aviones y materiales de construcción. En particular, es preferible usar el producto moldeado según la presente invención como paneles superiores (tableros superiores) de carcasas que contienen muchas partes planas, entre otras, porque puede exhibir completamente sus características, incluyendo delgadez, ligereza, alta rigidez y resistencia al impacto.

En general, se sabe que diversas resinas reforzadas con fibra difieren en fluidez dependiendo del tipo, la forma, la disposición y las proporciones de mezcla de la fibra de refuerzo y/o la resina contenida. Para producir una parte de núcleo sobresaliente que tiene nervaduras, etc., mediante moldeo, es preferible usar resina reforzada con fibra con alta fluidez, mientras que es preferible usar resina reforzada con fibra con baja fluidez cuando se produce una parte de capa superficial plana desde el punto de vista de mantener la isotropía y evitar que fluya la resina reforzada con fibra con propiedades uniformes. Como se ha descrito anteriormente, las resinas reforzadas con fibra apropiadas se seleccionan para diferentes partes donde las resinas deben o no fluir con facilidad, y algunos métodos para estimar su fluidez se describen a continuación.

Para la presente invención, una lámina de resina reforzada con fibra formada por la resina reforzada con fibra que constituye el primer miembro (I) se denomina "capa de resina reforzada con fibra". No hay limitaciones específicas en la lámina de resina reforzada con fibra, pero sus formas preferibles se describirán más adelante.

En primer lugar, un buen método es comparar el grado de fluidez de las resinas reforzadas con fibra basándose en su viscosidad aparente. Las resinas reforzadas con fibra con una viscosidad más alta tienen menor fluidez. Los dispositivos de medición disponibles para la viscosidad aparente incluyen medidor de caudal de fundido y reómetro. En segundo lugar, otro método es comparar el grado de fluidez basándose en el grado de interferencia de la fibra. En la resina fundida, se imponen restricciones más grandes sobre diferentes fibras de refuerzo y su grado de libertad disminuye a medida que aumenta la interferencia entre las fibras de refuerzo. Por ello, las resinas reforzadas con fibra con un mayor grado de interferencia de fibra son menores en el grado de fluidez. Un tercer método es comparar el grado de fluidez de las interferencias de fibra en función de su tasa de extensión. La "tasa de extensión" a la que se hace referencia en la presente memoria se determina calentando una muestra similar a un disco de una capa de resina reforzada con fibra por encima de su punto de fusión, moldeándola a presión y calculando la relación (en porcentaje) entre el área de la capa de resina reforzada con fibra medida antes y después del moldeo a presión. Las resinas reforzadas con fibra con una menor tasa de extensión tienen menor fluidez.

De los métodos mencionados anteriormente para determinar la fluidez de la resina reforzada con fibra, los que usan la interferencia de la fibra o la tasa de extensión se usan en este contexto para realizar una comparación en la fluidez de la resina reforzada con fibra para la presente invención. En primer lugar, el parámetro de densidad  $p$ , que es un indicador del grado de interferencia de la fibra, se describe a continuación.

El "parámetro de densidad" de la resina reforzada con fibra usada para la presente invención es un indicador del grado de interferencia de la fibra. Este parámetro depende de la cantidad de mezcla, la longitud de la fibra, el diámetro de la fibra y el número de monofilamentos contenidos en una unidad de flujo de la fibra de refuerzo y puede representarse mediante la ecuación (5) que se presenta a continuación. En este contexto,  $n$  es el número de unidades de flujo de fibra de refuerzo contenidas en una unidad de área ( $1 \text{ mm}^2$ ) de la resina reforzada con fibra,  $h$  el grosor (mm) de la capa de resina reforzada con fibra, y  $L_n$  es la longitud promedio de la fibra (mm) de la fibra de refuerzo.

[Fórmula 5]

$$p = \frac{n \times L_n^2}{h} \dots (5)$$

Además, el número  $n$  de unidades de flujo de fibra de refuerzo contenidas en una unidad de área ( $1 \text{ mm}^2$ ) de la resina reforzada con fibra se calcula mediante la ecuación (6) que se presenta a continuación. En este contexto,  $w_f$  es el peso base (peso por unidad de área de superficie) ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) de la fibra de refuerzo contenida en la resina reforzada con fibra,  $d_0$  el diámetro ( $\mu\text{m}$ ) de los monofilamentos,  $L_n$  es la longitud de fibra promedio en número (mm) de la fibra de refuerzo,  $\rho_f$  la densidad ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) de la fibra de refuerzo, y  $k$  el número promedio agrupado de las unidades de flujo. El término "unidad de flujo" usado en la presente memoria se refiere a un hilo de fibra de refuerzo o un agregado de dichos hilos. Por ejemplo, cada monofilamento individual se considera una unidad de flujo en el caso de fibra de refuerzo en la que los monofilamentos están dispersos como se muestra en la figura 3, mientras que los hilos de fibra de refuerzo tienen la forma de haces de fibra como en el caso del SMC que se muestra en la figura 15, cada haz de fibras se considera como una unidad de flujo. En este contexto, el requisito de que un haz de fibras se considere como una unidad de flujo se describe a continuación con referencia a la figura 16. Si un agregado de fibra compuesto de fibra de refuerzo forma un ángulo de  $5^\circ$  o menos con monofilamentos o agregados de fibra vecinos y es sustancialmente adyacente ellos, estos se consideran como un haz de fibras, es decir, una unidad de flujo, y de lo contrario, se consideran unidades de flujo independientes.

[Fórmula 6]

$$n = \frac{w_f}{10^6} \times \frac{1}{\pi \times \left(\frac{d_0}{2}\right)^2 \times L_n \times \rho_f} \times \frac{1}{k} \dots (6)$$

Los parámetros usados para determinar el parámetro de densidad se describen a continuación. En este contexto, se supone una capa de resina reforzada con fibra no calentada al calcular los parámetros de una capa de resina reforzada con fibra que se usará para determinar el parámetro de densidad. Por ejemplo, a medida que se calienta una capa de resina reforzada con fibra, una capa de resina reforzada con fibra que contiene un agente espumante puede expandirse para causar un cambio de volumen o la resina termoplástica puede fundirse bajo calor para causar la recuperación de forma como resultado de la recuperación elástica de la fibra de refuerzo que se libera de la restricción, lo que provoca un cambio de volumen. Por lo tanto, podría producirse una variación en el parámetro de densidad incluso si el calentamiento no causa cambios sustanciales en las proporciones de mezcla de la fibra de refuerzo y la resina termoplástica. Por ello, el supuesto anterior está destinado a eliminar este problema. Por ello, los cálculos se realizan suponiendo que la capa de resina reforzada con fibra está sustancialmente libre de vacíos y que la resina está completamente impregnada.

El número promedio agrupado  $k$  se describe primero a continuación. El número promedio agrupado  $k$  se define como el número de monofilamentos que constituyen una unidad de flujo. Los métodos disponibles para determinar el número promedio agrupado  $k$  incluyen uno en el que se observa una unidad de flujo compuesta por fibra de refuerzo y el número de monofilamentos se determina directamente contando todos ellos y uno en el que se mide el diámetro  $d_0$  ( $\mu\text{m}$ ) de los monofilamentos de antemano y el número de monofilamentos se calcula aproximadamente a partir de la

anchura y la altura de la unidad de flujo como se muestra en la figura 17. Si una unidad de flujo contiene un gran número de monofilamentos, es preferible usar el método de cálculo del parámetro a partir de anchura y altura de la unidad de flujo. Es preferible usar un microscopio electrónico de barrido (SEM) o un microscopio óptico para observar unidades de flujo compuestas de fibra de refuerzo. Se puede usar un microscopio electrónico de barrido (SEM) para la observación del diámetro  $d_0$  de los monofilamentos. Si los monofilamentos no son perfectamente circulares, se puede usar el promedio de 10 mediciones realizadas aleatoriamente. A continuación se describe un método para eliminar el componente de resina de la resina reforzada con fibra para obtener solo la fibra de refuerzo. Los métodos disponibles incluyen disolver la resina con un disolvente que disuelve solo la resina en la resina reforzada con fibra (método de disolución) y separar la fibra de refuerzo quemando solo la resina en un intervalo de temperatura donde la fibra de refuerzo no sufre una pérdida de peso debido a la oxidación (método de quemado) que se puede usar cuando no hay ningún disolvente que pueda disolver la resina. De la fibra de refuerzo separada de este modo, se seleccionan al azar 100 unidades de flujo de fibra de refuerzo y se mide el número de monofilamentos contenidos en cada una de las unidades de flujo, seguido del cálculo del promedio, que puede adoptarse como el número promedio agrupado  $k$ . En este contexto, se debe tener en cuenta que para la extracción de fibra de refuerzo de la resina reforzada con fibra, el método de quemado y el método de disolución dan resultados similares que no difieren significativamente si se llevan a cabo en las condiciones apropiadamente seleccionadas.

A continuación, un método útil para medir la longitud de fibra promedio en número  $L_n$  de la fibra de refuerzo contenida en la resina reforzada con fibra es retirar el componente de resina contenido en la resina reforzada con fibra mediante el método de retirada del componente de resina descrito anteriormente y separar a continuación la fibra de refuerzo, seguido de una medición basada en observaciones microscópicas. Para la medición, se seleccionan aleatoriamente 400 hilos de la fibra de refuerzo y su longitud se mide con una precisión de hasta unidades de micrómetros bajo un microscopio óptico, seguido por el cálculo de la longitud de fibra promedio en número  $L_n$  mediante la ecuación (7) que se proporciona a continuación. En este contexto, se debe tener en cuenta que para la extracción de fibra de refuerzo de la resina reforzada con fibra, el método de quemado y el método de disolución dan resultados similares que no difieren significativamente si se llevan a cabo en las condiciones apropiadamente seleccionadas.

[Fórmula 7]

$$L_n = \frac{\sum L_i}{400} \dots (7)$$

$L_i$ : longitud de la fibra medida ( $i = 1, 2, 3, \dots, 400$ )

El peso base  $W_f$  de la fibra de refuerzo contenida en la resina reforzada con fibra puede determinarse retirando el componente de resina de la capa de resina reforzada con fibra y midiendo el peso de la fibra de refuerzo sola. Para retirar el componente de resina de la resina reforzada con fibra, es preferible usar el método mencionado anteriormente diseñado para retirar el componente de resina. El peso puede determinarse usando un instrumento de pesaje electrónico o una balanza electrónica. Para la determinación, es preferible usar una muestra de 100 mm x 100 mm de la resina reforzada con fibra y realizar tres mediciones, seguidas del cálculo del promedio.

La densidad  $\rho_f$  de la fibra de refuerzo se puede determinar mediante un método tal como el método de inmersión, el método del picnómetro y el método de inmersión-flotación. Solo el componente de resina se retira de una muestra de 10 mm x 10 mm de una capa de resina reforzada con fibra mediante el método de disolución o el método de quemado y la fibra de refuerzo restante se usa para la medición. Por ejemplo, se realizan tres mediciones y se usa su promedio.

Los métodos disponibles para medir el grosor  $h$  de una capa de resina reforzada con fibra incluyen el uso de medios de medición existentes que incluyen, por ejemplo, calibres, micrómetro, medidor de desplazamiento láser y cámara para fotografiar el grosor, como en el caso de medición del grosor  $h_0$  de la parte de capa superficial del primer miembro (I). Específicamente, un método útil para la medición simple y precisa es dejar una capa de resina reforzada con fibra reposar durante 10 minutos en una atmósfera a una temperatura de 23 °C y después medir el grosor con un micrómetro en 10 posiciones seleccionadas al azar ubicadas a intervalos de aproximadamente 100 mm, seguido de un cálculo del promedio para dar un valor que represente el grosor de la capa de resina reforzada con fibra.

A continuación se describe la tasa de extensión usada para la invención. Para medir la velocidad de extensión, se coloca una muestra similar a un disco, cortada de una capa de resina reforzada con fibra en un molde que tiene un par de planos internos opuestos, cóncavos y convexos, y la capa de resina reforzada con fibra se calienta a una temperatura superior en 35 °C a la temperatura de reblandecimiento o el punto de fusión, seguido de moldeo a presión a 20 MPa. La tasa de extensión se define como la relación porcentual entre el área de la capa de resina reforzada con fibra medida antes del prensado y la medida después del prensado, como se muestra en la ecuación (8) que se presenta a continuación. La muestra similar a un disco, cortada de la capa debe tener un diámetro de 150 mm y un grosor de 2,5 mm. Se realizan tres mediciones y se adopta su promedio para representar la tasa de extensión. Para determinar el diámetro de una muestra similar a un disco de una capa de resina reforzada con fibra, el diámetro se puede medir en tres posiciones seleccionadas al azar y se puede adoptar el promedio.

[Fórmula 8]

Tasa de extensión = {(área del producto moldeado después de la etapa de moldeo) - (área de la composición de

moldeo antes de la etapa de moldeo}}  $\times 100$  ..... (8)

Para la presente invención, una capa de resina reforzada con fibra que tiene un parámetro de densidad  $p$  de  $2 \times 10^4$  o más y  $1 \times 10^8$  o menos, que en este contexto se denomina capa de resina reforzada con fibra (X), se usa como resina reforzada con fibra que forma principalmente la parte de capa superficial. La longitud de la fibra es preferiblemente más corta para mejorar el aspecto superficial de la parte de capa superficial, mientras que la longitud de la fibra es preferiblemente más larga para aumentar su rigidez. Para garantizar un buen equilibrio entre el aspecto superficial y la rigidez, es más preferible que la capa de resina reforzada con fibra (X) tenga un parámetro de densidad  $p$  de  $2 \times 10^4$  o más y  $1 \times 10^6$  o menos. Por otro lado, una capa de resina reforzada con fibra que tiene un parámetro de densidad  $p$  que es de  $1 \times 10^1$  o más y no más de 0,1 veces el parámetro de densidad de la capa de resina reforzada con fibra (X) se denomina en este contexto capa de resina reforzada con fibra (Y) y se usa como resina reforzada con fibra que forma principalmente la parte de núcleo. Además, dado que el aspecto superficial de la parte de núcleo se mejora acortando la longitud de la fibra, el parámetro de densidad  $p$  de la capa de resina reforzada con fibra (Y) es preferiblemente de  $1 \times 10^1$  o más y menos de  $2 \times 10^4$ , mientras que, dado que el efecto de refuerzo para la parte de núcleo alta puede aumentarse alargando la longitud de la fibra, preferiblemente es de  $1 \times 10^2$  o más y no más de 0,1 veces el parámetro de densidad de la capa de resina reforzada con fibra (X).

No hay limitaciones específicas en la disposición de la capa de resina reforzada con fibra (X) y la capa de resina reforzada con fibra (Y) en una preforma usada para la presente invención, y pueden apilarse o ubicarse una al lado de otra, pero desde el punto de vista de mejorar la flexibilidad del diseño del primer miembro (I), es preferible usar una preforma en la que la capa de resina reforzada con fibra (X) y la capa de resina reforzada con fibra (Y) se apilan y es más preferible usar una preforma en la que la capa de resina reforzada con fibra (X) esté orientada hacia la superficie del molde que se opone a la otra superficie del molde que tiene un surco. Además, dado que es preferible que la pila tenga una estructura simétrica para garantizar la formación de un producto moldeado con poca deformación, es preferible usar una preforma en la que exista otra capa de resina reforzada con fibra (X) enfrentada a la superficie del molde que tiene un surco, con la capa de resina reforzada con fibra (Y) estando intercalada entre las dos capas de resina reforzada con fibra (X). Desde el punto de vista de la flexibilidad de diseño y simplificación de la etapa de producción de preformas, las capas de resina reforzadas con fibra tienen preferiblemente un grosor de 0,03 a 1,0 mm, más preferiblemente de 0,1 a 0,5 mm. Además, las capas de resina reforzadas con fibra pueden tener una forma desigual, como las que se muestran en la figura 18 y, en particular, son preferibles las capas similares a placas lisas desde el punto de vista de la trabajabilidad en la etapa de apilamiento. Si una preforma usada para la presente invención consiste en capas de resina reforzadas con fibra apiladas, el número de capas de resina reforzadas con fibra apiladas puede variar en diferentes partes de la pila como se muestra en la figura 19 y se puede apilar una mayor cantidad de capas en las regiones donde se formará la parte de núcleo, con el fin de garantizar una fácil formación de la parte de núcleo.

En este contexto, una preforma usada para la presente invención puede tener una estructura en la que las capas de resina reforzada con fibra (Y) y las capas de resina reforzada con fibra (X) están dispuestas una al lado de otra. En este caso, la disposición una al lado de otra de las capas de resina reforzada con fibra (X) y las capas de resina reforzada con fibra (Y) sirve para evitar que las capas de resina reforzada con fibra (Y) fluyan en la dirección del plano y les permite rellenar los surcos sin problemas.

Desde el punto de vista de permitir de manera efectiva y fácil que la fibra de refuerzo de la capa de resina reforzada con fibra (Y) permanezca en la parte de núcleo al llevar a cabo el método de producción para el producto moldeado según la presente invención, la longitud promedio de la fibra Lny de la fibra de refuerzo (a1) contenida en la capa de resina reforzada con fibra (Y) es preferiblemente 5 veces o menos, más preferiblemente 3 veces o menos, tan grande como la anchura del surco b del cóncavo diseñado para formar la parte de núcleo. Esta relación permite que la fibra de refuerzo fluya fácilmente hacia la parte de núcleo, de modo que se formará una parte de núcleo altamente rígida.

La expresión "una capa de resina reforzada con fibra está ubicada en una posición proyectada de un surco para formar una parte de núcleo sobresaliente" usada para la presente invención significa, por ejemplo, que una capa de resina reforzada con fibra está ubicada sustancialmente dentro de la región del plano proyectado de un surco, p. ej., el plano proyectado 37 en la figura 20, o que una capa de resina reforzada con fibra está ubicada para cubrir toda la región del plano proyectado de un surco, o que una capa de resina reforzada con fibra está ubicada para cubrir parte de la región del plano proyectado de un surco.

Desde el punto de vista de facilitar el llenado del surco, es preferible que la capa de resina reforzada con fibra esté ubicada para cubrir toda la región del plano proyectado del surco. Además, es preferible que la capa de resina reforzada con fibra (Y) usada para la presente invención tenga un área que sea 0,5 veces o más tan grande como el área proyectada del surco diseñado para formar la parte de núcleo de manera que la parte de núcleo esté suficientemente llena con la capa de resina reforzada con fibra (Y). Como se muestra en la figura 20, el área proyectada de un surco se refiere al área del plano proyectado (parte sombreada) del surco en el molde. Si el área de la capa de resina reforzada con fibra (Y) es más pequeña que esto, una mayor cantidad fluirá hacia fuera sobre el plano que al interior de la parte de núcleo para llenarlo, lo que posiblemente cause un llenado insuficiente de la parte de núcleo. Es más preferible que el área de la capa de resina reforzada con fibra (Y) sea igual o más grande que el área proyectada del surco. Si el área proyectada del surco es pequeña, la capa de resina reforzada con fibra recortada también será pequeña en consecuencia, lo que dará lugar a una menor manejabilidad. Por ello, es industrialmente más preferible

que el área de la capa de resina reforzada con fibra (Y) sea 5 veces o más, aún más preferiblemente 10 o más, tan grande. Con respecto al límite superior del área de la capa de resina reforzada con fibra (Y), es preferiblemente menos de 50 veces tan grande, más preferiblemente menos de 30 veces tan grande porque la capa de resina reforzada con fibra (Y) ubicada en la parte de la placa frontal puede fluir para reducir la isotropía de la capa de resina reforzada con fibra (X) y también porque la parte de la capa de resina reforzada con fibra (Y) que funciona sustancialmente para rellenar la parte de núcleo está representada casi por completo por la parte de la capa de resina reforzada con fibra (Y) ubicada dentro de la región del plano proyectado del surco.

Para la presente invención, el área de la capa de resina reforzada con fibra (X) representa preferiblemente el 70 % o más del área proyectada de la parte de capa superficial del primer miembro (I) que se forma por moldeo y la capa de resina reforzada con fibra (Y) está ubicada preferiblemente en la posición proyectada del surco que se formará en la parte de núcleo sobresaliente.

Como se muestra en la figura 21, el área proyectada de la parte de capa superficial del primer miembro (I) se refiere al área del plano proyectado (parte sombreada) del primer miembro (I) en el molde. Si el área de la capa de resina reforzada con fibra (X) representa el 70 % o más del área proyectada de la parte de capa superficial del primer miembro (I), se evitarán flujos excesivos en la capa de resina reforzada con fibra durante el proceso de moldeo, permitiendo que el moldeo se realice manteniendo la orientación de la fibra en la capa de resina reforzada con fibra. Desde el punto de vista de mantener la isotropía de la capa de resina reforzada con fibra, el área de la capa de resina reforzada con fibra (X) representa más preferiblemente el 80 % o más del área proyectada del producto moldeado. Con respecto al límite superior del área de la capa de resina reforzada con fibra (X), es preferiblemente el 150 % o menos del área proyectada del producto moldeado desde el punto de vista del uso efectivo de la capa de resina reforzada con fibra y la reducción de desechos.

La longitud de fibra promedio en número  $L_{nx}$  de la capa de resina reforzada con fibra (X) usada para la presente invención es preferiblemente de 2 mm o más, más preferiblemente de 3 mm o más, para permitir que la parte de capa superficial del primer miembro (I) tenga una resistencia suficiente. Con respecto al límite superior de la longitud de fibra promedio en número  $L_{nx}$  de la capa de resina reforzada con fibra (X), es preferiblemente de 20 mm o menos, más preferiblemente de 10 mm o menos porque la capacidad formativa de la parte de la placa frontal puede deteriorarse si la longitud de la fibra es demasiado grande.

En general, existen dos tipos de moldes que pueden usarse para la presente invención. Específicamente, se trata de moldes cerrados diseñados para colada o moldeo por inyección y moldes no cerrados diseñados para moldeo a presión o forja. El material se vierte principalmente en el interior de un molde cerrado para llevar a cabo el moldeo, mientras que un molde no cerrado se usa principalmente para transformar la forma del material para llevar a cabo el moldeo sin hacer que fluya. Cuando se usa un molde cerrado, la preforma formada por las capas de resina reforzadas con fibra alimentadas se aísla del exterior sin salir de la cavidad, lo que permite que las capas de resina reforzada con fibra fluyan hacia el surco de manera efectiva y fácil bajo una pequeña presión de moldeo. Además, esto sirve para producir un producto moldeado de resina reforzada con fibra que tiene bordes limpios y, en consecuencia, simplifica o elimina las etapas de procesamiento secundario posteriores para garantizar la reducción de costes. Cuando se usa un molde no cerrado, se evitan flujos excesivos en la preforma durante el proceso de moldeo, lo que sirve para minimizar la perturbación en la orientación de la fibra en la capa de resina reforzada con fibra o la preforma durante el proceso de moldeo y evita eficazmente que la orientación de la fibra anisotrópica sea causada por el flujo durante el proceso de moldeo. En consecuencia, se puede producir un producto moldeado que refleje la orientación de la fibra en la capa de resina reforzada con fibra o en la preforma. Además, el gas de pirólisis y el aire entrante que se producen durante el proceso de moldeo pueden retirarse del molde, lo que permite la producción de un producto moldeado que es considerablemente libre de vacíos.

Para la presente invención, cuando la resina reforzada con fibra (A) del primer miembro (I) se produce apilando capas de resina reforzada con fibra, la estructura de pila de las capas de resina reforzada con fibra es preferiblemente tal que una capa de resina reforzada con fibra con una pequeña fracción de volumen de fibra reforzada  $V_f$  y/o una capa de resina reforzada con fibra formada por fibra de refuerzo con una pequeña longitud de fibra promedio en número  $L_n$  se encuentran en la posición donde se formará la parte de núcleo sobresaliente, lo que garantiza una flexibilidad mejorada de diseño y moldeabilidad. La fracción de volumen de fibra reforzada y la longitud de fibra promedio en número de la fibra de refuerzo pueden influir en la fluidez de las resinas reforzadas con fibra y, por consiguiente, una forma deseada puede formarse fácilmente usando material de alta fluidez en la parte de núcleo sobresaliente, que tiene una forma complicada. Desde un punto de vista similar, las capas de resina reforzadas con fibra usadas pueden estar formadas por una resina de matriz que es baja en viscosidad siempre que se pueda obtener un producto moldeado con buenas características.

## Ejemplos

La presente invención se describe con más detalle a continuación con referencia a los ejemplos.

<Método de evaluación 1: evaluación del número de hilos de fibra de refuerzo (a1)>

Una parte que tiene una forma sobresaliente como se muestra en la figura 22(a) se recorta del producto moldeado



5 resultante y después la parte de capa superficial plana se retira mediante pulido en húmedo para que la superficie límite entre la parte de capa superficial y la parte de núcleo pueda observarse como se muestra en la figura 22(b) para proporcionar una muestra para la observación en sección transversal. La sección transversal completa de la muestra pulida se fotografió con un aumento de 200 veces usando un microscopio de medición de perfil en 3D en color ultra profundo (controlador VK-9500/unidad de medición VK-9510, fabricado por Keyence Corporation). La imagen fotografiada se examinó usando un programa de análisis (VK-H1A9) para medir el número de hilos de la fibra de refuerzo (a1) contenidos en un área de 1 mm<sup>2</sup> en una posición arbitraria en la superficie límite entre la parte de capa superficial y la parte de núcleo.

<Método de evaluación 2: evaluación de la longitud de fibra promedio en número Ln de la fibra de refuerzo>

10 Un producto moldeado se calienta al aire a 500 °C durante una hora para quemar el componente de resina. De la fibra de refuerzo restante, se seleccionan aleatoriamente 400 hilos y su longitud se mide con una precisión de hasta unidades de micrómetros bajo un microscopio óptico, seguido por el cálculo de la longitud de fibra promedio en número mediante la ecuación (7).

<Método de evaluación 3: medición del ángulo de orientación bidimensional de la fibra de refuerzo>

15 Como se muestra en la figura 4, una muestra de resina reforzada con fibra se intercaló entre dos láminas de malla de acero inoxidable (malla de tejido liso de 50 líneas por 2,5 cm) para proporcionar una pieza de ensayo, que después se fijó con tornillos para que el material reforzado con fibra no se moviera. Este se calentó al aire a 500 °C durante una hora para quemar el componente de resina. Después de retirar las láminas de malla de acero inoxidable, el sustrato de fibra reforzado resultante se observó mediante microscopía y se seleccionó un monofilamento de refuerzo (1) aleatoriamente, seguido de la determinación del ángulo de orientación bidimensional entre este monofilamento de refuerzo y otro monofilamento de refuerzo que cruza el anterior a partir de la observación de una imagen. De los dos ángulos formados entre los dos monofilamentos de refuerzo que se cruzan entre sí, se adoptó el que tenía 0° o más y 90° o menos (es decir, ángulo agudo). Para un monofilamento de refuerzo (1), se realizaron 20 mediciones del ángulo de orientación bidimensional. Dichas mediciones se realizaron para un total de cinco monofilamentos de refuerzo y su promedio se adoptó como el valor del ángulo de orientación bidimensional.

<Método de evaluación 4: evaluación de la homogeneización de la parte de capa superficial y la parte de núcleo>

30 Se cortó una muestra de la parte de núcleo de un producto moldeado como se muestra en la figura 23(a) y se midió el peso Mrc de la parte de núcleo. Después de medir el peso, la muestra se calentó al aire a 500 °C durante una hora para quemar el componente de resina y después se midió el peso Mrf de la fibra de refuerzo restante. La tasa de compactación en peso Wfr de la fibra de refuerzo en la parte de núcleo se calculó a partir de estas mediciones de peso mediante la ecuación (9).

[Fórmula 9]

$$Wfr = \frac{Mrf}{Mrc} \times 100 \dots (9)$$

35 Al aplicar el mismo procedimiento a una muestra de la parte de capa superficial como se muestra en la figura 23(b), el peso Mfc de la parte de capa superficial y el peso Mff de la fibra de refuerzo en la muestra quemada de la parte de capa superficial se midieron y la tasa de compactación en peso Wff de la fibra de refuerzo en la parte de capa superficial se calculó mediante la ecuación (10).

[Fórmula 10]

$$Wff = \frac{Mff}{Mfc} \times 100 \dots (10)$$

40 Los cálculos realizados mediante las ecuaciones (9) y (10) se pusieron en la ecuación (11) que se presenta a continuación para determinar la homogeneización de la parte de capa superficial y la parte de núcleo.

[Fórmula 11]

$$\text{Homogeneización} = (Wfr/Wff) \times 100 \dots (11)$$

45 <Método de evaluación 5: evaluación de la tasa de longitud de fibra Lp y tasa reforzada con fibra Fr de la fibra de refuerzo>

50 Se cortó una muestra que contenía la superficie límite entre la parte de capa superficial y la parte de núcleo como se muestra en la figura 22(a) y se intercaló entre dos láminas de malla de acero inoxidable (malla de tejido liso de 50 líneas por 2,5 cm) para proporcionar una pieza de ensayo como se muestra en la figura 4 y se fijó con tornillos para que la fibra de refuerzo no se moviera. Este se calentó al aire a 500 °C durante una hora para quemar el componente de resina. Después de retirar las láminas de malla de acero inoxidable, la fibra de refuerzo resultante se observó mediante microscopía y se seleccionó aleatoriamente un hilo de la fibra de refuerzo, seguido de la determinación de

5 la relación entre la fibra de refuerzo y la superficie límite basada en la observación de una imagen. Después, la tasa de longitud de fibra  $L_p$  de la fibra de refuerzo se calculó mediante las ecuaciones (1) o (2) proporcionadas anteriormente, donde  $L_r$  representa la longitud del segmento del hilo de fibra de refuerzo que se extiende desde la superficie límite al interior de la parte de núcleo y  $L_f$  representa la longitud del segmento del hilo de la fibra de refuerzo existente en la parte de capa superficial.

Para la tasa de longitud de fibra, se realizaron 50 mediciones de una muestra y se adoptó su promedio para representar la tasa de longitud de fibra.

La tasa reforzada con fibra se calculó a partir de la tasa de longitud de fibra  $L_p$ , así como  $L_r$  y  $L_f$  mediante la ecuación (3) o la ecuación (4) proporcionadas anteriormente.

10 <Método de evaluación 6: evaluación de la tasa de componentes de la parte de núcleo>

La tasa de componentes de la parte de núcleo se calculó a partir de la anchura y la longitud de la parte de núcleo mediante la ecuación (12).

[Fórmula 12]

15 Tasa del componentes = (sección transversal total de la parte de núcleo) / (sección transversal de la parte de capa superficial) × 100 ... (12)

La sección transversal total de la parte de núcleo también se puede calcular a partir de la resta del área del hueco de la sección transversal de la parte de capa superficial mediante la ecuación (13) que se proporciona a continuación.

[Fórmula 13]

20 Tasa de componentes = (sección transversal de la parte de capa superficial - área total del hueco) / (sección transversal de la parte de capa superficial) × 100 .... (13)

<Método de evaluación 7: evaluación del peso específico del producto moldeado>

Se cortó una pieza de 20 mm x 20 mm de un producto moldeado para proporcionar una muestra para la evaluación del peso específico. Excepto por el uso de esta muestra con etanol como líquido de inmersión, se llevó a cabo el procedimiento de medición especificado en la norma JIS K 7112 A (método de inmersión).

25 Cuando el peso específico del producto moldeado fue menor que el peso específico del etanol, la longitud, anchura y grosor de la muestra cortada como se indicó anteriormente se midieron con un micrómetro y se calculó el volumen del producto moldeado. El peso de la muestra recortada anteriormente también se midió usando una balanza de precisión. El peso del producto moldeado medido de esta manera se dividió por el volumen del producto moldeado y el cociente se usó para representar el peso específico del producto moldeado.

30 <Método de evaluación 8: evaluación del parámetro de densidad  $p$  de la capa de resina reforzada con fibra>

35 La altura  $h$  (mm) de cada capa de resina reforzada con fibra se midió con un micrómetro como se describe a continuación. Para una capa de resina reforzada con fibra que se dejó reposar durante 10 minutos en una atmósfera de una temperatura de 23 °C, la altura se midió en 10 posiciones seleccionadas aleatoriamente a intervalos de aproximadamente 100 mm y se adoptó su promedio para representar la altura  $h$  (mm) de la capa de resina reforzada con fibra.

El peso base y el porcentaje en peso de fibra de cada capa de resina reforzada con fibra se midieron como se describe a continuación. Se cortó una lámina cuadrada de 100 mm x 100 mm de una capa de resina reforzada con fibra y se midió su peso  $w_0$  (g). Después, la muestra de la capa de resina reforzada con fibra se calentó al aire a 500 °C durante una hora para quemar el componente de resina y después se midió el peso  $w_1$  (g) de la fibra de refuerzo restante.

40 Posteriormente, el peso base ( $g/m^2$ ) de la fibra de refuerzo contenida en la capa de resina reforzada con fibra se calculó a partir del peso  $w_1$  (g) de la fibra de refuerzo. El porcentaje en peso de fibra (% en peso) se calculó mediante la ecuación (14) proporcionada a continuación. Para cada caso, se realizaron tres mediciones y se adoptó su promedio.

[Fórmula 14]

Porcentaje de peso de fibra = (peso de fibra de refuerzo  $w_1$  / peso de composición de moldeo  $w_0$ ) × 100 ..... (14)

45 Para el cálculo de la unidad de flujo  $n$  de la fibra de refuerzo contenida en cada capa de resina reforzada con fibra, se midió el número promedio agrupado  $k$  de la fibra de refuerzo mediante el método descrito a continuación. En este contexto, el diámetro  $d_0$  ( $\mu m$ ) de los monofilamentos se midió por adelantado usando un microscopio electrónico de barrido (SEM). Cuando no era perfectamente esférico, se realizaron mediciones en 10 posiciones seleccionadas aleatoriamente y se adoptó su promedio para representar el diámetro  $d_0$  ( $\mu m$ ) del monofilamento.

50 En primer lugar, se cortó una lámina cuadrada de 100 mm x 100 mm de una capa de resina reforzada con fibra y la

lámina cuadrada se calentó al aire a 500 °C durante una hora para quemar el componente de resina y la fibra de refuerzo restante se observó mediante microscopía óptica, seguido por el cálculo del número promedio agrupado de unidades de flujo compuestas de fibra de refuerzo. Una unidad de flujo tiene una anchura y una altura de aproximadamente  $d_0$ , entonces es un monofilamento y el número agrupado es uno. Se determina un múltiplo aproximado de  $d_0$  a partir de una anchura representativa y una altura representativa de la unidad de flujo y después se calcula el número agrupado  $k$  de la unidad de flujo. Después de seleccionar aleatoriamente 100 unidades de flujo compuestas de fibra de refuerzo, se realizaron mediciones mediante la operación anterior y se adoptó su promedio para representar el número agrupado  $k$  de las unidades de flujo.

La longitud de fibra promedio en número  $L_n$  de la fibra de refuerzo contenida en cada capa de resina reforzada con fibra se midió como se describe a continuación. Se cortó una parte de una capa de resina reforzada con fibra y se calentó al aire a 500 °C en un horno eléctrico durante 30 minutos para que la resina se elimine completamente mediante incineración para permitir que la fibra de refuerzo se separe, y se extrajeron aleatoriamente 400 o más hilos de la fibra de refuerzo separada. La longitud de fibra de la fibra de refuerzo extraída medida por microscopía óptica y la longitud de 400 hilos de fibra se midió con una precisión de unidades de micrómetros, seguido por el cálculo de la longitud de fibra promedio en número  $L_n$  mediante la ecuación (7).

A partir de las mediciones realizadas anteriormente, el número  $n$  de unidades de flujo de fibra de refuerzo contenidas en una unidad de área ( $1 \text{ mm}^2$ ) de la capa de resina reforzada con fibra se calculó mediante la ecuación (6) proporcionada anteriormente.

Además, el parámetro de densidad  $p$  de la capa de resina reforzada con fibra se calculó mediante la ecuación (5) proporcionada anteriormente.

<Método de evaluación 9: evaluación de la tasa de extensión de la capa de resina reforzada con fibra>

La tasa de extensión de una capa de resina reforzada con fibra se midió como se describe a continuación. En primer lugar, se cortó un disco con un diámetro de 150 mm de una capa de resina reforzada con fibra. El grosor de la capa de resina reforzada con fibra similar a un disco se ajustó a 2,5 mm para proporcionar una muestra para la medición y se colocó en un horno equipado con un calentador de infrarrojo lejano y se precalentó durante 10 minutos. Durante esta etapa, el historial de calor se midió mediante un termopar fijado en el centro de la superficie de la muestra y se registró mediante un sistema de recopilación de datos de múltiples entradas (NR-600, fabricado por Keyence Corporation). Después de confirmar que la temperatura medida era mayor en 35 °C que el punto de fusión de la resina no mezclada, la muestra se sacó del horno y se colocó en la mitad inferior del molde, después se bajó la mitad superior del molde para prensarlo a presión a una presión unitaria de 20 MPa. Después de mantener la presión durante un minuto en las condiciones anteriores, la muestra se enfrió y la mitad superior del molde se elevó para proporcionar un producto moldeado. El producto moldeado resultante tenía una forma de disco circular casi perfecta.

El diámetro del producto moldeado se midió en tres posiciones arbitrarias y el promedio de las mediciones se usó para determinar el área del producto moldeado obtenido a partir de la etapa de moldeo. El área de la muestra de la capa de resina reforzada con fibra antes de la etapa de moldeo se calculó asumiendo que su diámetro era de 150 mm. En este contexto, la tasa de extensión de la capa de resina reforzada con fibra se calculó mediante la ecuación (8) proporcionada anteriormente.

<Método de evaluación 10: evaluación de la resistencia al cizallamiento de la parte de núcleo>

Se cortó una pieza de ensayo con una anchura de 5 mm que contenía una parte de la parte de núcleo del primer miembro (I) como se muestra en la figura 22(a) y la anchura y la longitud de la superficie límite entre la parte de la capa de superficie y la parte de núcleo se midieron con un micrómetro y calibres. Esta pieza de ensayo se fijó a una plantilla diseñada para la evaluación de cizallamiento y se aplicó una carga de cizallamiento compresiva a la parte de núcleo según la norma JIS K7076 para determinar la carga en la ruptura de la parte de núcleo. Después, se calculó la resistencia al cizallamiento de la parte de núcleo, que se define como el cociente del área de la superficie límite dividida por esta carga.

<Método de evaluación 11: evaluación de la rigidez del producto moldeado>

Se cortó una pieza de ensayo con una anchura de 25 mm del producto moldeado resultante y se midió el grosor de la pieza de ensayo con un micrómetro. Se aplicó una carga de flexión a esta pieza de ensayo según la norma JIS K7074 en condiciones donde la relación entre el grosor de la pieza de ensayo y el tramo,  $L/D$ , fue 12 y la pieza de ensayo se deformó hasta que la desviación de flexión alcanzó 2 mm o más.

En la evaluación, una pieza de ensayo se clasificó como C cuando se produjo la ruptura de la pieza de ensayo y/o el daño o desprendimiento de la parte de núcleo de la pieza de ensayo antes de alcanzar una desviación de flexión de 2 mm, B cuando se produjo en una desviación de flexión de más de 2 mm y no más de 4 mm, y A cuando dicho defecto no se produjo a una desviación de flexión de 4 mm o más.

<Ejemplo de referencia 1: preparación de fibra de carbono>

- 5 La fibra de carbono continua compuesta por un total de 12.000 filamentos se preparó mediante la hilatura de un polímero que contenía poliacrilonitrilo como componente primario, seguida de calcinación. La fibra de carbono continua se trató con un agente encolante mediante el método de inmersión y se secó al aire caliente a una temperatura de 120 °C para proporcionar fibra de carbono basada en PAN. Esta fibra de carbono basada en PAN tenía las características que se describen a continuación.
- Diámetro del monofilamento: 7 µm
- Peso por unidad de longitud: 0,83 g/m
- Densidad: 1,8 g/cm<sup>3</sup>
- Resistencia a la tracción: 4,0 GPa
- 10 Módulo de tracción: 235 GPa
- Tipo de agente encolante: polioxietileno oleil éter
- Depósito del agente encolante: 2 % en peso
- <Ejemplo de referencia 2: fibra de carbono troceada 1>
- 15 La fibra de carbono preparada en el ejemplo de referencia 1 se cortó con un cortador de cartucho para proporcionar fibra de carbono troceada con una longitud de fibra de 3 mm.
- <Ejemplo de referencia 3: fibra de carbono troceada 2>
- La fibra de carbono troceada 2 con una longitud de fibra de 6 mm se preparó mediante el mismo procedimiento que en el ejemplo de referencia 2.
- <Ejemplo de referencia 4: fibra de carbono troceada 3>
- 20 La fibra de carbono troceada 3 con una longitud de fibra de 9 mm se preparó mediante el mismo procedimiento que en el ejemplo de referencia 2.
- <Ejemplo de referencia 5: fibra de carbono troceada 4>
- La fibra de carbono troceada 4 con una longitud de fibra de 12 mm se preparó mediante el mismo procedimiento que en el ejemplo de referencia 2.
- 25 <Ejemplo de referencia 6: fibra de carbono troceada 5>
- La fibra de carbono troceada 5 con una longitud de fibra de 50 mm se preparó mediante el mismo procedimiento que en el ejemplo de referencia 2.
- <Ejemplo de referencia 7: fibra de vidrio troceada>
- CS13G-874 (nombre comercial, fabricado por Nitto Boseki Co., Ltd.)
- 30 Diámetro del monofilamento: 10 µm
- Peso específico: 2,5 g/cm<sup>3</sup>
- Longitud de fibra: 13 mm (valor nominal)
- <Ejemplo de referencia 8: resina de nylon 6>
- "AMILAN" (marca registrada) CM1001, punto de fusión 225 °C, fabricado por Toray Industries, Inc.
- 35 <Ejemplo de referencia 9: copolímero de nylon>
- "AMILAN" (marca registrada) CM4000, punto de fusión 155 °C, fabricado por Toray Industries, Inc.
- <Ejemplo de referencia 10: resina de polipropileno no modificada>
- "Prime Polypro" (marca registrada) J105G, punto de fusión 160 °C, fabricado por PRIME POLYMER.
- <Ejemplo de referencia 11: resina de polipropileno modificado con ácido>
- 40 "ADMER" (marca registrada) QE510, punto de fusión 160 °C, fabricado por Mitsui Chemicals, Inc.
- <Ejemplo de referencia 12: resina de sulfuro de polifenileno>

"TORELINA" (marca registrada) A900, punto de fusión 278 °C, fabricado por Toray Industries, Inc.

<Ejemplo de referencia 13: preimpregnado de fibra de carbono continua>

"TORAYCA" preimpregnado P3052S-12, fabricado por Toray Industries, Inc.

<Ejemplo de referencia 14: lámina de espuma de polipropileno>

5 EFCELL (nombre comercial, formado con 2 pliegues, 1 mm de grosor), fabricado por Furukawa Electric Co., Ltd.

<Ejemplo de referencia 15: gránulo de resina de nylon reforzado con fibra larga>

"TORAYCA" (marca registrada) TLP1040, fabricado por Toray Industries, Inc.

<Ejemplo de referencia 16: preparación de la estera fibra de carbono 1>

10 Agua y un agente tensioactivo (polioxietileno lauril éter (nombre comercial), fabricado por Nacalai Tesque, Inc.) se mezclaron para preparar un líquido de dispersión con una concentración del 0,1 % en peso y se produjo un sustrato de fabricación de papel a partir de este líquido de dispersión y la anterior fibra de carbono troceada 1 usando un aparato de producción de sustrato de fabricación de papel que se muestra en la figura 24. El aparato de producción está compuesto principalmente por un contenedor cilíndrico equipado con un grifo de salida en la parte inferior del contenedor, que sirve como recipiente de dispersión, un tanque de fabricación de papel y una parte de transporte lineal que conecta el recipiente de dispersión y el tanque de fabricación de papel. El recipiente de dispersión está equipado con un agitador unido a la abertura superior y la fibra de carbono troceada y el líquido de dispersión (medio de dispersión) se pueden alimentar a través de la abertura. El tanque de fabricación de papel está equipado con un transportador de malla que tiene una cara de fabricación de papel en la parte inferior y un transportador que puede transportar un sustrato de fibra de carbono (sustrato de fabricación de papel) está conectado al transportador de malla.

15

20 Las operaciones de fabricación de papel se llevaron a cabo en un líquido de dispersión con una concentración de fibra de carbono ajustada al 0,05 % en peso. El aparato se deshidrató por aspiración, seguido de secado durante 2 horas a una temperatura de 150 °C para proporcionar una estera de fibra de carbono 1.

<Ejemplo de referencia 17: preparación de la estera fibra de carbono 2>

25 Según el mismo procedimiento que en el ejemplo de referencia 16, se produjo una estera de fibra de carbono 2 a partir de la fibra de carbono troceada 2 preparada en el ejemplo de referencia 3.

<Ejemplo de referencia 18: preparación de la estera fibra de carbono 3>

Según el mismo procedimiento que en el ejemplo de referencia 16, se produjo una estera de fibra de carbono 3 a partir de la fibra de carbono troceada 3 preparada en el ejemplo de referencia 4.

<Ejemplo de referencia 19: preparación de la estera fibra de carbono 4>

30 Según el mismo procedimiento que en el ejemplo de referencia 16, se produjo una estera de fibra de carbono 4 a partir de la fibra de carbono troceada 4 preparada en el ejemplo de referencia 5.

<Ejemplo de referencia 20: preparación de la estera fibra de carbono 5>

Según el mismo procedimiento que en el ejemplo de referencia 16, se produjo una estera de fibra de carbono 5 a partir de la fibra de carbono troceada 5 preparada en el ejemplo de referencia 6.

35 <Ejemplo de referencia 21: preparación de la estera de fibra de vidrio>

Según el mismo procedimiento que en el ejemplo de referencia 16, se produjo una estera de fibra de vidrio a partir de la fibra de vidrio troceada preparada en el ejemplo de referencia 7.

<Ejemplo de referencia 22: preparación de la película de resina de nylon 6>

40 La resina de nylon 6 descrita en el ejemplo de referencia 8 se introdujo en una extrusora de doble tornillo a través de su tolva, se amasó en fundido en la extrusora y se extruyó a través de una boquilla en T. Posteriormente, el material se recogió en un rodillo frío a 80 °C para enfriar y solidificar para proporcionar una película de resina de nylon 6.

<Ejemplo de referencia 23: preparación de la película de copolímero de nylon>

El copolímero de nylon descrito en el ejemplo de referencia 9 se amasó en fundido como en el ejemplo de referencia 22 para proporcionar una película de resina de copolímero.

45 <Ejemplo de referencia 24: preparación de la película de resina de polipropileno>

La resina de polipropileno no modificada y la resina de polipropileno modificada con ácido descritas en el ejemplo de

referencia 10 y el ejemplo de referencia 11, respectivamente, se mezclaron en seco en una proporción del 90 % en peso y el 10 % en peso. Esta mezcla mezclada en seco se amasó en fundido como en el ejemplo de referencia 22 para proporcionar una película de resina de polipropileno.

<Ejemplo de referencia 25: preparación de la película de resina de sulfuro de polifenileno>

- 5 La resina de sulfuro de polifenileno descrita en el ejemplo de referencia 12 se amasó en fundido como en el ejemplo de referencia 22 para proporcionar una película de resina de sulfuro de polifenileno.

<Ejemplo de referencia 26: preparación de la composición de moldeo 1>

- 10 La estera de fibra de carbono 1 preparada en el ejemplo de referencia 16 y la película de resina de nylon 6 preparada en el ejemplo de referencia 22 se apilaron para proporcionar una preforma. Una preforma intercalada entre láminas de liberación se coloca en una placa de herramientas metálica y luego otra placa de herramientas se coloca encima de la pila. Las láminas (de 1 mm de grosor) de Teflon (marca registrada) fueron láminas sueltas. Posteriormente, la preforma se colocó entre los platinas de una máquina de prensado hidráulico, que consistía en una placa superior y otra inferior calentadas a 250 °C, seguido de una presión unitaria de 5 MPa. Después, la pila se transportó a otra máquina de prensado hidráulico controlada a una temperatura de 80 °C, se colocó entre platinas enfriadas y se prensó en frío bajo una presión unitaria de 5 MPa para proporcionar una composición de moldeo 1 compuesta por una estera de fibra de carbono y resina de nylon 6 y que tiene un grosor de 0,15 mm y un porcentaje en peso de fibra del 7,8 % en peso. Otras características del material se muestran en la tabla 1.

<Ejemplos de referencia 27 a 29: preparación de las composiciones de moldeo 2 a 4>

- 20 Como en el ejemplo de referencia 26, las composiciones de moldeo 2 a 4 se prepararon a partir de la estera de fibra de carbono 1 preparada en el ejemplo de referencia 16 y la película de resina de nylon 6 preparada en el ejemplo de referencia 22. Las mediciones del grosor y el porcentaje en peso de la fibra, así como otras características del material se muestran en la tabla 1.

<Ejemplos de referencia 30 y 31: preparación de las composiciones de moldeo 5 y 6>

- 25 Como en el ejemplo de referencia 26, las composiciones de moldeo 5 y 6 se prepararon a partir de la estera de fibra de carbono 2 preparada en el ejemplo de referencia 17 y la película de resina de nylon 6 preparada en el ejemplo de referencia 22. Las mediciones del grosor y el porcentaje en peso de la fibra, así como otras características del material se muestran en la tabla 1.

<Ejemplo de referencia 32: preparación de la composición de moldeo 7>

- 30 Como en el ejemplo de referencia 26, se preparó una composición de moldeo 7 a partir de la estera de fibra de carbono 3 preparada en el ejemplo de referencia 18 y la película de resina de nylon 6 preparada en el ejemplo de referencia 22. Las mediciones del grosor y el porcentaje en peso de la fibra, así como otras características del material se muestran en la tabla 1.

<Ejemplos de referencia 33 y 34: preparación de las composiciones de moldeo 8 y 9>

- 35 Como en el ejemplo de referencia 26, las composiciones de moldeo 8 y 9 se prepararon a partir de la estera de fibra de carbono 4 preparada en el ejemplo de referencia 19 y la película de resina de nylon 6 preparada en el ejemplo de referencia 22. Las mediciones del grosor y el porcentaje en peso de la fibra, así como otras características del material se muestran en la tabla 1.

<Ejemplo de referencia 35: preparación de la composición de moldeo 10>

- 40 Como en el ejemplo de referencia 26, se preparó una composición de moldeo 10 a partir de la estera de fibra de carbono 5 preparada en el ejemplo de referencia 20 y la película de resina de nylon 6 preparada en el ejemplo de referencia 22. Las mediciones del grosor y el porcentaje en peso de la fibra, así como otras características del material se muestran en la tabla 1.

<Ejemplo de referencia 36: preparación de la composición de moldeo 11>

- 45 Se preparó la resina de nylon 6 del ejemplo de referencia 8 y la mezcla mezclada en seco se amasó en fundido en una extrusora de doble tornillo controlada a 260 °C. La fibra de carbono troceada 2 preparada en el ejemplo de referencia 3 se introdujo en la extrusora a través de un alimentador lateral, seguido de un amasado adicional. Después de ser amasado en fusión en la extrusora, el material se extruyó a través de una boquilla en T (500 mm de anchura). Posteriormente, el material se recogió en un rodillo frío a 80 °C para enfriar y solidificar para proporcionar una lámina de resina de fibra de carbono/nylon 6. Las mediciones del grosor y el porcentaje en peso de la fibra, así como otras características del material se muestran en la tabla 2.

<Ejemplo de referencia 37: preparación de la composición de moldeo 12>

Como en el ejemplo de referencia 26, se preparó una composición de moldeo 12 a partir de la estera de fibra de vidrio preparada en el ejemplo de referencia 21 y la película de resina de nylon 6 preparada en el ejemplo de referencia 22. Las mediciones del grosor y el porcentaje en peso de la fibra, así como otras características del material se muestran en la tabla 2.

5 <Ejemplo de referencia 38: preparación de la composición de moldeo 13>

10 Excepto que la máquina prensadora hidráulica usada para el moldeo por calor tenía superficies de platina calentadas superior e inferior controladas a una temperatura de 230 °C y que la máquina prensadora hidráulica usada para el moldeo en frío tenía superficies de platina enfriadas superior e inferior controladas a una temperatura de 60 °C, el moldeo a presión se realizó como en el ejemplo de referencia 26. En este caso, la estera de fibra de carbono 1 preparada en el ejemplo de referencia 16 y la película de resina de polipropileno preparada en el ejemplo de referencia 24 se apilaron para proporcionar una composición de moldeo 13. Las mediciones del grosor y el porcentaje en peso de la fibra, así como otras características del material se muestran en la tabla 2.

<Ejemplo de referencia 39: preparación de la composición de moldeo 14>

15 Como en el ejemplo de referencia 38, se preparó una composición de moldeo 14 a partir de la estera de fibra de carbono 2 preparada en el ejemplo de referencia 17 y la película de resina de polipropileno preparada en el ejemplo de referencia 24. Las mediciones del grosor y el porcentaje en peso de la fibra, así como otras características del material se muestran en la tabla 2.

<Ejemplo de referencia 40: preparación de la composición de moldeo 15>

20 Como en el ejemplo de referencia 38, se preparó una composición de moldeo 15 a partir de la estera de fibra de carbono 3 preparada en el ejemplo de referencia 18 y la película de resina de polipropileno preparada en el ejemplo de referencia 24. Las mediciones del grosor y el porcentaje en peso de la fibra, así como otras características del material se muestran en la tabla 2.

<Ejemplo de referencia 41: preparación de la composición de moldeo 16>

25 La resina de polipropileno no modificada y la resina de polipropileno modificada con ácido descritas en el ejemplo de referencia 10 y el ejemplo de referencia 11, respectivamente, se mezclaron en seco en una proporción del 90 % en peso y el 10 % en peso. La mezcla mezclada en seco se amasó en fundido en una extrusora de doble tornillo controlada a 200 °C y la fibra de carbono troceada 2 preparada en el ejemplo de referencia 3 se introdujo en la extrusora a través de un alimentador lateral, seguido de un amasado adicional. Después de ser amasado en fusión en la extrusora, el material se extruyó a través de una boquilla en T (500 mm de anchura). Posteriormente, el material se recogió en un rodillo frío a 60 °C para enfriar y solidificar para proporcionar una lámina de resina de fibra de carbono/polipropileno. Las mediciones del grosor y el porcentaje en peso de la fibra, así como otras características del material se muestran en la tabla 2.

<Ejemplo de referencia 42: preparación de la composición de moldeo 17>

35 Excepto que la máquina prensadora hidráulica usada para el moldeo por calor tenía superficies de platina calentadas superior e inferior controladas a una temperatura de 300 °C y que la máquina prensadora hidráulica usada para el moldeo en frío tenía superficies de platina enfriadas superior e inferior controladas a una temperatura de 100 °C, el moldeo a presión se realizó como en el ejemplo de referencia 26. En este caso, la estera de fibra de carbono 1 preparada en el ejemplo de referencia 16 y la película de resina de sulfuro de polifenileno preparada en el ejemplo de referencia 25 se apilaron para proporcionar una composición de moldeo 17. Las mediciones del grosor y el porcentaje en peso de la fibra, así como otras características del material se muestran en la tabla 2.

<Ejemplo de referencia 43: preparación de la composición de moldeo 18>

40 Como en el ejemplo de referencia 42, se preparó una composición de moldeo 18 a partir de la estera de fibra de carbono 2 preparada en el ejemplo de referencia 17 y la película de resina de sulfuro de polifenileno preparada en el ejemplo de referencia 25. Las mediciones del grosor y el porcentaje en peso de la fibra, así como otras características del material se muestran en la tabla 2.

<Ejemplo de referencia 44: preparación de la composición de moldeo 19>

45 Como en el ejemplo de referencia 42, se preparó una composición de moldeo 19 a partir de la estera de fibra de carbono 4 preparada en el ejemplo de referencia 19 y la película de resina de sulfuro de polifenileno preparada en el ejemplo de referencia 25. Las mediciones del grosor y el porcentaje en peso de la fibra, así como otras características del material se muestran en la tabla 2.

<Ejemplo de referencia 45: preparación de la composición de moldeo 20>

50 La resina de sulfuro de polifenileno del ejemplo de referencia 12 se preparó y se mezcló en seco. La mezcla mezclada en seco se amasó en fundido en una extrusora de doble tornillo controlada a 300 °C y la fibra de carbono troceada 2

preparada en el ejemplo de referencia 3 se introdujo en la extrusora a través de un alimentador lateral, seguido de un amasado adicional. Después de ser amasado en fusión en la extrusora, el material se extruyó a través de una boquilla en T (500 mm de anchura). Posteriormente, el material se recogió en un rodillo frío a 100 °C para enfriar y solidificar para proporcionar una lámina de resina de fibra de carbono/sulfuro de polifenileno. Las mediciones del grosor y el porcentaje en peso de la fibra, así como otras características del material se muestran en la tabla 2.

<Ejemplo de referencia 46: preparación del núcleo en panal de resina de nylon 6>

La resina de nylon 6 del ejemplo de referencia 8 se introdujo en una máquina de moldeo por inyección a través de una tolva para proporcionar un núcleo en panal de resina de nylon 6 con orificios pasantes hexagonales regulares en la dirección del grosor.

[Ejemplo 1]

Se usaron dos láminas de la composición de moldeo 9 preparada en el ejemplo de referencia 34 y una lámina de la composición de moldeo 3 preparada en el ejemplo de referencia 28 como capas de resina reforzada con fibra. En este contexto, cada lámina de la composición de moldeo 9 se considera una capa de resina reforzada con fibra (X), mientras que cada lámina de la composición de moldeo 3 se considera una capa de resina reforzada con fibra (Y) dependiendo del parámetro de densidad  $p$  de cada capa de resina reforzada con fibra. Las láminas de estas composiciones de moldeo se apilan en la estructura de la capa de resina reforzada con fibra (X)/capa de resina reforzada con fibra (Y)/capa de resina reforzada con fibra (X) para proporcionar la preforma (1). Esta preforma (1) se precalentó a 280 °C bajo una atmósfera de nitrógeno en un horno de calentamiento por radiación infrarroja extrema. La preforma (1) se colocó en un molde de estampación que tiene cavidades en forma de panal con una anchura de 2 mm diseñado para formar una estructura hueca con una parte de núcleo de 1 mm como se muestra en la figura 12, cuyo plano proyectado más grande tenía una forma hexagonal regular. Mientras se controlaba la temperatura de la superficie de la cavidad del molde a 120 °C, el molde se cerró y se aplicó una presión de moldeo de 30 MPa y se mantuvo durante 2 minutos. Posteriormente, el molde se abrió y el producto moldeado se retiró para proporcionar un primer miembro ( $I_1$ ) que tiene una parte de núcleo con forma de panal. Se descubrió que la preforma (1) se había conformado favorablemente de acuerdo con la forma del molde, dando como resultado un primer miembro ( $I_1$ ) con una alta calidad de forma. Las características del primer miembro ( $I_1$ ) se muestran en la tabla 3.

Se usaron tres placas del preimpregnado de fibra de carbono continua del ejemplo de referencia 13 y una placa de la película de copolímero de nylon preparada en el ejemplo de referencia 23 para formar un segundo miembro (II). Como se muestra en la figura 25, las placas del preimpregnado de fibra de carbono continua se apilaron con su fibra alineada en las direcciones de  $[0^\circ/90^\circ/0^\circ]$  y la película se añade sobre una de las capas de  $0^\circ$ .

Después, usando una máquina de moldeo a presión, la preforma que consistía en capas de resina reforzada con fibra y una película se calentó a 150 °C durante 30 minutos bajo una presión unitaria de 0,6 MPa para curar la resina termoendurecible. Después del curado, se enfrió a temperatura ambiente para proporcionar un segundo miembro ( $II_1$ ) con un grosor promedio de 0,4 mm.

Como se muestra en la figura 26, el primer miembro ( $I_1$ ) y el segundo miembro ( $II_1$ ) obtenidos de este modo se combinaron de tal manera que la parte de núcleo del primer miembro ( $I_1$ ) y la película de resina del segundo miembro ( $II_1$ ) entren en contacto entre sí, se calentaron a 180 °C durante un minuto a una presión unitaria de 1 MPa en una máquina de moldeo a presión, se sacaron de la máquina de moldeo a presión y se enfriaron a temperatura ambiente para proporcionar un producto moldeado (1) que consiste en el primer miembro ( $I_1$ ) y el segundo miembro ( $II_1$ ). Sus características se dan en la tabla 3.

[Ejemplo 2]

Se usaron dos láminas de la composición de moldeo 8 preparada en el ejemplo de referencia 33 y una lámina de la composición de moldeo 2 preparada en el ejemplo de referencia 27 como capas de resina reforzada con fibra. En este contexto, cada lámina de la composición de moldeo 8 se considera una capa de resina reforzada con fibra (X), mientras que cada lámina de la composición de moldeo 2 se considera una capa de resina reforzada con fibra (Y) dependiendo del parámetro de densidad  $p$  de cada capa de resina reforzada con fibra. Excepto por añadir una presión de moldeo de 15 MPa, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el ejemplo 1 para producir un producto moldeado (2) a partir de ellas. Sus características se dan en la tabla 3.

[Ejemplo 3]

Dos del primer miembro ( $I_3$ ) se produjeron como en el ejemplo 1 y uno de los primeros miembros ( $I_3$ ) se usó como segundo miembro ( $II_3$ ). El primer miembro ( $I_3$ ) y el segundo miembro ( $II_3$ ) obtenidos de este modo se combinaron para que sus partes de núcleo entraran en contacto entre sí como se muestra en la figura 27 y las partes de núcleo se unieran mediante una máquina de soldadura por ultrasonidos para proporcionar un producto moldeado (3). Sus características se dan en la tabla 3.

[Ejemplo 4]



5 Excepto por el uso de un molde diseñado para que los huecos cuadrados se formen por la parte de núcleo como se muestra en la figura 28, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el ejemplo 1 para producir dos primeros miembros ( $I_4$ ) y uno de los primeros miembros ( $I_4$ ) se usó como segundo miembro ( $II_4$ ). El primer miembro ( $I_4$ ) y el segundo miembro ( $II_4$ ) obtenidos de este modo se combinaron para que sus partes de núcleo entraran en contacto entre sí como en el ejemplo 3 y las partes de núcleo se unieron mediante una máquina de soldadura por ultrasonidos para proporcionar un producto moldeado (4). Sus características se dan en la tabla 3.

[Ejemplo 5]

10 Excepto por el uso de un molde diseñado para que los huecos circulares se formen por la parte de núcleo como se muestra en la figura 29, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el ejemplo 1 para producir dos primeros miembros ( $I_5$ ) y uno de los primeros miembros ( $I_5$ ) se usó como segundo miembro ( $II_5$ ). El primer miembro ( $I_5$ ) y el segundo miembro ( $II_5$ ) obtenidos de este modo se combinaron para que sus partes de núcleo entraran en contacto entre sí como en el ejemplo 3 y las partes de núcleo se unieron mediante una máquina de soldadura por ultrasonidos para proporcionar un producto moldeado (5). Sus características se dan en la tabla 3.

[Ejemplo 6]

15 El molde usado fue un molde cerrado que tiene las características de que el plano proyectado más grande de la estructura hueca tenía una forma hexagonal regular, que los huecos en las cavidades estaban aislados del exterior y que el surco de la parte de núcleo tenía una profundidad de 1,3 mm. La temperatura de la superficie de las cavidades en el molde se controló a 260 °C. Una preforma compuesta por dos láminas de la composición de moldeo 9 preparada en el ejemplo de referencia 34, que se consideran capas de resina reforzada con fibra (X), y una lámina de la composición de moldeo 4 preparada en el ejemplo de referencia 29, que se considera una capa de resina reforzada con fibra (Y), se colocó en este molde y después de cerrar el molde, se precalentó durante 1 minuto bajo una presión de 0 y después se presionó bajo una presión de 5 MPa durante 5 minutos. Posteriormente, se apagó el calentador de la máquina de moldeo a presión y se suministró agua de refrigeración al molde para enfriar el molde hasta una temperatura de 100 °C. Después de enfriar, el molde se abrió y el producto moldeado se retiró para proporcionar un primer miembro ( $I_6$ ) que tiene una parte de núcleo con forma de panal. Se descubrió que el primer miembro ( $I_6$ ) tenía una forma favorable de acuerdo con la forma del molde, dando como resultado un primer miembro ( $I_6$ ) con una alta calidad de forma. Excepto por el uso del primer miembro resultante ( $I_6$ ) en lugar del primer miembro ( $I_1$ ), se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el ejemplo 1 para producir un producto moldeado (6). Sus características se dan en la tabla 3.

30 [Ejemplo 7]

Se usaron dos láminas de la composición de moldeo 7 preparada en el ejemplo de referencia 32 y una lámina de la composición de moldeo 1 preparada en el ejemplo de referencia 26 como capas de resina reforzada con fibra. En este contexto, cada lámina de la composición de moldeo 7 se considera una capa de resina reforzada con fibra (X), mientras que cada lámina de la composición de moldeo 1 se considera una capa de resina reforzada con fibra (Y) dependiendo del parámetro de densidad  $p$  de cada capa de resina reforzada con fibra. Excepto por el uso de diferentes tipos de capas de resina reforzada con fibra, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el ejemplo 1 para producir un producto moldeado (7). Sus características se dan en la tabla 3.

[Ejemplo 8]

40 Se usaron dos láminas de la composición de moldeo 5 preparada en el ejemplo de referencia 30 y una lámina de la composición de moldeo 11 preparada en el ejemplo de referencia 36 como capas de resina reforzada con fibra. En este contexto, cada lámina de la composición de moldeo 5 se considera una capa de resina reforzada con fibra (X), mientras que cada lámina de la composición de moldeo 11 se considera una capa de resina reforzada con fibra (Y) dependiendo del parámetro de densidad  $p$  de cada capa de resina reforzada con fibra. Excepto por el uso de diferentes tipos de capas de resina reforzada con fibra, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el ejemplo 1 para producir un producto moldeado (8). Sus características se dan en la tabla 4.

[Ejemplo 9]

50 Se usaron dos láminas de la composición de moldeo 7 preparada en el ejemplo de referencia 32 y una lámina de la composición de moldeo 12 preparada en el ejemplo de referencia 37 como capas de resina reforzada con fibra. En este contexto, cada lámina de la composición de moldeo 7 se considera una capa de resina reforzada con fibra (X), mientras que cada lámina de la composición de moldeo 12 se considera una capa de resina reforzada con fibra (Y) dependiendo del parámetro de densidad  $p$  de cada capa de resina reforzada con fibra. Excepto por el uso de diferentes tipos de capas de resina reforzada con fibra, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el ejemplo 1 para producir un producto moldeado (9). Sus características se dan en la tabla 4.

[Ejemplo 10]

55 Se usaron dos láminas de la composición de moldeo 15 preparada en el ejemplo de referencia 40 y una lámina de la composición de moldeo 13 preparada en el ejemplo de referencia 38 como capas de resina reforzada con fibra. En

este contexto, cada lámina de la composición de moldeo 15 se considera una capa de resina reforzada con fibra (X), mientras que cada lámina de la composición de moldeo 13 se considera una capa de resina reforzada con fibra (Y) dependiendo del parámetro de densidad  $p$  de cada capa de resina reforzada con fibra. Excepto por el uso de diferentes tipos de capas de resina reforzada con fibra, precalentarlas bajo una atmósfera de nitrógeno a 230 °C en un horno de calentamiento por radiación infrarroja extrema, y controlar la temperatura de la superficie de la cavidad del molde para moldear el primer miembro (I) a 100 °C, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el ejemplo 3 para producir un producto moldeado (10). Sus características se dan en la tabla 4.

[Ejemplo 11]

Se usaron dos láminas de la composición de moldeo 14 preparada en el ejemplo de referencia 39 y una lámina de la composición de moldeo 16 preparada en el ejemplo de referencia 41 como capas de resina reforzada con fibra. En este contexto, cada lámina de la composición de moldeo 14 se considera una capa de resina reforzada con fibra (X), mientras que cada lámina de la composición de moldeo 16 se considera una capa de resina reforzada con fibra (Y) dependiendo del parámetro de densidad  $p$  de cada capa de resina reforzada con fibra. Excepto por el uso de diferentes tipos de capas de resina reforzada con fibra, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el ejemplo 10 para producir un producto moldeado (11). Sus características se dan en la tabla 4.

[Ejemplo 12]

Se usaron dos láminas de la composición de moldeo 19 preparada en el ejemplo de referencia 44 y una lámina de la composición de moldeo 17 preparada en el ejemplo de referencia 42 como capas de resina reforzada con fibra. En este contexto, cada lámina de la composición de moldeo 19 se considera una capa de resina reforzada con fibra (X), mientras que cada lámina de la composición de moldeo 17 se considera una capa de resina reforzada con fibra (Y) dependiendo del parámetro de densidad  $p$  de cada capa de resina reforzada con fibra. Excepto por el uso de diferentes tipos de capas de resina reforzada con fibra, precalentarlas bajo una atmósfera de nitrógeno a 300 °C en un horno de calentamiento por radiación infrarroja extrema, y controlar la temperatura de la superficie de la cavidad del molde para moldear el primer miembro (I) a 150 °C, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el ejemplo 3 para producir un producto moldeado (12). Sus características se dan en la tabla 4.

[Ejemplo 13]

Se usaron dos láminas de la composición de moldeo 18 preparada en el ejemplo de referencia 43 y una lámina de la composición de moldeo 20 preparada en el ejemplo de referencia 45 como capas de resina reforzada con fibra. En este contexto, cada lámina de la composición de moldeo 18 se considera una capa de resina reforzada con fibra (X), mientras que cada lámina de la composición de moldeo 20 se considera una capa de resina reforzada con fibra (Y) dependiendo del parámetro de densidad  $p$  de cada capa de resina reforzada con fibra. Excepto por el uso de diferentes tipos de capas de resina reforzada con fibra, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el ejemplo 12 para producir un producto moldeado (13). Sus características se dan en la tabla 4.

[Ejemplo 14]

El producto moldeado obtenido en el ejemplo 1 se colocó en un molde de inyección como se muestra en la figura 30(a). Para uso como tercer miembro (III), se produjo un producto moldeado unificado que tiene una forma como se muestra en la figura 30(d) a partir del gránulo de resina de nylon de fibra larga reforzada del ejemplo de referencia 13. El moldeo por inyección se realizó usando una máquina de moldeo por inyección J350EIII fabricada por The Japan Steel Works, Ltd., a una temperatura del cilindro de 260 °C. El producto moldeado unificado obtenido de este modo tenía una alta rigidez y ligereza, y se logró una unión mecánicamente resistente como resultado de que el tercer miembro (III) fluía hacia los huecos formados a lo largo del borde del producto moldeado.

[Ejemplo comparativo 1]

Dos del segundo miembro (II<sub>1</sub>) usado en el ejemplo 1 se prepararon como partes de capa superficial y el núcleo en panel de resina de nylon 6 producido en el ejemplo de referencia 46 se adoptó como parte de núcleo. Se apilaron de tal manera que la película de resina de cada parte de capa superficial entró en contacto con el núcleo en panel de la parte de núcleo como se muestra en la figura 31 y se calentaron a 180 °C bajo una presión unitaria de 1 MPa en una máquina de moldeo a presión. Posteriormente, se sacaron de la máquina de moldeo a presión y se enfriaron a temperatura ambiente para proporcionar un producto moldeado (31) en el que se unificaron las partes de capa superficial y la parte del núcleo. Sus características se dan en la tabla 5.

[Ejemplo comparativo 2]

Excepto por el uso de la lámina de espuma de polipropileno del ejemplo de referencia 14 como parte de núcleo, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el ejemplo comparativo 1 para producir un producto moldeado (32). Sus características se dan en la tabla 5.

[Ejemplo comparativo 3]

5 Dos primeros miembros (I<sub>33</sub>), cada uno con la misma forma que el primer miembro (I<sub>1</sub>) preparado en el ejemplo 1, se produjeron a partir de la resina de nylon 6 del ejemplo de referencia 8 usando una máquina de moldeo por inyección, y uno de ellos se usó como segundo miembro (II<sub>33</sub>). El primer miembro (I<sub>33</sub>) y el segundo miembro (II<sub>33</sub>) obtenidos de este modo se combinaron para que sus partes de núcleo entraran en contacto entre sí como en el ejemplo 3 y las partes de núcleo se unieran mediante una máquina de soldadura por ultrasonidos para proporcionar un producto moldeado (33). Sus características se dan en la tabla 5.

[Ejemplo comparativo 4]

10 Excepto por el uso del gránulo de resina de nylon reforzado con fibra larga del ejemplo de referencia 15, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el ejemplo comparativo 3 para producir un producto moldeado (34). Sus características se dan en la tabla 5.

[Ejemplo comparativo 5]

15 Excepto por el uso de dos láminas de la composición de moldeo 10 del ejemplo de referencia 35, que se considera la capa de resina reforzada con fibra (X), como capas de resina reforzada con fibra en lugar de la composición de moldeo 1 y la composición de moldeo 2, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el ejemplo 1 para producir un producto moldeado (35). Sus características se dan en la tabla 5.

[Ejemplo comparativo 6]

20 Se usaron dos láminas de la composición de moldeo 5 preparada en el ejemplo de referencia 30 y una lámina de la composición de moldeo 6 preparada en el ejemplo de referencia 31 como capas de resina reforzada con fibra. En este contexto, la composición de moldeo 5 y la composición de moldeo 6 se consideran la capa de resina reforzada con fibra (X) dependiendo del parámetro de densidad p de las capas de resina reforzada con fibra. Estas composiciones de moldeo se apilaron en la estructura de composición de moldeo 5/composición de moldeo 6/composición de moldeo 5 para proporcionar una preforma. Excepto por el uso de la preforma obtenida anteriormente, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el ejemplo 1 para producir un producto moldeado (36). Sus características se dan en la tabla 5.

25

[Tabla 1]

| Fibra de refuerzo                           |                      | Composición de moldeo 1 | Composición de moldeo 2 | Composición de moldeo 3 | Composición de moldeo 4 | Composición de moldeo 5 | Composición de moldeo 6 | Composición de moldeo 7 | Composición de moldeo 8 | Composición de moldeo 9 | Composición de moldeo 10 |
|---|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
|   |                      | fibra de carbono        | fibra de carbono        | fibra de carbono        | fibra de carbono        | fibra de carbono        | fibra de carbono        | fibra de carbono        | fibra de carbono        | fibra de carbono        | fibra de carbono         |
| densidad                                    | [g/cm <sup>3</sup> ] | 1,16                    | 1,19                    | 1,26                    | 1,26                    | 1,26                    | 1,39                    | 1,26                    | 1,19                    | 1,26                    | 1,19                     |
| diámetro del monofilamento                  | [mm]                 | 7                       | 7                       | 7                       | 7                       | 7                       | 7                       | 7                       | 7                       | 7                       | 7                        |
| longitud de fibra promedio en número Ln     | [mm]                 | 1,8                     | 1,7                     | 1,6                     | 1,6                     | 2,7                     | 2,6                     | 4,8                     | 5,8                     | 5,8                     | 23,0                     |
| número agrupado k                           | [-]                  | 1,2                     | 1,2                     | 1,2                     | 1,2                     | 1,2                     | 1,2                     | 1,2                     | 1,2                     | 1,2                     | 7,3                      |
| Resina                                      |                      | PA6                     | PA6                     | PA6                     | PA6                     | PA6                     | PA6                     | PA6                     | PA6                     | PA6                     | PA6                      |
| Características de la composición de moldeo |                      |                         |                         |                         |                         |                         |                         |                         |                         |                         |                          |
| porcentaje en peso de fibra                 | [% en peso]          | 7,8                     | 15,1                    | 28,6                    | 28,6                    | 28,6                    | 51,6                    | 28,6                    | 15,1                    | 28,6                    | 15,1                     |
| grosor promedio h                           | [mm]                 | 0,50                    | 0,50                    | 0,50                    | 0,60                    | 0,15                    | 0,50                    | 0,15                    | 0,15                    | 0,15                    | 0,40                     |
| peso base de la fibra de refuerzo Wcf       | [g/m <sup>2</sup> ]  | 44                      | 89                      | 178                     | 213                     | 53                      | 356                     | 53                      | 27                      | 53                      | 71                       |
| parámetro de densidad                       | [-]                  | 3,5×10 <sup>3</sup>     | 6,3×10 <sup>3</sup>     | 1,1×10 <sup>4</sup>     | 1,1×10 <sup>4</sup>     | 3,2×10 <sup>4</sup>     | 5,9×10 <sup>4</sup>     | 1,0×10 <sup>5</sup>     | 7,3×10 <sup>4</sup>     | 1,5×10 <sup>5</sup>     | 1,9×10 <sup>5</sup>      |
| capa de resina reforzada con fibra          | [-]                  | (Y)                     | (Y)                     | (Y)                     | (Y)                     | (X)                     | (X)                     | (X)                     | (X)                     | (X)                     | (X)                      |
| tasa de extensión                           | [%]                  | 460                     | 370                     | 290                     | 290                     | 270                     | 240                     | 240                     | 240                     | 230                     | 200                      |
| ángulo de orientación bidimensional         | [°]                  | 38                      | 39                      | 41                      | 41                      | 41                      | 39                      | 41                      | 40                      | 39                      | 36                       |

[Tabla 2]

|   | composición de moldeo 11 | composición de moldeo 12 | composición de moldeo 13 | composición de moldeo 14 | composición de moldeo 15 | composición de moldeo 16 | composición de moldeo 17 | composición de moldeo 18 | composición de moldeo 19 | composición de moldeo 20 |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| fibra de refuerzo                           | fibra de carbono         | fibra de vidrio          | fibra de carbono         | fibra de carbono         | fibra de carbono         | fibra de carbono         | fibra de carbono         | fibra de carbono         | fibra de carbono         | fibra de carbono         |
| densidad                                    | [g/cm <sup>3</sup> ]     | 1,40                     | 1,08                     | 1,08                     | 1,08                     | 1,03                     | 1,2                      | 1,23                     | 1,23                     | 1,26                     |
| diámetro del monofilamento                  | [mm]                     | 10                       | 7                        | 7                        | 7                        | 7                        | 7                        | 7                        | 7                        | 7                        |
| longitud de fibra promedio en número Ln     | [mm]                     | 2,4                      | 1,3                      | 2,4                      | 4,4                      | 0,2                      | 1,8                      | 2,8                      | 5,9                      | 0,2                      |
| número agrupado k                           | [-]                      | 1,4                      | 1,1                      | 1,1                      | 1,1                      | 1,5                      | 1,1                      | 1,1                      | 1,1                      | 1,7                      |
| resina                                      | PA6                      | PA6                      | PP                       | PP                       | PP                       | PP                       | PPS                      | PPS                      | PPS                      | PPS                      |
| características de la composición de moldeo |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| porcentaje en peso de fibra                 | [% en peso]              | 35,7                     | 33,3                     | 33,3                     | 33,3                     | 26,1                     | 12,9                     | 17,2                     | 17,2                     | 25,0                     |
| grosor promedio h                           | [mm]                     | 0,50                     | 0,50                     | 0,15                     | 0,15                     | 0,50                     | 0,5                      | 0,15                     | 0,15                     | 0,50                     |
| peso base de la fibra de refuerzo Wcf       | [g/m <sup>2</sup> ]      | 250                      | 178                      | 53                       | 53                       | 133                      | 89                       | 37                       | 37                       | 178                      |
| parámetro de densidad                       | [-]                      | 1,5×10 <sup>2</sup>      | 6,4×10 <sup>3</sup>      | 8,0×10 <sup>3</sup>      | 2,7×10 <sup>4</sup>      | 1,0×10 <sup>2</sup>      | 7,7×10 <sup>3</sup>      | 2,5×10 <sup>4</sup>      | 1,1×10 <sup>5</sup>      | 1,2×10 <sup>2</sup>      |
| capa de resina reforzada con fibra          | [-]                      | (Y)                      | (Y)                      | (X)                      | (X)                      | (Y)                      | (Y)                      | (X)                      | (X)                      | (Y)                      |
| tasa de extensión                           | [%]                      | 380                      | 270                      | 320                      | 240                      | 400                      | 330                      | 230                      | 210                      | 390                      |
| ángulo de orientación bidimensional         | [°]                      | 41                       | 39                       | 39                       | 42                       | 41                       | 39                       | 40                       | 41                       | 41                       |



| Segundo miembro (II) | composición de moldeo  | [-]   | Ejemplo de referencia 13          | composición de moldeo 9       | composición de moldeo 9       | composición de moldeo 3       | Ejemplo de referencia 13 | composición de moldeo 9       | composición de moldeo 3       | Ejemplo de referencia 13 |
|----------------------|--|-------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
|                      |  |       | referencia 13                     |                               |                               |                               | referencia 23            |                               |                               |                          |
| moldeo               | temperatura de moldeo  | [°C]  | 150                               | igual que para el miembro (I) | igual que para el miembro (I) | igual que para el miembro (I) | 150                      | igual que para el miembro (I) | igual que para el miembro (I) | 150                      |
|                      | presión de moldeo  | [MPa] | 0,6                               |                               |                               |                               | 0,6                      |                               |                               | 0,6                      |
|                      | tiempo de moldeo   | [min] | 30                                |                               |                               |                               | 30                       |                               |                               | 30                       |
|                      | producto moldeado  | [mm]  | 0,4                               |                               |                               |                               | 0,4                      |                               |                               | 0,4                      |
| Producto moldeado    | método para unir el primer miembro (I) y el segundo miembro (II) | [-]   | soldadura por soldadura por calor | soldadura por ultrasonidos    | soldadura por ultrasonidos    | soldadura por ultrasonidos    | soldadura por calor      | soldadura por ultrasonidos    | soldadura por ultrasonidos    | soldadura por calor      |
|                      | moldeo   | [°C]  | 180                               | -                             | -                             | -                             | 180                      | -                             | -                             | 180                      |
|                      | presión de moldeo  | [MPa] | 1                                 | -                             | -                             | -                             | 1                        | -                             | -                             | 1                        |
|                      | tiempo de moldeo   | [min] | 1                                 | -                             | -                             | -                             | 1                        | -                             | -                             | 1                        |
|                      | grosor máximo  | [mm]  | 1,8                               | 2,8                           | 2,8                           | 2,8                           | 1,8                      | 2,8                           | 2,8                           | 1,8                      |
|                      | peso específico  | [-]   | 0,89                              | 0,7                           | 0,68                          | 0,74                          | 0,86                     | 0,74                          | 0,83                          | 0,93                     |
|                      | resistencia al cizallamiento de la parte de núcleo               | [MPa] | 150                               | 150                           | 140                           | 140                           | 150                      | 140                           | 140                           | 130                      |
|                      | rigidez del producto moldeado                                    | [-]   | A                                 | A                             | A                             | A                             | B                        | A                             | A                             | B                        |

[Tabla 4]

| primer miembro (I)                                       | composición de moldeo (X)               |                           | Ejemplo 8   | Ejemplo 9                       | Ejemplo 10                      | Ejemplo 11                      | Ejemplo 12                      | Ejemplo 13                      |      |
|--|---|---------------------------|---|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------|
|  | composición de moldeo (Y)               | [-]                       | composición de moldeo 5   | composición de moldeo 7         | composición de moldeo 15        | composición de moldeo 14        | composición de moldeo 19        | composición de moldeo 18        |      |
| moldeo   | equipo de calentamiento                 | [-]                       | Calentador IR   | Calentador IR                   | Calentador IR                   | Calentador IR                   | Calentador IR                   | Calentador IR                   |      |
|  | temperatura de calentamiento            | [°C]                      | 280   | 280                             | 230                             | 230                             | 300                             | 300                             |      |
|  | tiempo de calentamiento                 | [min]                     | 10  | 10                              | 10                              | 10                              | 10                              | 10                              |      |
|  | método de moldeo                        | [-]                       | moldeo en prensa de estampación   | moldeo en prensa de estampación | moldeo en prensa de estampación | moldeo en prensa de estampación | moldeo en prensa de estampación | moldeo en prensa de estampación |      |
|  | anchura del surco b                     | [mm]                      | 2   | 2                               | 2                               | 2                               | 2                               | 2                               |      |
|  | temperatura de moldeo                   | [°C]                      | 120   | 120                             | 100                             | 100                             | 150                             | 150                             |      |
|  | presión de moldeo                       | [MPa]                     | 30  | 30                              | 30                              | 30                              | 30                              | 30                              |      |
|  | producto moldeado                       | parte de núcleo           | número de hilos de fibra de refuerzo que se extienden de forma penetrante | 2300                            | 1400                            | 3000                            | 2900                            | 2800                            | 3300 |
|  |   |                           | ángulo de orientación bidimensional                                       | 39                              | 41                              | 39                              | 40                              | 41                              | 39   |
|  |   | parte de capa superficial | proporción de la parte de núcleo  | 38                              | 38                              | 38                              | 38                              | 38                              | 38   |
| homogeneización  |   |                           | 100   | 100                             | 80                              | 100                             | 80                              | 75                              |      |
| tasa de longitud de fibra                                |   |                           | 45  | 40                              | 40                              | 45                              | 40                              | 45                              |      |
| tasa reforzada con fibra                                 |   |                           | 18  | 42                              | 48                              | 27                              | 52                              | 29                              |      |
| forma de la mayor área proyectada de la estructura hueca | [-]                                     | hexágono                  | hexágono  | hexágono                        | hexágono                        | hexágono                        | hexágono                        |                                 |      |
| segundo miembro (II)                                     | altura de la forma sobresaliente        | [mm]                      | 1   | 1                               | 1                               | 1                               | 1                               | 1                               |      |
|  | longitud de fibra promedio en número Ln | [mm]                      | 1,1   | 2,8                             | 2,4                             | 1,3                             | 3,6                             | 1,2                             |      |
| composición de moldeo                                    | [-]                                     | Ejemplo de referencia 13  | Ejemplo de referencia 13  | composición de moldeo 15        | composición de moldeo 14        | composición de moldeo 19        | composición de moldeo 18        |                                 |      |
|  |   | Ejemplo de referencia 13  | Ejemplo de referencia 13  | composición                     | composición                     | composición                     | composición                     |                                 |      |



|  | referencia 23         |                   | referencia 23       | de moldeo 13                  | de moldeo 16                  | de moldeo 17                  | de moldeo 20                  |
|--|-----------------------|-------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|  | temperatura de moldeo | presión de moldeo |                     |                               |                               |                               |                               |
| moldeo   | temperatura de moldeo | [°C]              | 150                 | igual que para el miembro (I) | igual que para el miembro (I) | igual que para el miembro (I) | igual que para el miembro (I) |
|  | presión de moldeo     | [MPa]             | 0,6                 | igual que para el miembro (I) | igual que para el miembro (I) | igual que para el miembro (I) | igual que para el miembro (I) |
|  | tiempo de moldeo      | [min]             | 30                  | igual que para el miembro (I) | igual que para el miembro (I) | igual que para el miembro (I) | igual que para el miembro (I) |
|  | gresor                | [mm]              | 0,4                 | igual que para el miembro (I) | igual que para el miembro (I) | igual que para el miembro (I) | igual que para el miembro (I) |
| producto moldeado  | soldadura por calor   |                   | soldadura por calor | soldadura por ultrasonidos    | soldadura por ultrasonidos    | soldadura por ultrasonidos    | soldadura por ultrasonidos    |
|  | 180                   |                   | 180                 | -                             | -                             | -                             | -                             |
|  | 1                     |                   | 1                   | -                             | -                             | -                             | -                             |
|  | 1                     |                   | 1                   | -                             | -                             | -                             | -                             |
| método para unir el primer miembro (I) y el segundo miembro (II) | 1,8                   |                   | 1,8                 | 2,8                           | 2,8                           | 2,8                           | 2,8                           |
|  | 0,89                  |                   | 0,93                | 0,6                           | 0,58                          | 0,67                          | 0,7                           |
|  | 120                   |                   | 110                 | 120                           | 110                           | 130                           | 100                           |
|  | B                     |                   | B                   | A                             | A                             | A                             | A                             |
| moldeo   | temperatura de moldeo | [°C]              | 180                 | soldadura por ultrasonidos    | soldadura por ultrasonidos    | soldadura por ultrasonidos    | soldadura por ultrasonidos    |
|  | presión de moldeo     | [MPa]             | 1                   | -                             | -                             | -                             | -                             |
|  | tiempo de moldeo      | [min]             | 1                   | -                             | -                             | -                             | -                             |
|  | gresor máximo         | [mm]              | 1,8                 | 2,8                           | 2,8                           | 2,8                           | 2,8                           |
| producto moldeado  | 0,89                  |                   | 0,93                | 0,6                           | 0,58                          | 0,67                          | 0,7                           |
|  | 120                   |                   | 110                 | 120                           | 110                           | 130                           | 100                           |
|  | B                     |                   | B                   | A                             | A                             | A                             | A                             |
|  | B                     |                   | B                   | A                             | A                             | A                             | A                             |
| producto moldeado  | 120                   |                   | 110                 | 120                           | 110                           | 130                           | 100                           |
|  | B                     |                   | B                   | A                             | A                             | A                             | A                             |
|  | B                     |                   | B                   | A                             | A                             | A                             | A                             |
|  | B                     |                   | B                   | A                             | A                             | A                             | A                             |

[Tabla 5]

|                   | Ejemplo comparativo 1 | Ejemplo comparativo 2                  | Ejemplo comparativo 3   | Ejemplo comparativo 4    | Ejemplo comparativo 5    | Ejemplo comparativo 6                            |                                 |
|-------------------|-----------------------|--|---|--------------------------|--------------------------|--|---------------------------------|
| producto moldeado | composición de moldeo | material de capa superficial           | Ejemplo de referencia 13  | Ejemplo de referencia 13 |                          |  |                                 |
|                   |                       |  | Ejemplo de referencia 23  | Ejemplo de referencia 23 |                          |  |                                 |
|                   |                       | núcleo                                 | Ejemplo de referencia 46  | Ejemplo de referencia 14 |                          |  |                                 |
|                   |                       | primer miembro (I)                     |   | Ejemplo de referencia 8  | Ejemplo de referencia 15 |  |                                 |
|                   |                       | segundo miembro (II)                   |   | Ejemplo de referencia 8  | Ejemplo de referencia 15 |  |                                 |
|                   |                       | capa de resina reforzada con fibra (X) |   |                          |                          | composición de moldeo 5 /composición de moldeo 6 |                                 |
|                   |                       | capa de resina reforzada con fibra (Y) |   |                          |                          |  |                                 |
|                   |                       | método de moldeo                       |   |                          |                          |  |                                 |
|                   |                       |  | presado en caliente   | presado en caliente      | moldeo por inyección     | moldeo por inyección                             | moldeo en prensa de estampación |
|                   |                       |  | 2   | -                        | 2                        | 2  | 2                               |
| producto moldeado | producto moldeado     |  | 0   | 0                        | 500                      | 150  |                                 |
|                   |                       |  |   |                          |                          |  |                                 |
|                   |                       |  |   |                          |                          |  |                                 |
|                   |                       |  |   |                          |                          |  |                                 |
|                   |                       |  |   |                          |                          |  |                                 |
|                   |                       |  |   |                          |                          |  |                                 |
|                   |                       |  |   |                          |                          |  |                                 |
|                   |                       |  |   |                          |                          |  |                                 |
|                   |                       |  |   |                          |                          |  |                                 |
|                   |                       |  |   |                          |                          |  |                                 |
| producto moldeado | producto moldeado     | anchura del surco                      | [mm]  |                          |                          |  |                                 |
|                   |                       | parte de núcleo                        | número de hilos de fibra de refuerzo que se extienden de forma penetrante | [hilos/mm <sup>2</sup> ] | 0                        | 0  | 300                             |
|                   |                       |  | ángulo de orientación bidimensional                                       | [°]                      | -                        | 10   | 40                              |
|                   |                       |  | proporción de la parte de núcleo  | [%]                      | 38                       | 38   | 38                              |
|                   |                       |  | homogeneización   | [%]                      | -                        | 100  | 30                              |
|                   |                       |  | tasa de longitud de fibra   | [%]                      | -                        | 30   | 30                              |
|                   |                       |  | tasa reforzada con fibra  | [-]                      | -                        | 4,5  | 22                              |
|                   |                       |  | forma de la mayor área proyectada de la estructura hueca                  | [%]                      | hexágono                 | hexágono   | hexágono                        |
|                   |                       |  | altura de la forma  | [mm]                     | 1                        | 1  | 1                               |
|                   |                       |  |   |                          |                          |  |                                 |

|  | sobresaliente                              |       | [mm] | soldadura por calor | soldadura por calor | soldadura por calor | soldadura por ultrasonidos | 0    | 0,5  | 20   | 1,6  |
|--|--|-------|------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|------|------|------|------|
|  | longitud de fibra promedio en número $L_n$ |       |      |                     |                     |                     |                            |      |      |      |      |
| método para unir el primer miembro (I) y el segundo miembro (II) |  |       |      |                     |                     |                     |                            |      |      |      |      |
| moldeo   | temperatura de moldeo                      | [°C]  | 180  | 180                 | 180                 | 180                 | -                          | -    | -    | 180  | 180  |
|  | presión de moldeo                          | [MPa] | 1    | 1                   | 1                   | 1                   | -                          | -    | -    | 1    | 1    |
|  | tiempo de moldeo                           | [min] | 1    | 1                   | 1                   | 1                   | -                          | -    | -    | 1    | 1    |
| grosor máximo  |  | [mm]  | 1,8  | 1,8                 | 1,8                 | 1,8                 | 2,8                        | 2,8  | 2,8  | 1,8  | 1,8  |
| peso específico  |  | [-]   | 0,93 | 0,94                | 0,94                | 0,63                | 1,05                       | 1,05 | 1,05 | 0,86 | 0,93 |
| resistencia al cizallamiento de la parte de núcleo               |  | [MPa] | 25   | 30                  | 30                  | 15                  | 70                         | 70   | 70   | 50   | 50   |
| rigidez del producto moldeado                                    |  | [-]   | C    | C                   | C                   | C                   | C                          | C    | C    | C    | C    |

**EXPLICACIÓN DE LOS NÚMEROS**

- 1. parte de capa superficial plana
- 2. parte de núcleo sobresaliente
- 3. primer miembro (I)
- 5 4. segundo miembro (II)
- 5. producto moldeado
- 6. superficie límite entre parte de núcleo y parte de capa superficial
- 7. fibra de refuerzo que se extiende a través de la superficie límite
- 8. fibra de refuerzo que existe en la parte de capa superficial
- 10 9. fibra de refuerzo que existe en la parte de núcleo
- 10. monofilamento de refuerzo (l)
- 11. monofilamento de refuerzo (m)
- 12. monofilamento de refuerzo (n)
- 13. monofilamento de refuerzo (o)
- 15 14. monofilamento de refuerzo (p)
- 15. monofilamento de refuerzo (q)
- 16. monofilamento de refuerzo (r)
- 17. ángulo de orientación bidimensional
- 18. lámina de malla de acero inoxidable
- 20 19. fibra de refuerzo
- 20. longitud  $L_f$  del segmento de fibra que existe en la parte de capa superficial
- 21. longitud  $L_r$  del segmento de fibra de refuerzo que existe en la parte de núcleo
- 22. Forma sobresaliente
- 23. Forma sobresaliente
- 25 24. hueco
- 25. molde (hexagonal) de forma cóncava
- 26. primer miembro (I) con hueco hexagonal regular
- 27. marco
- 28. nervadura saliente
- 30 29. bisagra
- 30. producto moldeado unificado
- 31-1 a 31-8. haz de fibras
- 32-1, 32-2. unidad de flujo
- 33. monofilamento
- 35 34. haz de fibras
- d0. diámetro del monofilamento
- Rb. anchura de la unidad de flujo

- Rh. altura de la unidad de flujo
35. capa de resina reforzada con fibra
36. molde con surco
37. área proyectada de la parte de núcleo
- 5 38. área proyectada de la parte de capa superficial
39. máquina de pulido
40. fibra de refuerzo troceada
41. medio de dispersión
42. recipiente de dispersión
- 10 43. agitador
44. grifo de salida
45. tanque de fabricación de papel
46. transportador de malla
47. transportador
- 15 48. preimpregnado de fibra de carbono continua
49. película de resina de nylon 6
50. preforma
51. máquina de soldadura por ultrasonidos
52. molde (cuadrado) de forma cóncava
- 20 53. molde (circular) de forma cóncava
54. molde de lado móvil
55. molde de lado fijo
56. máquina de moldeo por inyección
57. gránulo de resina de nylon reforzado con fibra larga
- 25 58. material de película externa
59. núcleo

**REIVINDICACIONES**

1. Un producto moldeado que comprende:

un primer miembro (I) que contiene una parte de capa superficial plana y una parte de núcleo sobresaliente, y un segundo miembro (II) unificado con este,

5 siendo el primer miembro (I) de una resina reforzada con fibra (A) formada por una fibra de refuerzo (a1) y una resina de matriz (a2),

extendiéndose parte de los hilos de la fibra de refuerzo (a1) de forma penetrante entre la parte de capa superficial y la parte del núcleo,

10 extendiéndose la parte de los hilos de la fibra de refuerzo (a1) de forma penetrante a una tasa de 400 hilos/mm<sup>2</sup> o más, medida según el método descrito en la descripción, a través de la superficie límite entre la parte de capa superficial y la parte de núcleo,

teniendo la fibra de refuerzo (a1) una longitud de fibra promedio en número Ln de 1 mm o más, en donde la longitud de fibra promedio en número Ln se calcula mediante la ecuación (7),

$$Ln = \frac{\sum Li}{400} \dots (7), \text{ en donde } Li \text{ es la longitud de la fibra para } i = 1, 2, 3, \dots, 400$$

15 los hilos de la fibra de refuerzo (a1) están dispersos aleatoriamente, en donde la expresión "dispersos aleatoriamente" significa que el valor promedio del ángulo de orientación aleatoria está en el intervalo de 10 a 80 grados, medido según el método descrito en la descripción, y formando la parte de núcleo una estructura hueca.

20 2. El producto moldeado según la reivindicación 1, en donde el ángulo de orientación bidimensional  $\theta_r$  de la fibra de refuerzo (a1) en la parte de núcleo es de 10 a 80 grados, en donde el ángulo de orientación bidimensional se determinó entre un monofilamento de refuerzo y otro monofilamento de refuerzo que cruza el primero a partir de la observación de una imagen, en donde para un monofilamento de refuerzo se realizaron 20 mediciones del ángulo de orientación bidimensional.

25 3. El producto moldeado según la reivindicación 1 o 2, en donde la homogeneización de la parte de capa superficial y la parte de núcleo en el primer miembro (I), calculada mediante las ecuaciones que se dan a continuación es del 70 % o más, en donde la homogeneización se refiere a la proporción de la tasa de compactación en peso de la fibra de refuerzo que existe en la parte de núcleo respecto a la tasa de compactación en peso de la fibra de refuerzo que existe en la parte de capa superficial,

30 en donde se midió una muestra de la parte de núcleo que se cortó de un producto moldeado y el peso Mrc de la parte de núcleo, después de la medición del peso, la muestra se calentó al aire a 500 °C durante una hora para quemar el componente de resina y después se midió el peso Mrf de la fibra de refuerzo restante, la tasa de compactación en peso (%) Wfr de la fibra de refuerzo en la parte de núcleo se calculó a partir de estas mediciones de peso mediante la Ecuación (9)

$$35 \quad Wfr = \frac{Mrf}{Mrc} \times 100 \dots (9)$$

[Fórmula 1]

$$\text{Homogeneización} = (Wfr/Wff) \times 100 \dots (11)$$

en donde Wff es la tasa de compactación en peso (%) de la fibra de refuerzo en la parte de capa superficial.

40 4. El producto moldeado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde para un hilo de la fibra de refuerzo (a1) que se extiende de forma penetrante entre la parte de capa superficial y la parte de núcleo, la tasa de longitud de la fibra Lp que se calcula mediante la ecuación (1) dada a continuación cuando la relación de longitud entre la longitud Lr (µm) de ese segmento del hilo, medida según el método descrito en la descripción, que existe en la parte de núcleo y la longitud Lf (µm) de ese segmento del hilo, medida según el método descrito en la descripción, que existe en la parte de capa superficial es como se representa mediante  $Lr \leq Lf$  o mediante la ecuación (2) dada a continuación cuando es como se representa mediante  $Lr > Lf$  es del 30 % al 50 % y, al mismo tiempo, la tasa reforzada con fibra Fr, que se calcula mediante la ecuación (3) dada a continuación, cuando la relación de longitud entre la longitud Lr (µm) de ese segmento del hilo que existe en la parte de núcleo y la longitud Lf (µm) de ese segmento del hilo que existe en la parte de capa superficial es como se representa mediante  $Lr \leq Lf$  o mediante la ecuación (4) dada a continuación cuando es como se representa mediante  $Lr > Lf$  es 10 o más.

50 [Fórmula 2]

$$\text{Tasa de longitud de fibra } Lp = \{Lr / (Lr + Lf)\} \times 100 \dots (1)$$

[Fórmula 3]

$$\text{Tasa de longitud de fibra } Lp = \{Lf / (Lr + Lf)\} \times 100 \dots (2)$$

[Fórmula 4]

Tasa reforzada con fibra  $Fr = \{Lr \times (Lp / 100)\} \times 100 \dots (3)$

[Fórmula 5]

Tasa reforzada con fibra  $Fr = \{Lf \times (Lp / 100)\} \times 100 \dots (4)$

5 5. El producto moldeado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el área proyectada de la parte de núcleo representa del 5 % al 80 % del área proyectada de la parte de capa superficial, en donde el área proyectada de la parte de núcleo se determinó mediante una imagen de la superficie de la parte de núcleo que se observa con un escáner y se binariza para determinar el área de la parte de núcleo, una en la que la anchura y la longitud de la parte de núcleo se miden con un micrómetro o calibres, seguido de un cálculo y una en la que el área de la parte de núcleo se calcula a partir del área del hueco formado por la parte de núcleo.

10 6. El producto moldeado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el segundo miembro (II) tiene una parte de núcleo sobresaliente que tiene una forma idéntica a la del primer miembro (I).

15 7. El producto moldeado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el plano proyectado más grande de la estructura hueca formada por la forma sobresaliente en el primer miembro (I) y/o aquella en el segundo miembro (II) tiene en al menos una forma seleccionada del grupo que consiste en círculo, elipse, rombo, triángulo equilátero, cuadrado, rectángulo y hexágono regular.

8. El producto moldeado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 que cumple al menos uno de los siguientes requisitos (i) y (ii):

20 (i) el grosor máximo del producto moldeado es de 3,0 mm o menos,  
(ii) el peso específico del producto moldeado es 1,0 o menos, medido según la norma JIS K7112 A con etanol como líquido de inmersión.

9. El producto moldeado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde la altura de la forma sobresaliente en el primer miembro (I) y/o aquella en el segundo miembro (II) es de 2,0 mm o menos.

25 10. El producto moldeado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la fibra de refuerzo (a1) cumple al menos uno de los siguientes requisitos (iii) y (iv):

(iii) la fibra de refuerzo (a1) comprende monofilamentos discontinuos que están dispersos aleatoriamente,  
(iv) la fibra de refuerzo (a1) es fibra de carbono.

30 11. El producto moldeado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde la resina de matriz (a2) es al menos una resina termoplástica seleccionada del grupo que consiste en resina de poliamida, resina de polipropileno, resina de poliéster, resina de policarbonato, resina de sulfuro de polifenileno y resina de poliéter éter cetona.

12. Un producto moldeado unificado que comprende el producto moldeado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 unido a un tercer miembro (III) que tiene una estructura diferente.

35 13. El producto moldeado unificado según la reivindicación 12, que comprende un producto moldeado diseñado para servir como placa frontal y un tercer miembro (III) que tiene una parte de marco, la placa frontal y la parte de marco unificadas entre sí para proporcionar un producto moldeado unificado que pueden usarse en instrumentos eléctricos/electrónicos, equipos de automatización de oficinas, electrodomésticos, equipo de atención médica, piezas de automóvil, piezas de aviones o materiales de construcción.

40 14. Un método de producción para el producto moldeado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende una etapa para producir el primer miembro (I) en el que una preforma que comprende una capa de resina reforzada con fibra (X) que tiene un parámetro de densidad p, que se define a continuación, de  $2 \times 10^4$  o más y  $1 \times 10^8$  o menos y una capa de resina reforzada con fibra (Y) que tiene un parámetro de densidad p de  $1 \times 10^1$  o más y no más de 0,1 veces el parámetro de densidad de la capa de resina reforzada con fibra (X) se moldea a presión usando una mitad de molde que tiene una forma cóncava para formar una parte de núcleo sobresaliente en el primer miembro (I) y una mitad de molde opuesta que se acopla con ella:

45 [Fórmula 6]

$$p = \frac{n \times Ln^2}{h} \dots (5)$$

en donde

50 n es el número de unidades de flujo de fibra de refuerzo contenidas en una unidad de área (1 mm<sup>2</sup>) de la resina reforzada con fibra, en donde se cortó una lámina cuadrada de 100 mm x 100 mm de una capa de resina reforzada con fibra y la lámina cuadrada se calentó al aire a 500 °C durante una hora para quemar el componente de resina y la

5 fibra de refuerzo restante se observó mediante microscopía óptica, seguido por el cálculo del número promedio agrupado de unidades de flujo compuestas de fibra de refuerzo, cuando una unidad de flujo tiene una anchura y altura de aproximadamente un diámetro  $d_0$  ( $\mu\text{m}$ ), entonces es un monofilamento y el número agrupado es uno, después de seleccionar aleatoriamente 100 unidades de flujo compuestas de fibra de refuerzo, se realizaron mediciones mediante la operación anterior y se adoptó su promedio para representar el número agrupado  $k$  de las unidades de flujo  $h$  es el grosor (mm) de la capa de resina reforzada con fibra, y  $L_n$  es la longitud de fibra promedio en número (mm) de la fibra de refuerzo.

15. El método de producción para el producto moldeado según la reivindicación 14, en donde la preforma comprende la capa de resina reforzada con fibra (X) y la capa de resina reforzada con fibra (Y) apiladas una encima de la otra.



Fig. 1

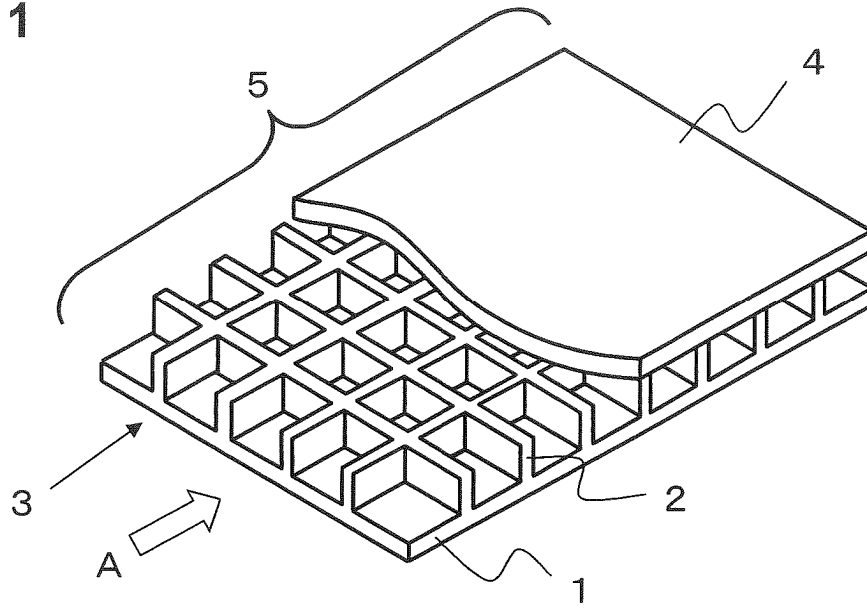


Fig. 2

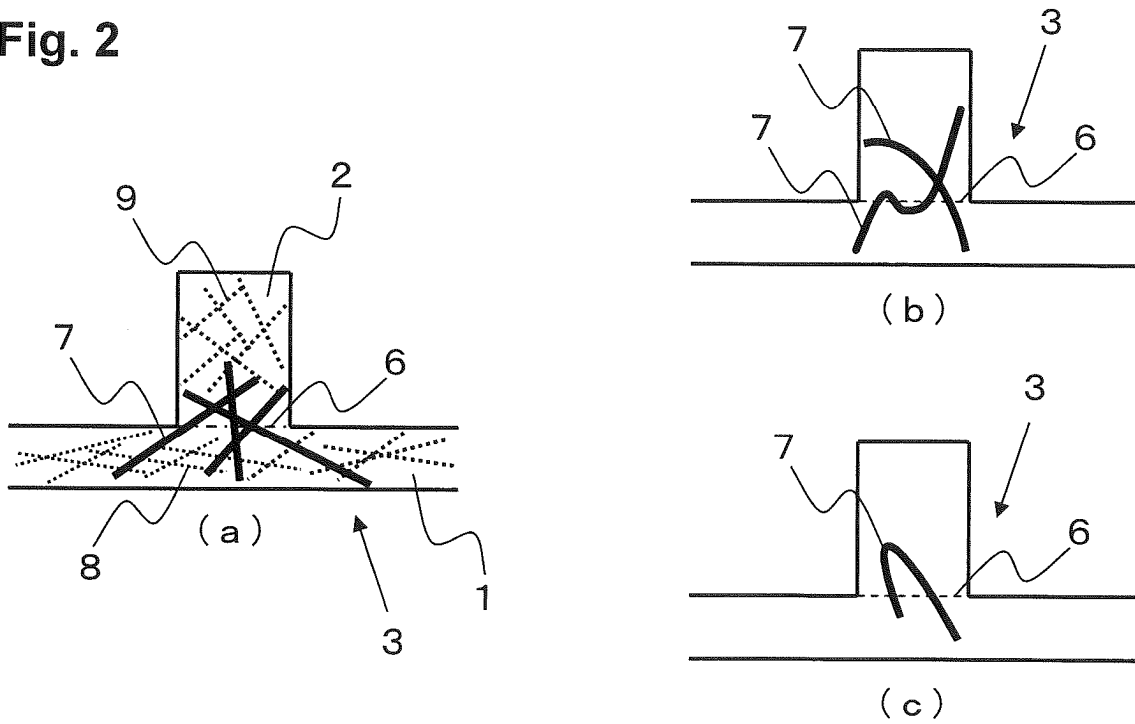


Fig. 3

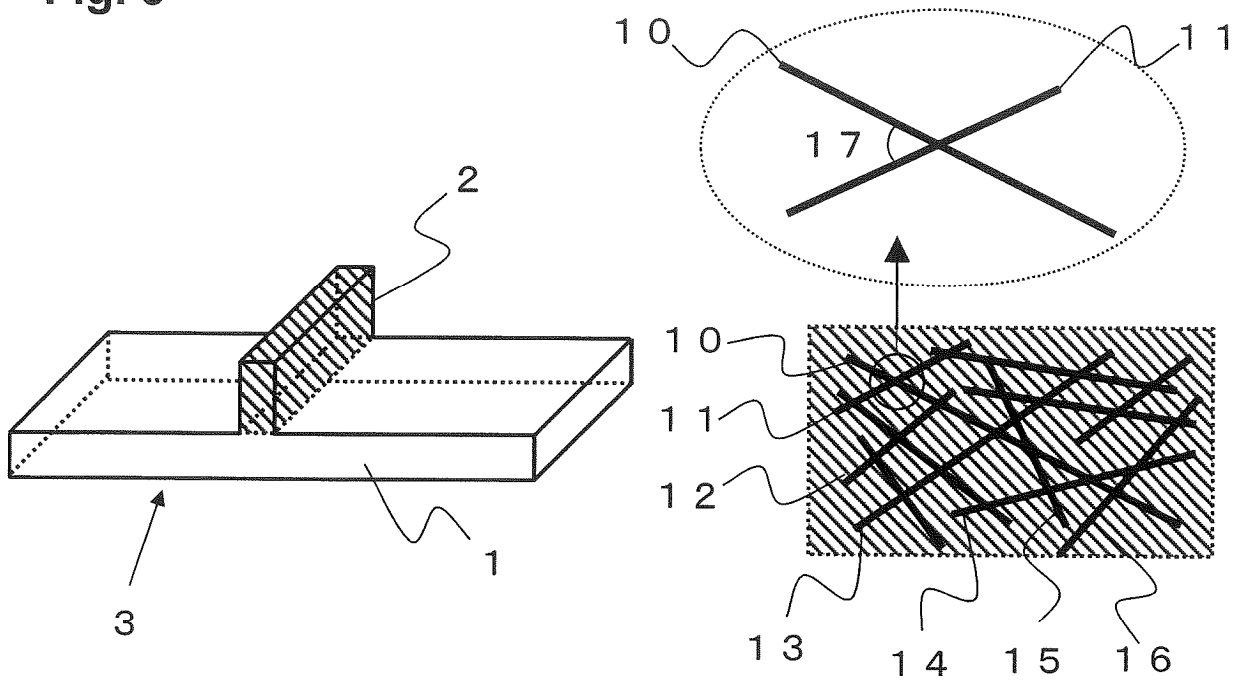


Fig. 4

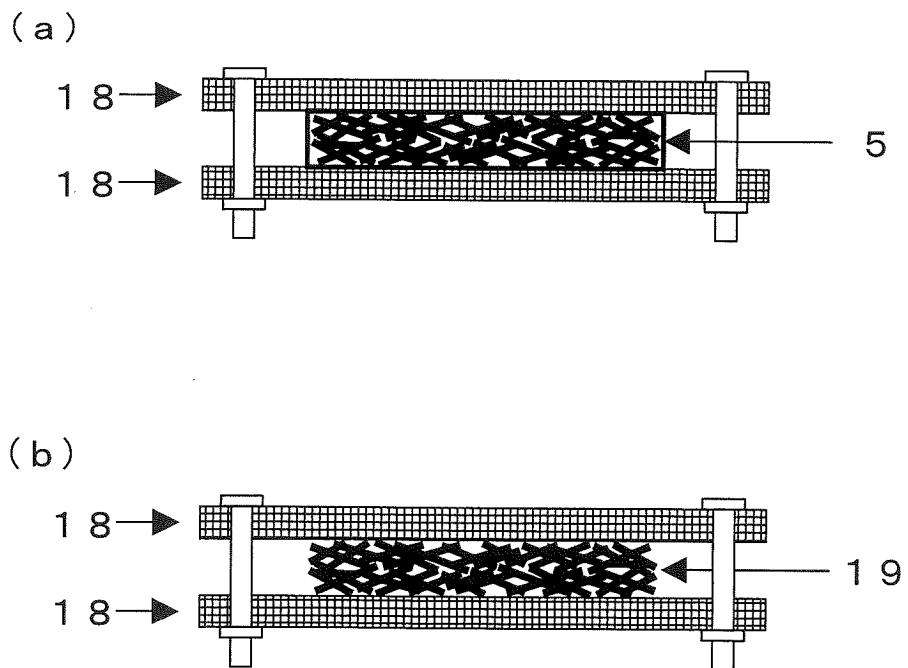


Fig. 5

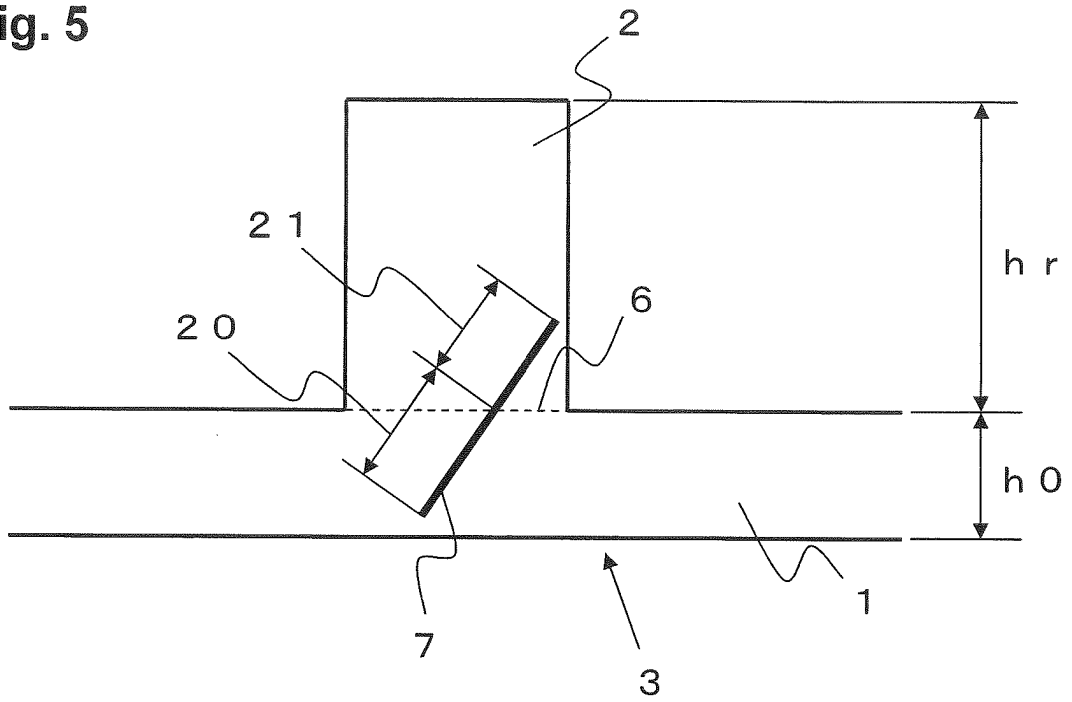


Fig. 6

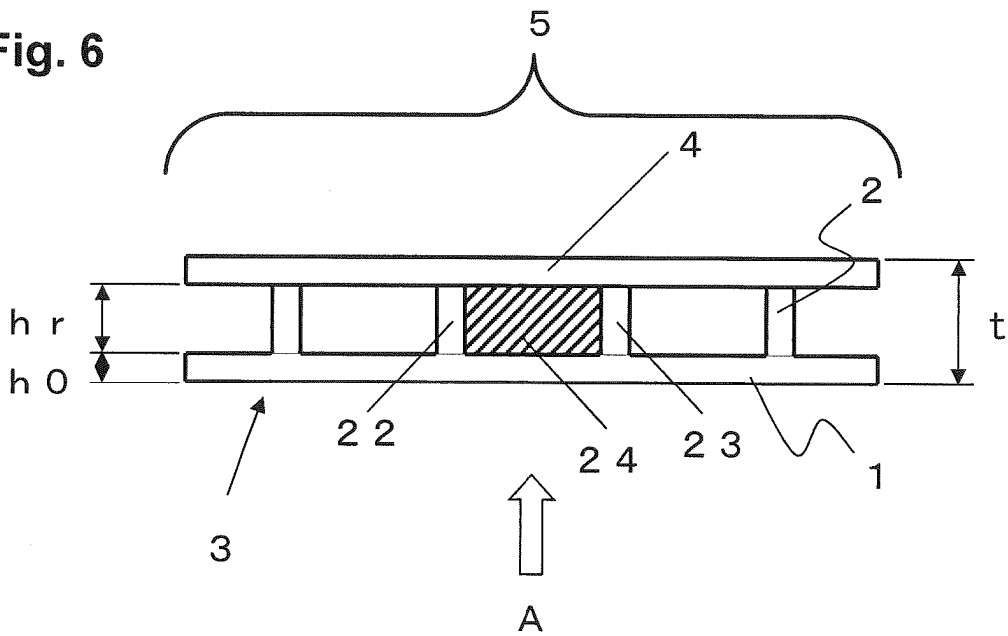


Fig. 7

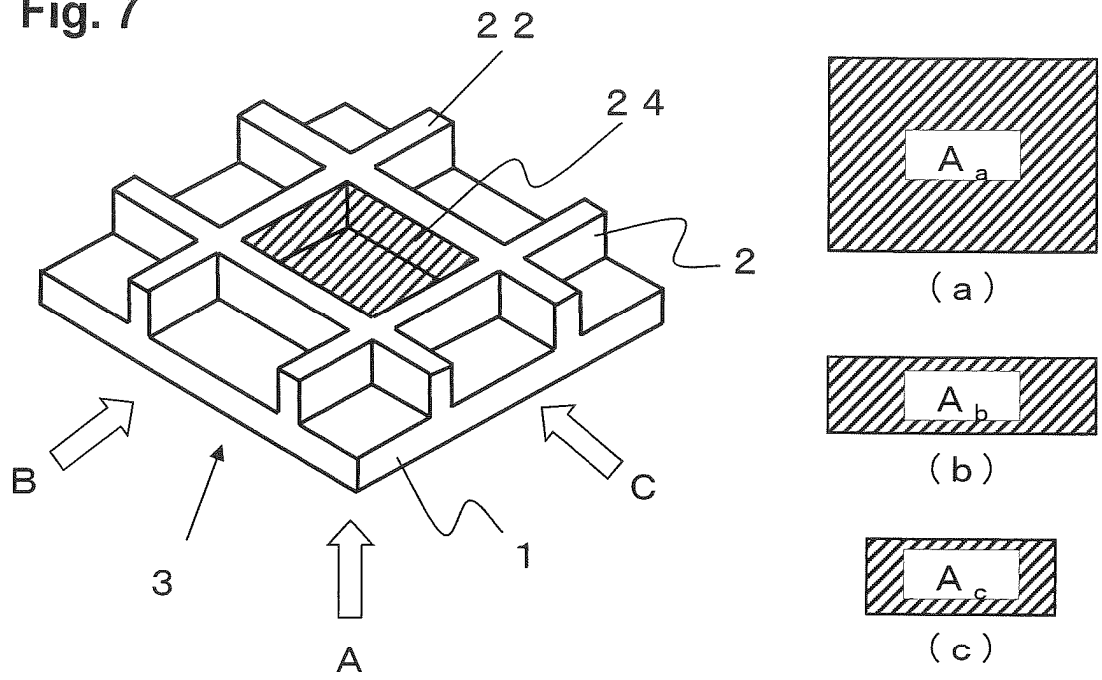


Fig. 8

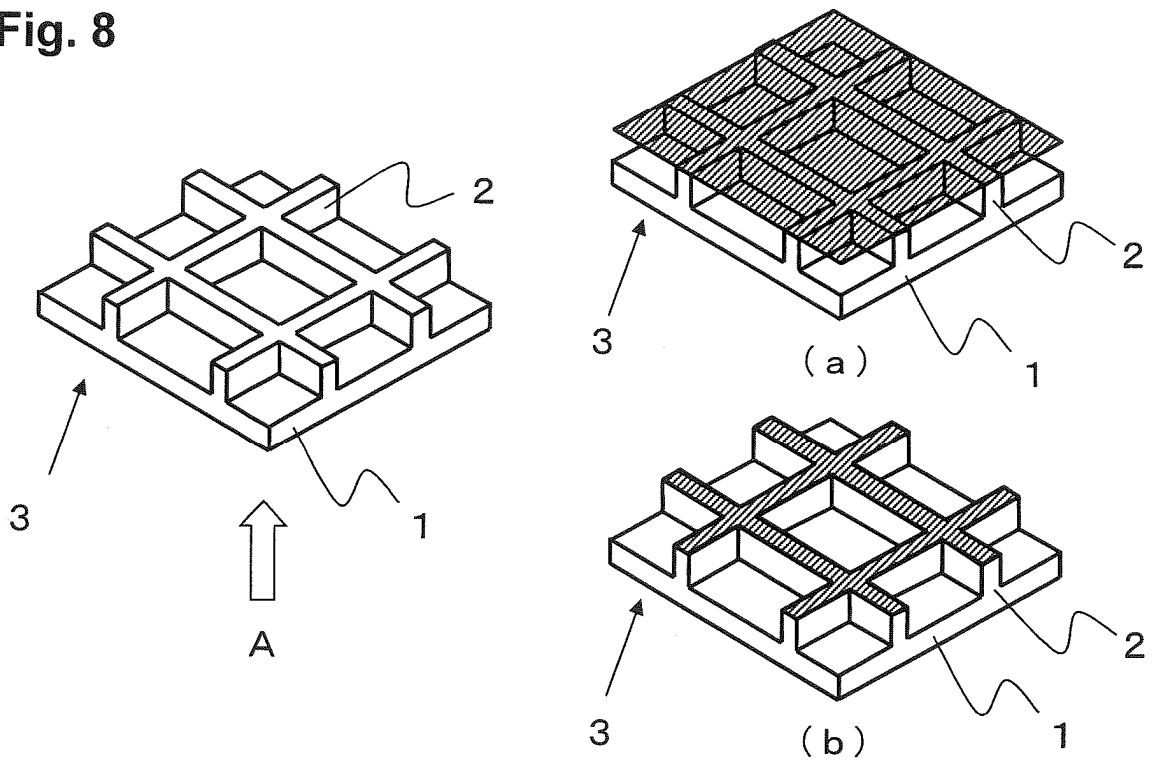
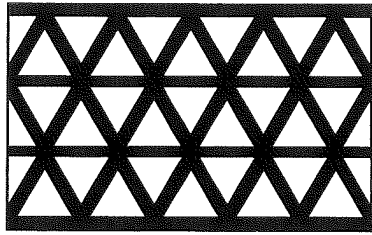
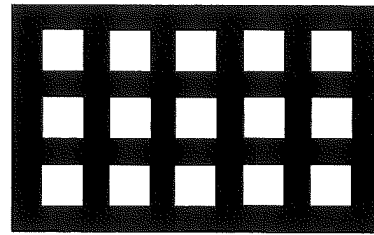


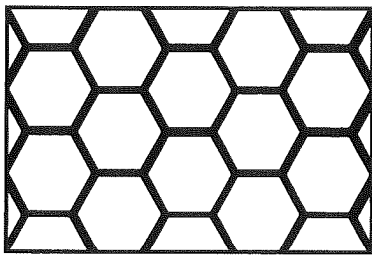
Fig. 9



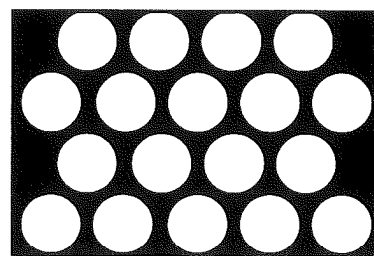
(a)



(b)

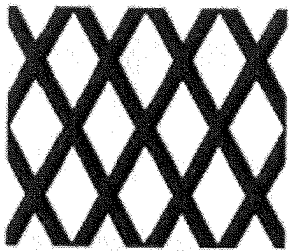


(c)

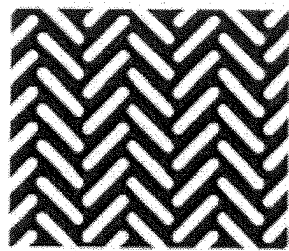


(d)

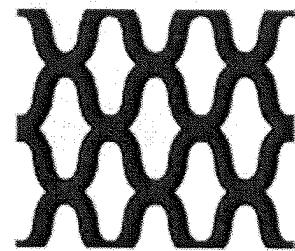
Fig. 10



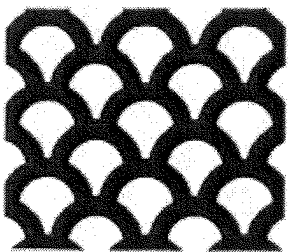
(e)



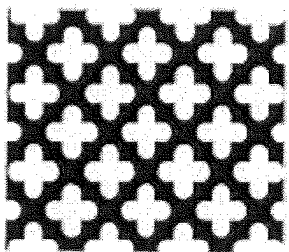
(f)



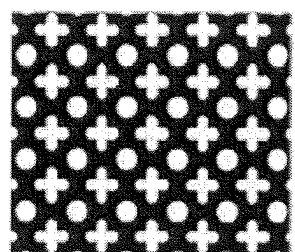
(g)



(h)



(i)



(j)

Fig. 11

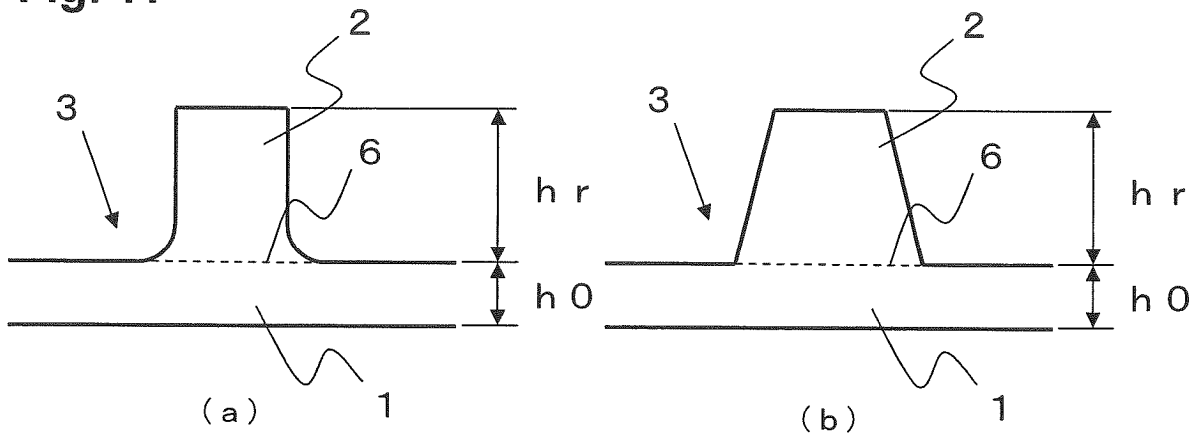


Fig. 12

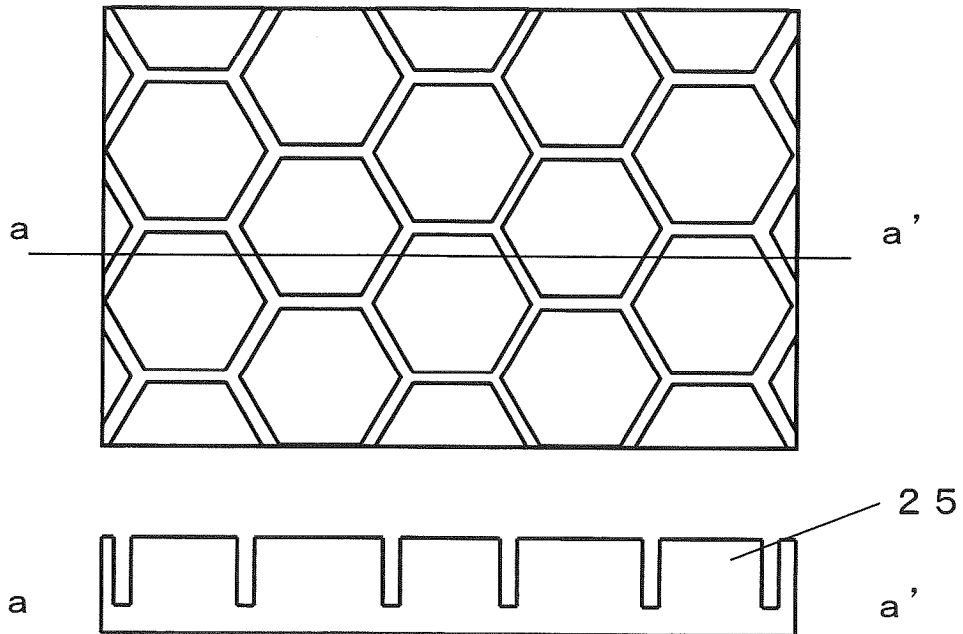




Fig. 15

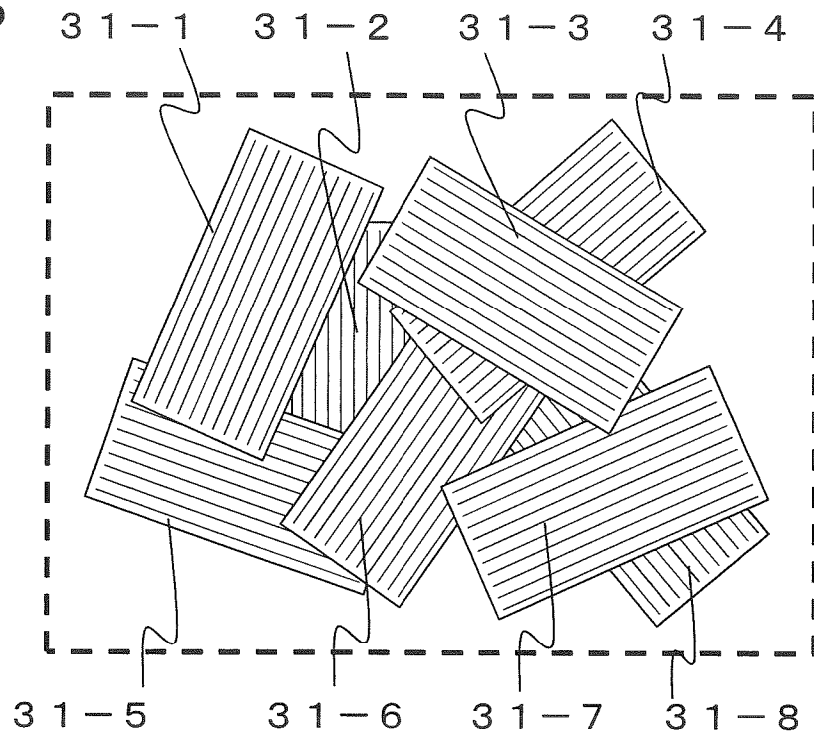


Fig. 16

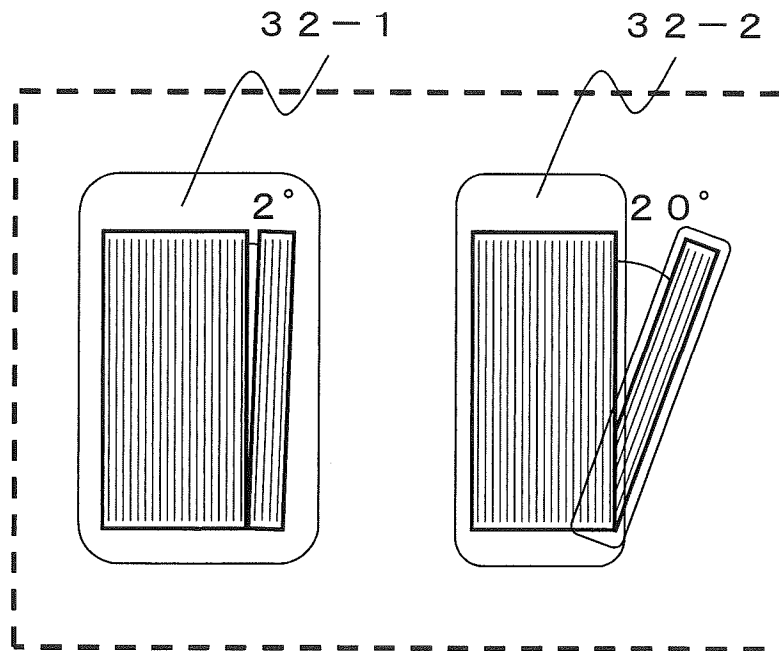




Fig. 17

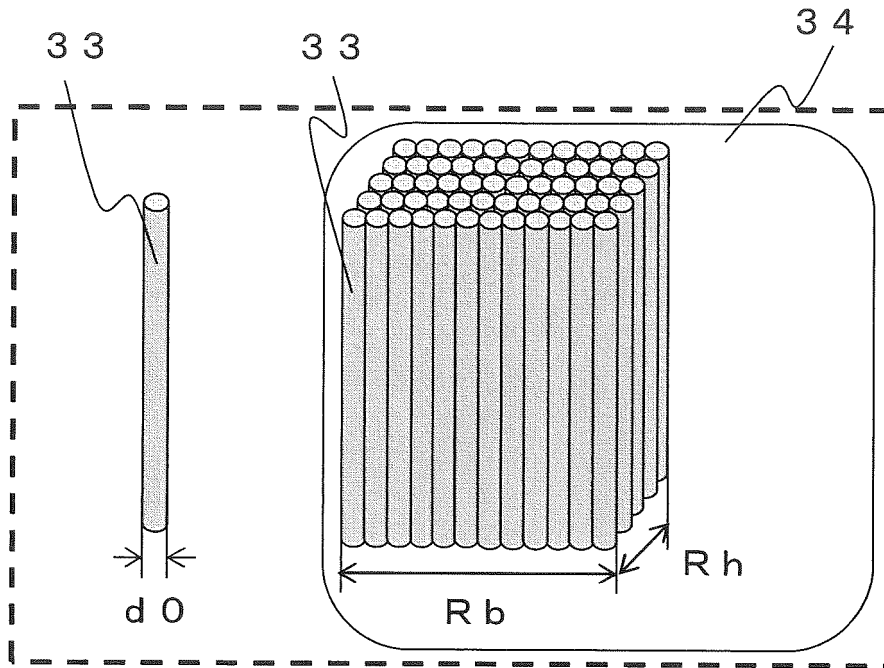


Fig. 18

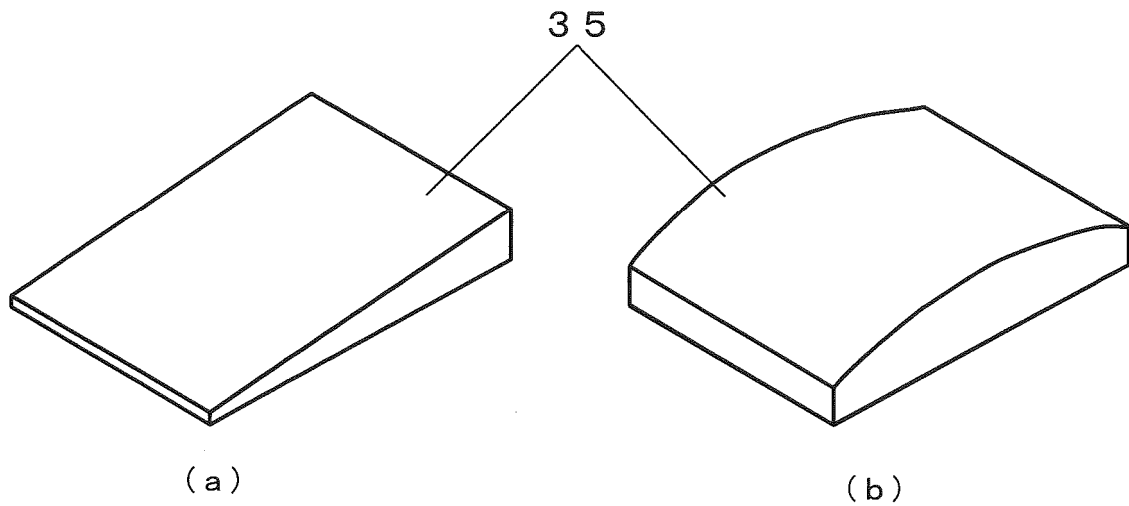


Fig. 19

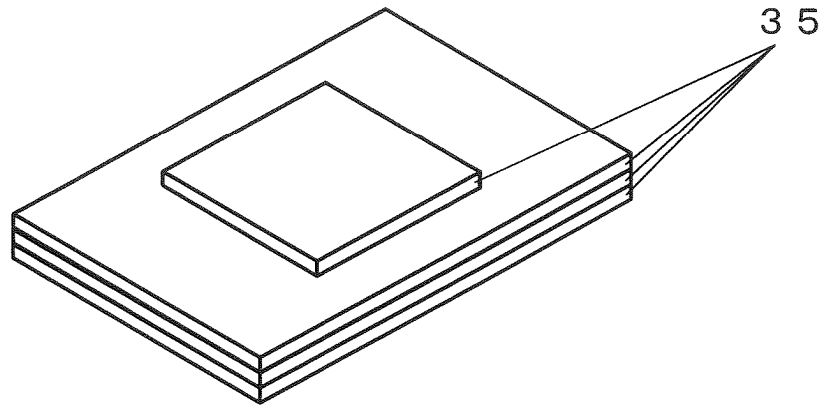


Fig. 20

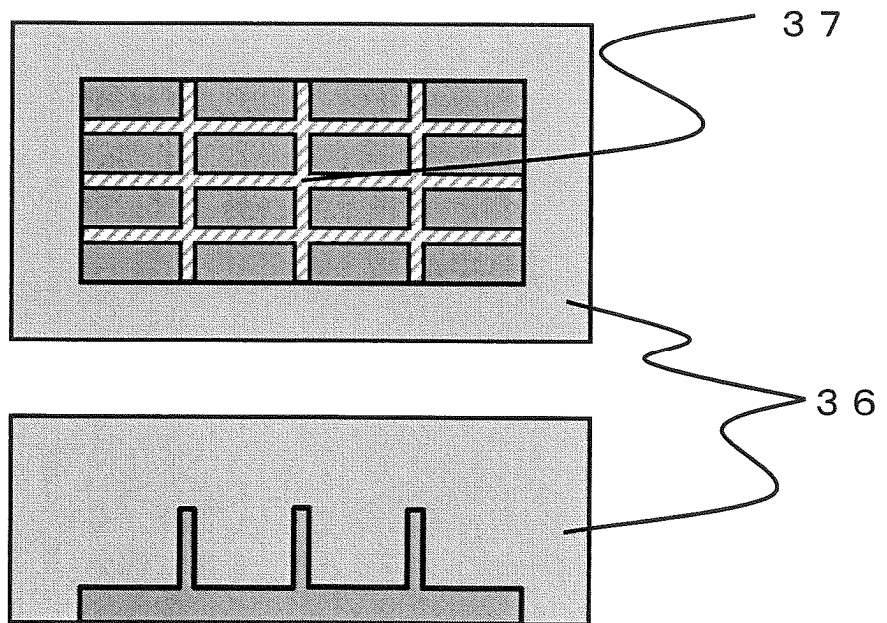


Fig. 21

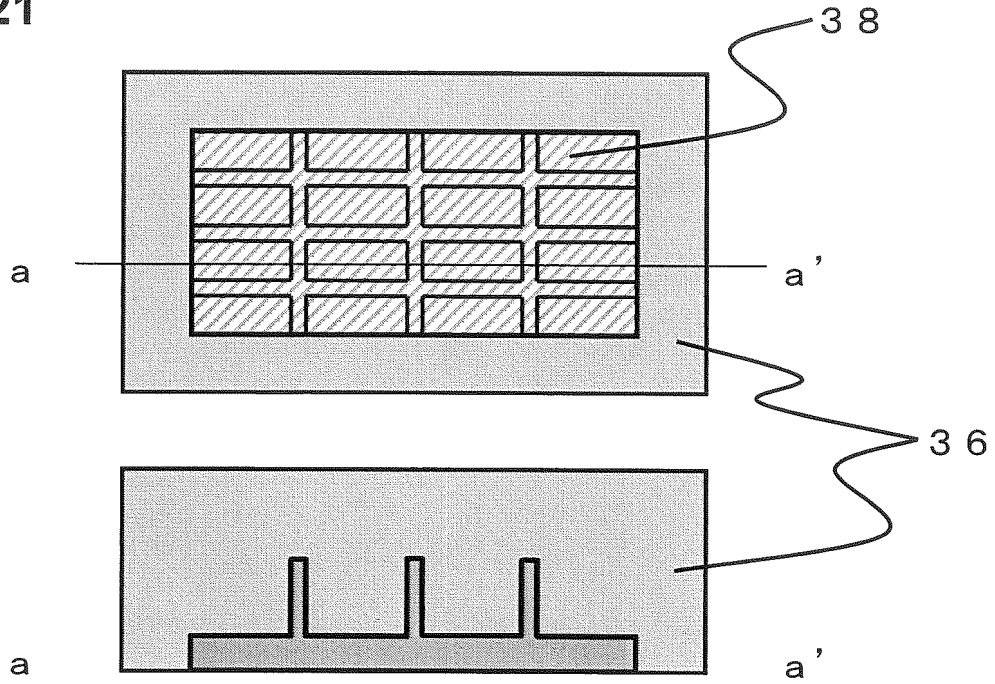


Fig. 22

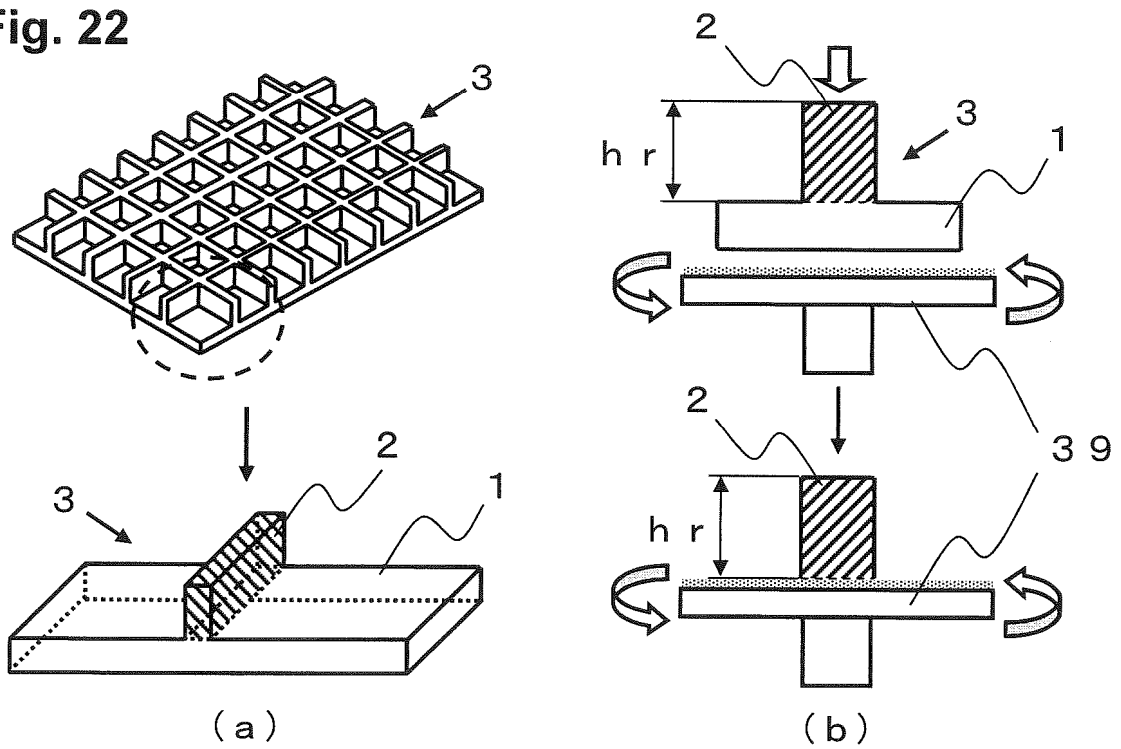


Fig. 23

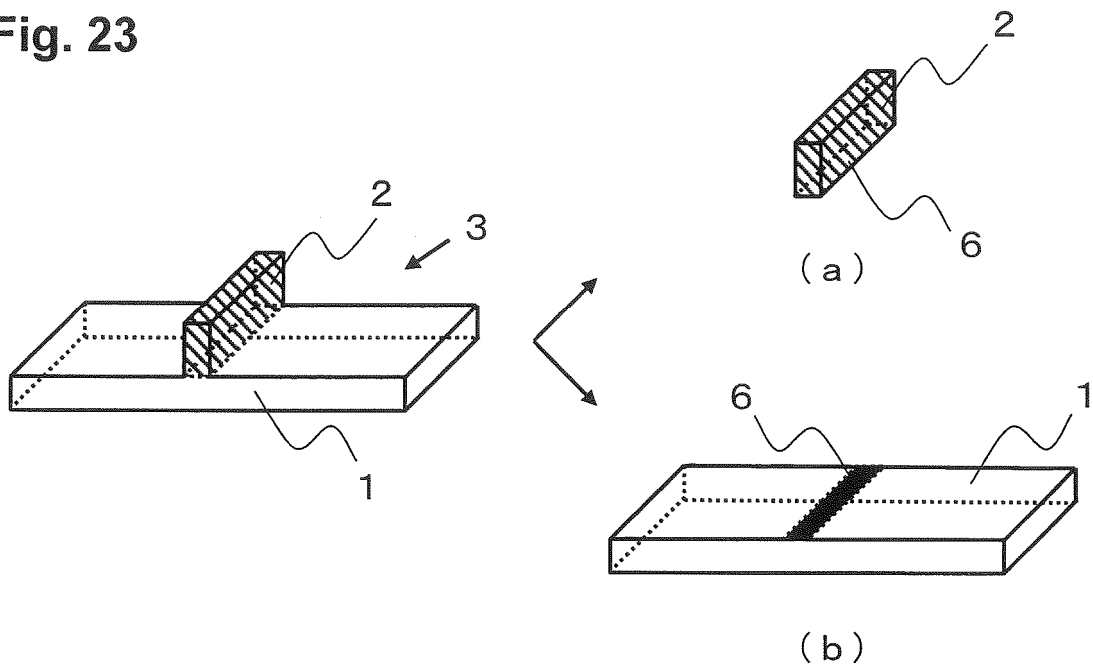


Fig. 24

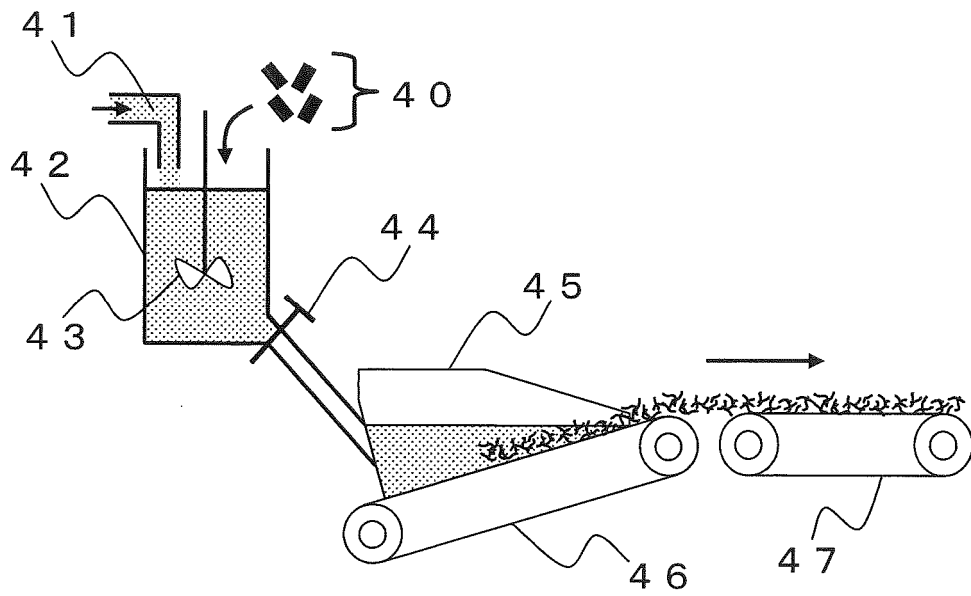


Fig. 25

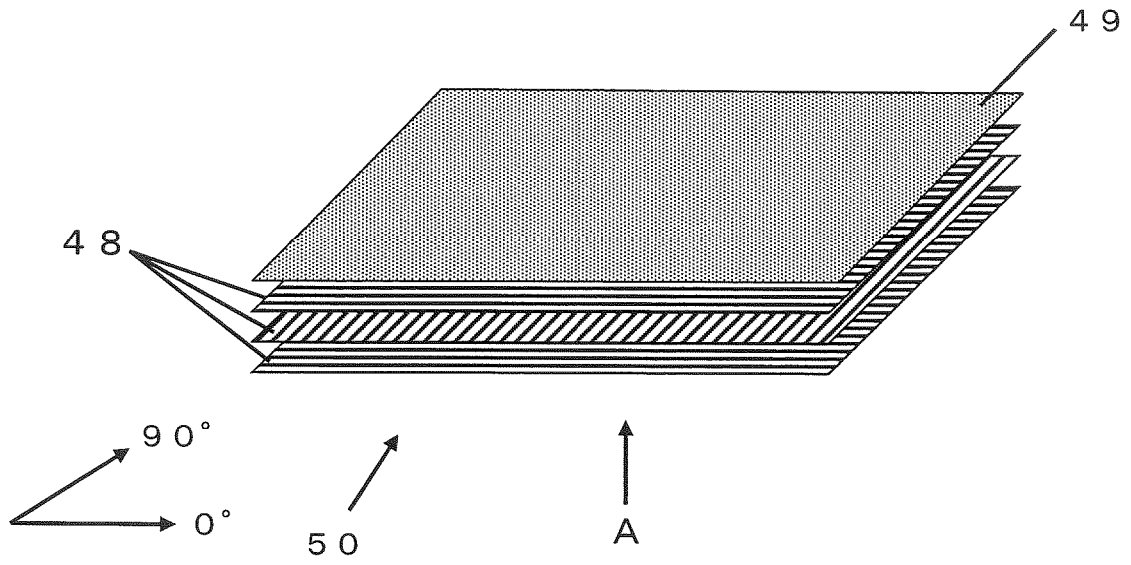


Fig. 26

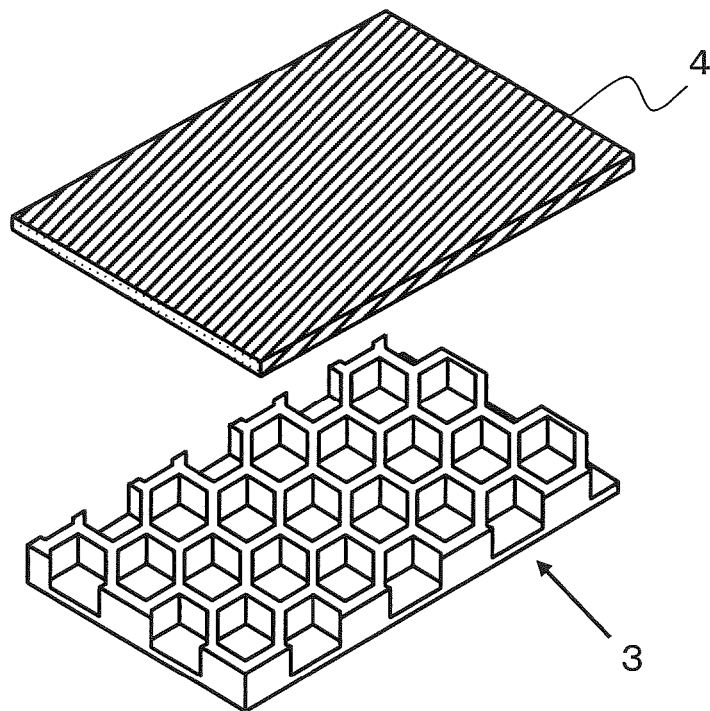


Fig. 27

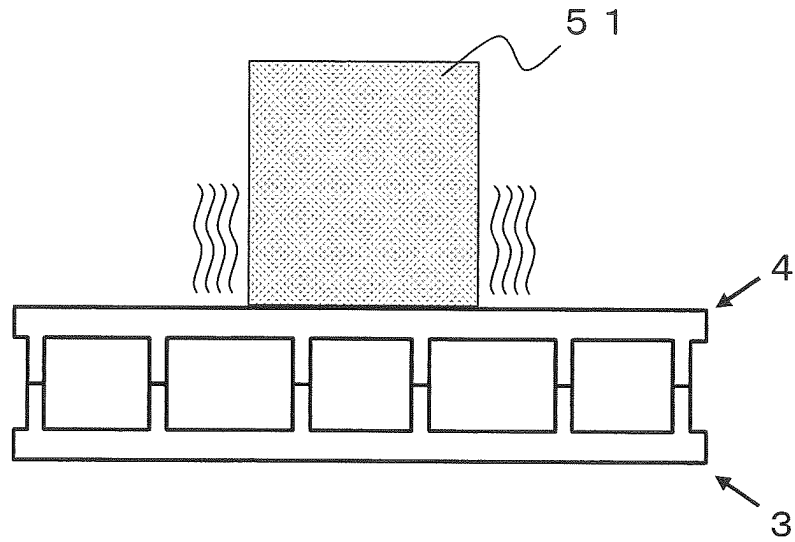
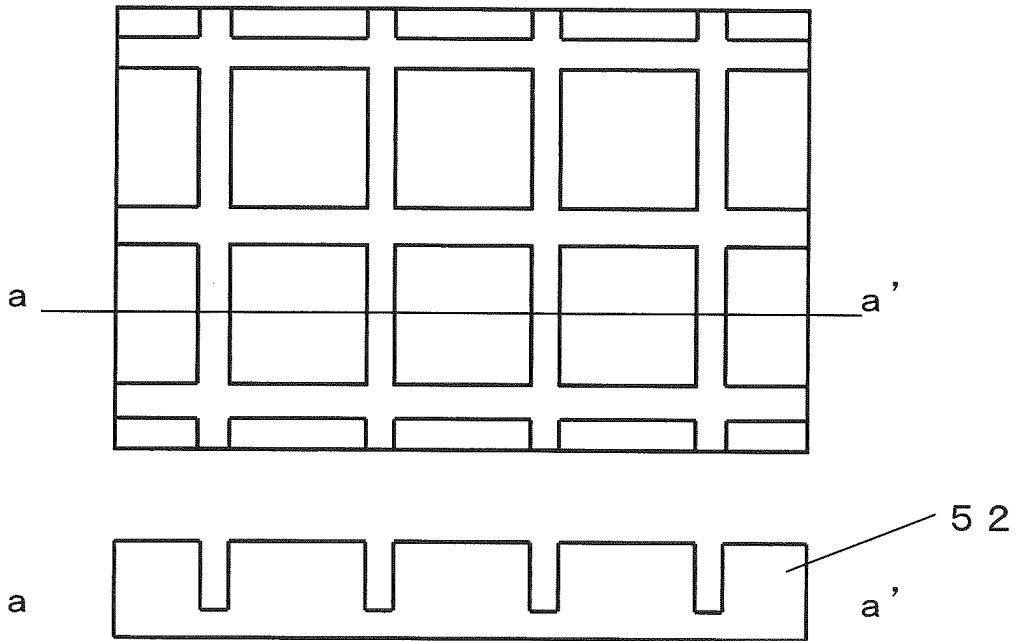
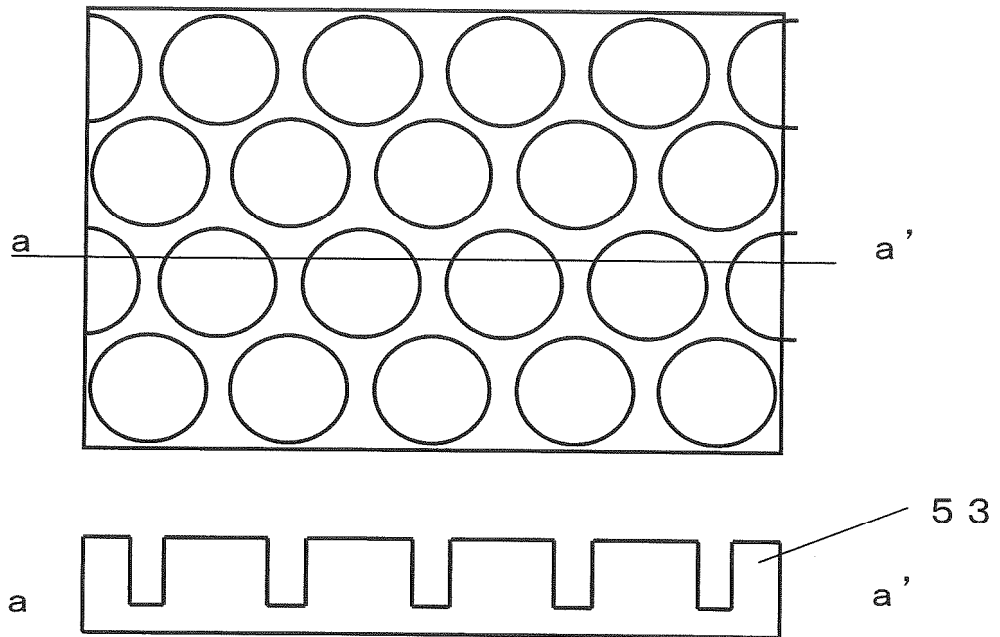


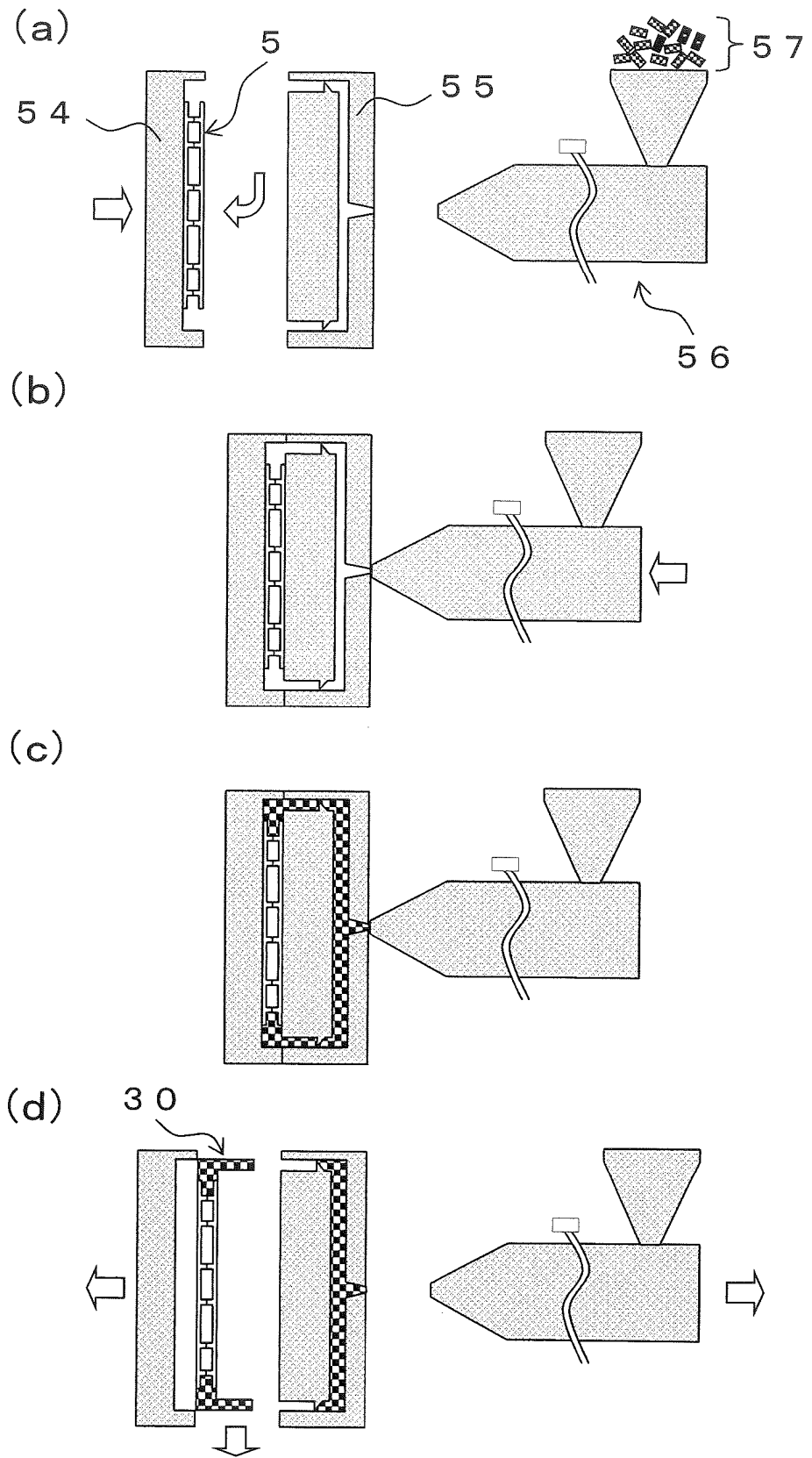
Fig. 28



**Fig. 29**



**Fig. 30**





**Fig. 31**

