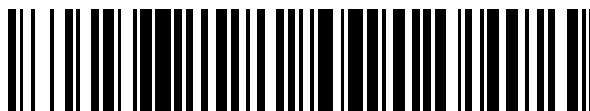


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 732 811**

51 Int. Cl.:

B32B 5/28

(2006.01)

C08J 5/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.03.2014** **PCT/JP2014/057441**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.10.2014** **WO14162873**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2014** **E 14779266 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2019** **EP 2982504**

54 Título: **Laminado en sándwich, estructura de sándwich y producto moldeado unificado que utiliza los mismos y procesos para producirlos**

30 Prioridad:

02.04.2013 JP 2013076637

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

26.11.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

TAKEBE, YOSHIKI;
KIHARA, HIROKI y
HIRANO, NORIYUKI

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 732 811 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

Laminado en sándwich, estructura de sándwich y producto moldeado unificado que utiliza los mismos y procesos para producirlos

Campo técnico

La presente invención se refiere a un laminado en sándwich y a una estructura de sándwich, que comprende sustratos intermedios en forma de lámina, cada uno obtenido impregnando una esterilla compuesta por fibras de refuerzo con una resina termoplástica. La presente invención también se refiere a: una estructura de sándwich y a un artículo moldeado integralmente, que muestran una excelente productividad, propiedades de ligereza y capacidad de unión entre una capa de revestimiento y una capa de núcleo; y a los métodos de producción de los mismos.

Antecedentes de la técnica

Los plásticos reforzados con fibras (PRF) compuestos por fibras de refuerzo y una resina matriz tienen excelentes propiedades de ligereza y propiedades dinámicas y, por lo tanto, se utilizan ampliamente en diversas aplicaciones industriales. De entre los mismos, los PRF (TPRFC, por sus siglas de termoplástico reforzado con fibras de carbono) que comprenden una resina termoplástica han llamado recientemente la atención porque no solo tienen las propiedades de ligereza y las propiedades dinámicas mencionadas anteriormente, sino que también pueden producirse en masa mediante el moldeo de alta velocidad exclusivo de las resinas termoplásticas y las resinas matrices del mismo tipo pueden unirse o adherirse por refusión. En tales condiciones comerciales, el mercado a menudo exige que aquellas piezas y estructuras que comprenden un TPRFC tengan, en particular, propiedades de ligereza y una buena productividad. Por consiguiente, se han realizado varias propuestas relacionadas con los medios para lograr la reducción de peso con el uso de una resina termoplástica de baja densidad para una capa de núcleo en un laminado que tiene una estructura de sándwich y reduciendo, de ese modo, la gravedad específica del producto resultante en conjunto, así como las tecnologías para proporcionar ligereza mediante la disposición de huecos dentro de una estructura en forma de sándwich, reduciendo así la densidad del producto resultante en su conjunto. Al mismo tiempo, también se han examinado activamente las tecnologías para proporcionar una estructura de sándwich en la que una capa de revestimiento está adherida o unida a una capa de núcleo que comprende tales huecos.

En una estructura que comprende dichos huecos, los huecos provistos a efectos de reducir el peso tienen superficies desiguales y esto puede causar problemas como que en una capa de revestimiento la resistencia de la porción de superficie se reduce y la capacidad de diseño no puede garantizarse. A modo de tecnología desarrollada en vista de tales problemas, se divulga un método para mejorar el aspecto de la superficie de un artículo moldeado mediante la laminación o la disposición de una lámina que contiene un relleno inorgánico sobre la superficie de un artículo moldeado de resina termoplástica reforzada con fibras que contiene huecos en un rango específico (Documento de patente 1). Sin embargo, en esta tecnología, dado que la lámina que contiene el relleno inorgánico y la lámina que sirve como capa de núcleo son diferentes en términos de coeficiente de expansión lineal y contracción de moldeo asociada con las mismas, en principio, deben seleccionarse resinas que tengan los coeficientes de expansión lineal iguales o similares para la capa de núcleo y la lámina que contiene el relleno inorgánico; por lo tanto, el rango aplicable del artículo resultante que tiene un buen aspecto exterior es estrecho y se requiere que la lámina que contiene la carga inorgánica se prepare por separado y luego se lamine o se disponga sobre la capa de núcleo, de modo que pueda haber un problema de baja productividad. Mientras tanto, también se divulga una tecnología para adherir o unir una capa de revestimiento a una lámina compuesta (capa de núcleo) que contiene huecos y está compuesta por fibras de refuerzo y una resina termoplástica utilizando la irregularidad de la superficie basada en los huecos y un adhesivo (Divulga de patente 2). Como en esta tecnología, en un método de unión donde se usa un adhesivo para unir una capa de revestimiento y una capa de núcleo, puede haber problemas dado que es necesario una etapa de recubrimiento con adhesivo y eso, ya que el límite de la fuerza de unión depende de la fuerza del adhesivo, las partes unidas no pueden proporcionar una fiabilidad satisfactoria.

REFERENCIAS DE LA TÉCNICA ANTERIOR**DOCUMENTOS DE PATENTE**

[Documento de patente 1] Publicación de solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública (JP-A) N.º H4-232047

[Documento de patente 2] Solicitud de patente PCT japonesa traducida y abierta a inspección pública N.º 2010-538863

Otros laminados son de los documentos US2012/235334, EP0640467, US2010/021718, WO2012/096273, EP2940065 (bajo A54 (3) EPC) y EP3040195 (bajo A54 (3) EPC).

Sumario de la invención**Problemas a resolver por la invención**

Un objetivo de la presente invención consiste en resolver los problemas descritos anteriormente y proporcionar un laminado en sándwich en el que, incluso cuando se seleccionan resinas termoplásticas que no son compatibles entre sí y se usan para capas de revestimiento y para una capa de núcleo, estas capas pueden unirse fuertemente e integrarse fácilmente entre sí. Otro objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un laminado en sándwich adecuado para obtener la estructura de sándwich que se describe a continuación, y otro objetivo más de la presente invención consiste en proporcionar una estructura de sándwich y un artículo moldeado integralmente, que muestre una fuerte unión entre las capas de revestimiento y una capa de núcleo, con independencia de los tipos de resinas termoplásticas que constituyen las capas respectivas y que tenga propiedades satisfactorias de ligereza.

10 Medios para resolver los problemas

Para resolver los problemas descritos anteriormente, el laminado en sándwich de acuerdo con las reivindicaciones 1-7 de la presente invención tiene la siguiente constitución

- 15 • Un laminado en sándwich, que comprende: como capa de formación de un núcleo, un sustrato intermedio en forma de lámina obtenido por impregnación de una esterilla compuesta por fibras de refuerzo con una resina termoplástica (B); y, como capas de formación de un revestimiento, sustratos intermedios en forma de lámina, obteniéndose cada uno impregnando fibras continuas de refuerzo con una resina termoplástica (A), en donde al menos el sustrato intermedio en forma de lámina utilizado como capa de formación de un núcleo tiene una capacidad de expansión térmica, la región de temperatura utilizable de la resina termoplástica (A) que constituye las capas de formación de un revestimiento y la de la resina termoplástica (B) que constituye la capa de formación de un núcleo se solapan la una a la otra en un intervalo de temperatura de al menos 5 °C, y la resina termoplástica (A) tiene una región de temperatura donde no se funde en un límite inferior de la región de temperatura utilizable de la resina termoplástica (B).

Además, para resolver los problemas descritos anteriormente, el método de producción de una estructura de sándwich de acuerdo con las reivindicaciones 8-9 de la presente invención tiene cualquiera de las siguientes constituciones

- 30 • Un método de producción de una estructura de sándwich, comprendiendo el método calentar cualquiera de los laminados en sándwich descritos anteriormente para permitir que la capa de formación de un núcleo se expanda a una relación de expansión prescrita.

Para resolver los problemas descritos anteriormente, el artículo moldeado integralmente de acuerdo con la reivindicación 10 de la presente invención tiene la siguiente constitución.

- 35 • Un artículo moldeado integralmente, obtenido mediante la unión de un primer miembro con un segundo miembro, siendo el primer miembro cualquiera de las estructuras de sándwich descritas anteriormente o una estructura de sándwich producida mediante cualquiera de los métodos de producción descritos anteriormente y estando el segundo miembro compuesto por otro cuerpo moldeado.

Además, para resolver los problemas descritos anteriormente, el método de producción de un artículo moldeado integralmente de acuerdo con la reivindicación 12 de la presente invención tiene cualquiera de las siguientes constituciones.

- 45 • Un método de producción del artículo moldeado integralmente descrito anteriormente, comprendiendo el método unir el segundo miembro que es un cuerpo moldeado obtenido mediante moldeo por inyección, con el primer miembro mediante un moldeo por inyección con inserto interior o un moldeo por inyección con inserto exterior.
- 50 • Un método de producción de cualquiera de los artículos moldeados integralmente descritos anteriormente, comprendiendo el método la unión del segundo miembro que es un cuerpo moldeado obtenido mediante moldeo por compresión, con el primer miembro mediante moldeo por compresión.

Efectos de la invención

De acuerdo con el laminado en sándwich de la presente invención, incluso cuando se utiliza una combinación de resinas termoplásticas que muestran una pobre adhesión entre sí para las capas de formación de un revestimiento y la capa de formación de un núcleo, se puede obtener un laminado en sándwich con una excelente capacidad de unión y una alta productividad. Además, este laminado en sándwich puede usarse adecuadamente para obtener la estructura de sándwich de la presente invención. Además, de acuerdo con la estructura de sándwich de la presente invención, ya que las propiedades de ligereza se satisfacen y las capas de revestimiento y la capa de núcleo están fuertemente unidas debido a una estructura cóncava-convexa, se puede obtener una estructura de sándwich en la que diferentes resinas termoplásticas están fuertemente unidas entre sí sin utilizar ningún medio de unión, como un adhesivo. Asimismo, en un artículo moldeado integralmente que comprende esta estructura de sándwich, al impartirle funciones a base de diversas propiedades de resina, se puede obtener un artículo moldeado integralmente que tiene un alto valor añadido. Más aún, la estructura de sándwich y el artículo moldeado integralmente descritos anteriormente tienen una alta productividad atribuida al uso de resinas termoplásticas. Debido a los efectos descritos anteriormente, el artículo moldeado integralmente de la presente invención se usa adecuadamente como miembro de montaje en

aplicaciones tales como componentes de automóviles, carcasas de dispositivos eléctricos/electrónicos y componentes de aeronaves.

Breve descripción de los dibujos

[Fig. 1] La Fig. 1 es una vista esquemática que muestra un ejemplo de una capa de interfaz del laminado en sándwich de la presente invención.

[Fig. 2] La Fig. 2 es una vista esquemática que muestra un ejemplo de una capa de interfaz del laminado en sándwich de la presente invención, en la que no se muestran las fibras de refuerzo.

[Fig. 3] La Fig. 3 proporciona unas vistas esquemáticas que muestran un ejemplo del estado de dispersión de las fibras de refuerzo en una esterilla compuesta por las fibras de refuerzo que se usa en la presente invención.

[Fig. 4] La Fig. 4 proporciona unas vistas esquemáticas que muestran un ejemplo de la sección transversal del laminado en sándwich de la presente invención en la dirección del plano y en la dirección del grosor.

[Fig. 5] La Fig. 5 es una vista en perspectiva que ilustra una muestra para el ensayo de resistencia de la unión a la cizalladura por tracción utilizada en los Ejemplos y en los Ejemplos Comparativos de la presente invención.

[Fig. 6] La figura 6 es una vista esquemática que muestra un ejemplo de la sección transversal de la estructura de sándwich de la presente invención.

[Fig. 7] La Fig. 7 es una vista en perspectiva que muestra un artículo moldeado integralmente obtenido en los Ejemplos y los Ejemplos Comparativos de la presente invención.

[Fig. 8] La Fig. 8 es una vista en perspectiva que muestra un artículo moldeado integralmente obtenido en los Ejemplos y los Ejemplos Comparativos de la presente invención.

[Fig. 9] La Fig. 9 es una vista en perspectiva que ilustra una muestra para el ensayo de resistencia de la unión a la cizalladura por tracción de un artículo moldeado integralmente obtenido en los Ejemplos y los Ejemplos Comparativos de la presente invención.

Modos realización de la invención

En la presente invención, se usan sustratos intermedios en forma de lámina que comprenden, cada uno, una esterilla compuesta por fibras de refuerzo (en lo sucesivo, también denominada "esterilla reforzada con fibras"). La expresión "esterilla reforzada con fibras" usada en el presente documento se refiere a un cuerpo plano que está constituido por fibras de refuerzo y también puede contener un componente de resina en forma de polvo o en forma de fibra además de las fibras de refuerzo. Dicha esterilla reforzada con fibras funciona como un medio de impregnación para formar capas de interfaz en las que una resina termoplástica y una resina termoplástica (B) están ancladas entre sí.

Desde el punto de vista de la facilidad de impregnación de la esterilla reforzada con fibras con una resina termoplástica, así como desde el punto de vista de mejorar aún más el efecto de anclaje de una resina termoplástica mediante la esterilla reforzada con fibras para obtener una excelente adherencia, se prefiere que la fibra la esterilla reforzada con fibras usada en la presente invención asuma la forma de una tela no tejida. Además, al permitir que la esterilla reforzada con fibras tenga forma de tela no tejida, la esterilla reforzada con fibras puede impregnarse fácilmente con una resina termoplástica que generalmente se considera que tiene una alta viscosidad. La expresión "forma de tela no tejida" utilizada en el presente documento se refiere a una forma en la que las hebras y/o monofilamentos de las fibras de refuerzo están dispersas de manera irregular y plana, y entre los ejemplos de las mismas se incluyen una esterilla de hebras cortadas, una esterilla de hebras continuas, una esterilla de fabricación de papel, una esterilla por cardado y una esterilla por flujo de aire.

Un primer laminado en sándwich de acuerdo con la presente invención comprende, como capas de formación de una capa y como capa de formación de un núcleo, sustratos intermedios en forma de lámina, cada uno obtenido mediante la impregnación de una esterilla reforzada con fibras con una resina termoplástica.

Además, un segundo laminado en sándwich según la presente invención comprende: como capa de formación de un núcleo, un sustrato intermedio en forma de lámina obtenido mediante la impregnación de una esterilla reforzada con fibras con una resina termoplástica; y, como capas de formación de un revestimiento, sustratos intermedios en forma de lámina obtenidos, cada uno, mediante la impregnación de fibra(s) de refuerzo continuas con una resina termoplástica.

La expresión "fibra de refuerzo continua" utilizada en el presente documento se refiere a una fibra que es continua con una longitud de 100 mm o más en al menos una dirección, y un agregado de tales fibras dispuestas en una dirección, que se denomina "haz de fibras de refuerzo", que es continuo por toda la longitud del laminado en sándwich. Los ejemplos del modo del sustrato intermedio en forma de lámina compuesto por tales fibras de refuerzo continuas incluyen una tela tejida constituida por haces de fibras de refuerzo compuestos por una pluralidad de fibras de refuerzo continuas; un haz de fibras de refuerzo en el que una pluralidad de fibras de refuerzo continuas está dispuesta de manera unidireccional (haz de fibras unidireccionales); y una tela tejida unidireccional constituida por tales haces de fibras unidireccionales. Una fibra de refuerzo puede estar constituida por una pluralidad de haces de fibras con la misma forma o por una pluralidad de haces de fibras con diferentes formas. El número de fibras de refuerzo que constituyen un haz individual de fibras de refuerzo es generalmente de 300 a 48.000; sin embargo, teniendo en cuenta la producción de un material preimpregnado y la producción de una tela tejida, es preferentemente

de 300 a 24.000, más preferentemente de 1.000 a 12.000.

Además, para controlar las propiedades dinámicas, se emplea preferentemente un modo en el que las fibras de refuerzo se laminan en diferentes direcciones. En particular, para mejorar eficientemente el módulo de elasticidad y la resistencia del laminado en sándwich, se prefiere usar fibras de refuerzo continuas cuyos haces de fibras estén alineados en paralelo en una única dirección (en lo sucesivo, denominada "UD").

La región de temperatura utilizable de una resina termoplástica (A) que constituye las capas de formación de un revestimiento (TA1 a TA2) y la de una resina termoplástica (B) que constituye una capa de formación de un núcleo (TB1 a TB2) se solapan la una a la otra en un intervalo de temperatura de al menos 5 °C. Se puede producir un laminado en sándwich que satisfaga esta condición con una única condición de temperatura. Además, este laminado en sándwich también puede procesarse con una única condición de temperatura para la producción de una estructura de sándwich o de un artículo moldeado integralmente, y la productividad mejora por la reducción resultante del número de etapas de producción y por la expansión de la ventana del proceso. Por lo tanto, cuanto más amplia sea la anchura del intervalo de temperatura de solapamiento, más preferente será, y la anchura del intervalo de temperatura de solapamiento es preferentemente no inferior a 15 °C, más preferentemente no inferior a 30 °C más o menos.

Como región de temperatura utilizable de la resina termoplástica (A) (TA1 a TA2) y de la resina termoplástica (B) (TB1 a TB2), se pueden emplear valores determinados de acuerdo con las siguientes normas. Como temperaturas del límite inferior utilizables TA1 y TB1, se usa un punto de fusión determinado de acuerdo con JIS K7120 (1987) para una resina termoplástica cristalina y se usa un valor obtenido añadiendo 100 °C a la temperatura de reblandecimiento de Vicat determinada según la norma JIS K7206 (1999) para una resina termoplástica amorfa. Además, como temperaturas del límite superior utilizables TA2 y TB2, se utilizan los valores obtenidos al restar 50 °C de la temperatura a la que se observa una reducción del 1 % en peso del peso de referencia (temperatura de inicio de pérdida de peso) en cada curva de pérdida de peso por calor determinada según la norma JIS K7120 (1987).

En el laminado en sándwich de la presente invención, el sustrato intermedio en forma de lámina utilizado como capa de formación de un núcleo tiene una capacidad de expansión térmica. La expresión "expansibilidad térmica" se refiere a la capacidad para expandirse de las fibras de refuerzo contenidas en el sustrato intermedio en forma de lámina en un estado comprimido a presión debido a una fuerza ascendente atribuida a su módulo de elasticidad cuando el sustrato intermedio en forma de lámina se calienta a una temperatura no inferior al punto de fusión de la resina termoplástica que constituye el sustrato intermedio en forma de lámina. De este modo, se forma una estructura que tiene huecos y el grosor de la capa de formación de un núcleo se puede controlar libremente dentro de un intervalo permitido por las propiedades de las fibras de refuerzo y de la resina termoplástica.

Mientras tanto, un ejemplo del modo de un sustrato intermedio en forma de lámina que no tiene expansibilidad térmica es un modo en el que la esterilla reforzada con fibras no asume la forma de una tela no tejida. Sus ejemplos específicos incluyen un sustrato de lámina, un sustrato de tela tejida y un sustrato no rizado, en el que las fibras de refuerzo no están dispuestas de manera unidireccional. En un sustrato del modo descrito anteriormente, dado que las fibras de refuerzo están dispuestas planas en el sustrato intermedio en forma de lámina, la fuerza ascendente atribuida a las fibras de refuerzo es pequeña, por lo que la expansibilidad térmica no se puede alcanzar a un nivel tal que pueda proporcionar una ligereza satisfactoria, que es uno de los efectos de la presente invención. En otras palabras, cuando la esterilla reforzada con fibras está en forma de tela no tejida, el sustrato intermedio en forma de lámina presenta una capacidad de expansión térmica preferible para ejercer los efectos de la presente invención. Esto se debe a que, dado que las fibras de refuerzo que constituyen una tela no tejida generalmente se dispersan en forma de monofilamento/cuasi-monofilamento descrita a continuación, las fibras de refuerzo están orientadas en la dirección del grosor del sustrato intermedio en forma de lámina y esto permite utilizar efectivamente el módulo de elasticidad de las fibras de refuerzo. Desde el punto de vista de la flexibilidad en la expansibilidad térmica, se prefiere que la tela no tejida compuesta por fibras de refuerzo esté constituida por hebras con un denier fino de menos de 500 monofilamentos de fibras de refuerzo.

Se prefiere que las fibras de refuerzo contenidas en la esterilla usada en el laminado en sándwich de la presente invención penetren a través de las capas de interfaz formadas por la resina termoplástica (A) que constituye las capas de formación de un revestimiento y la resina termoplástica (B) que constituye la capa de formación de un núcleo. Un ejemplo de una condición en la que las fibras de refuerzo penetran en las capas de interfaz es el modo que se muestra en la Fig. 1. Es decir, en las capas de interfaz formadas por la resina termoplástica (A) que constituyen las capas de formación de un revestimiento y la resina termoplástica (B) que constituye la capa de formación de un núcleo, las fibras de refuerzo (4 en la Fig. 1) existen de tal manera que se incluya la resina termoplástica (A) (3 en la Fig. 1) y la resina termoplástica (B) (2 en la Fig. 1). En otras palabras, se dice que la resina termoplástica (A) y la resina termoplástica (B) están en un estado de unión fuerte por el anclaje provisto por las fibras de refuerzo. La cantidad de penetración de las fibras de refuerzo (que penetran los filamentos individuales 5 y 6 mostrados en la Fig. 1) no está particularmente restringida siempre que no afecte a los efectos de la presente invención; sin embargo, desde el punto de vista de que la esterilla reforzada con fibras funciona como un medio de unión y se correlaciona con la capacidad de unión entre las capas de formación de un revestimiento y la capa de formación de un núcleo, se prefiere que la esterilla reforzada con fibras esté en un estado en el que las fibras de refuerzo penetran en ambas resinas termoplásticas (A) y (B) al menos 1 mm, más preferentemente 2 mm o más. En el segundo laminado en sándwich de la presente invención,

muchas de las fibras de refuerzo que penetran a través de las capas de interfaz generalmente se originan en el sustrato intermedio en forma de lámina que se usa como capa de formación de un núcleo, mientras que en el primer laminado en sándwich de la presente invención, tales fibras de refuerzo pueden originarse bien, a partir de los sustratos intermedios en forma de lámina utilizados como capas de formación de un revestimiento o bien, del sustrato intermedio en forma de lámina utilizado como capa de formación de un núcleo; sin embargo, generalmente, se prefiere que las fibras de refuerzo de ambos sustratos penetren a través de las capas de interfaz.

Además, en el laminado en sándwich, desde el punto de vista de la unión entre las capas de formación de un revestimiento y la capa de formación de un núcleo, se prefiere que las capas de interfaz se formen de modo que tengan una forma cóncava-convexa con una altura máxima R_y de no menos de 50 μm y una rugosidad media R_z de no menos de 30 μm . Al adoptar este modo, se puede obtener un laminado en sándwich en el que las resinas termoplásticas (A) y (B) estén fuertemente unidas entre sí y, a su vez, cuando se usa dicho laminado en sándwich para producir una estructura de sándwich, se puede obtener una estructura de sándwich en la que las resinas termoplásticas (A) y (B) están fuertemente unidas entre sí. Además, de acuerdo con el modo descrito anteriormente de las capas de interfaz, la combinación de las resinas termoplásticas que se va a usar no está particularmente restringida. Es decir, al formar una estructura de anclaje en la que se incorporan diferentes resinas de manera intrincada a través de una esterilla reforzada con fibras, la compatibilidad y la afinidad entre diferentes resinas termoplásticas, que tradicionalmente deberían considerarse en la unión mecánica de diferentes resinas termoplásticas, pueden ignorarse, y la presente invención tiene un efecto especial en que incluso una combinación de resinas termoplásticas cuya unión se considera difícil por naturaleza pueden unirse fuertemente con facilidad. Los efectos de la presente invención se pueden ejercer suficientemente siempre que la altura máxima R_y y la rugosidad media R_z de las capas de interfaz no sean inferiores a 50 μm ni inferiores a 30 μm , respectivamente, y desde el punto de vista de asegurar los efectos de la presente invención, siendo adecuados unos valores máximos para R_y y R_z de 300 μm y 100 μm , respectivamente.

A continuación, se describen en detalle las capas de interfaz formadas por las resinas termoplásticas (A) y (B) en el laminado en sándwich de la presente invención con referencia a la Fig. 2. La figura 2 es una vista ampliada que muestra una capa de interfaz de resinas termoplásticas (A) y (B) a lo largo de una sección transversal vertical tomada con respecto a la dirección del plano X de un laminado en sándwich 7. En la Fig. 2, una resina termoplástica (A) 8 y una resina termoplástica (B) 9 se impregnan en una esterilla reforzada con fibras (no mostrada) y, sustancialmente en el centro de la dirección del grosor Z del laminado en sándwich, una capa de interfaz 10 que tiene una forma cóncava-convexa que se extiende en la dirección del plano X se forma por medio de la esterilla reforzada con fibras. En la dirección del grosor Z, esta capa de interfaz tiene una pluralidad de porciones cóncavas y porciones convexas, y la diferencia en la dirección Z entre una porción cóncava más profunda 11 y una porción convexa más prominente 12 se define como "dmáx". Se observa aquí que, aunque en la Fig. 2 la porción cóncava 11 tiene el aspecto de una isla independiente, incluyendo la misma, la porción más profunda que tiene la mayor cantidad de intrusión se considera el borde más alejado para cada una de las porciones cóncavas y convexas. Mientras tanto, en la forma cóncava-convexa de la capa de interfaz, la diferencia en la dirección Z entre una parte cóncava más superficial 13 y una parte convexa menos prominente 14 se define como "dmín". La dmáx es la altura máxima R_y en la presente invención y un valor medio de dmáx y dmín se define como la rugosidad media R_z en la presente invención.

La altura máxima R_y y la rugosidad media R_z se pueden determinar basándose en la observación de una sección transversal del laminado en sándwich en cuestión. Una muestra se prepara puliendo el laminado en sándwich de tal manera que una sección transversal vertical a lo largo de la dirección del grosor se expone como una superficie de observación. Al observar la muestra así obtenida con un microscopio, se puede confirmar una imagen correspondiente a la Fig. 2 (no se muestran las fibras de refuerzo) en el campo de visión. En esta imagen, en la interfaz cóncava-convexa, la diferencia vertical entre la porción cóncava más profunda y la porción convexa más prominente, dmáx, y la diferencia vertical entre la porción cóncava más superficial y la porción convexa menos prominente, dmín, ambas se han definido anteriormente, se miden cada una. Al repetir esta operación 10 veces para diferentes imágenes, el mayor valor de los valores de dmáx así medidos puede adoptarse como la altura máxima R_y (μm) de la forma cóncava-convexa en la capa de interfaz. Además, un valor obtenido dividiendo la suma de los valores de dmáx y dmín así medidos por el número de mediciones se puede adoptar como la rugosidad media R_z de la forma cóncava-convexa de la capa de interfaz.

Las fibras de refuerzo utilizadas en el laminado en sándwich de la presente invención pueden estar en cualquier disposición siempre que el sustrato intermedio en forma de lámina presente una capacidad de expansión térmica; sin embargo, se prefiere que las fibras de refuerzo se dispersen en forma de monofilamento y/o cuasi-monofilamento y es más preferible que las fibras de refuerzo también se distribuyan aleatoriamente. Dado que la esterilla de dicho modo tiene una excelente propiedad de conformación, se moldea fácilmente en una forma compleja. Además, la esterilla forma unos huecos finos y esto permite que las resinas termoplásticas (A) y (B) formen una interfaz más intrincada, de modo que presenta un excelente rendimiento de adhesión. Además, según el modo preferido, se minimizan las partes débiles en los extremos del haz de fibras; por lo tanto, además de un excelente rendimiento de adhesión, de reforzar la eficiencia y la fiabilidad, también se imparte isotropía. El término "cuasi-monofilamento" utilizado en el presente documento se refiere a un estado en el que las fibras de refuerzo existen como hebras de denier fino de menos de 500 monofilamentos de fibra de refuerzo.

Además, la expresión "dispersa en forma de monofilamento" se refiere a un estado en el que, en las fibras de refuerzo seleccionadas arbitrariamente en el laminado en sándwich, la relación de los filamentos individuales que tienen un ángulo de contacto bidimensional de 1° o más (en adelante, esta proporción también se conoce como "tasa de dispersión de la fibra") es del 80 % o superior, en otras palabras, un estado en el que la relación de haces formada por dos o más filamentos individuales en paralelo y en contacto entre sí es menor del 20 % en los elementos constituyentes. Por consiguiente, en la presente invención, la expresión se aplica solo a una esterilla reforzada con fibras en la que la relación en peso de haces de fibras que tienen 100 o menos filamentos corresponde al 100 %.

La expresión "ángulo de contacto bidimensional" utilizado en el presente documento se refiere a un ángulo formado entre un filamento individual de fibra de refuerzo discontinua y otro filamento individual en contacto con el mismo. De los ángulos formados por los filamentos individuales en contacto entre sí, el "ángulo de contacto bidimensional" se define como el ángulo del lado agudo de 0° a 90° . Este ángulo de contacto bidimensional se describirá con más detalle con referencia a los dibujos. Las Figs. 3(a) y 3(b) muestran una realización de la presente invención y son unas vistas esquemáticas de fibras de refuerzo discontinuas contenidas en un laminado en sándwich, que se observan desde (a) la dirección del plano y (b) la dirección del grosor. Utilizando un filamento individual 15 como referencia, en la Fig. 3(a), se observa que el filamento individual 15 se interseca con los filamentos individuales 16 a 20; sin embargo, en la Fig. 3(b), el filamento individual 15 no está en contacto con los filamentos individuales 19 y 20. En este caso, con respecto al filamento individual de referencia 15, el ángulo de contacto bidimensional se evalúa para los filamentos individuales 16 a 18 y, de los dos ángulos formados por dos filamentos individuales en contacto entre sí, el ángulo de contacto bidimensional es un ángulo 21 del lado agudo de 0° a 90° .

El método para medir el ángulo de contacto bidimensional no está particularmente restringido, y entre sus ejemplos se incluye un método para observar la orientación de las fibras de refuerzo desde la superficie del laminado en sándwich. En este caso, al exponer las fibras de refuerzo moliendo la superficie del laminado en sándwich, las fibras de refuerzo se observan con mayor facilidad. Además, por ejemplo, también se puede emplear un método para fotografiar una imagen de la orientación de la fibra de refuerzo mediante la exploración por tomografía computarizada de rayos X. Cuando las fibras de refuerzo tienen una alta permeabilidad a los rayos X, se prefiere mezclar de antemano las fibras de refuerzo con fibras trazadoras o de antemano recubrir las fibras de refuerzo con un agente trazador, debido a que este tratamiento facilita la observación de las fibras de refuerzo. Además, en los casos en los que es difícil realizar la medición con los métodos descritos anteriormente, por ejemplo, un método en el que, después de calentar el laminado en sándwich a una temperatura alta utilizando un horno de calentamiento o similar para quemar los componentes de resina termoplástica, la esterilla reforzada con fibras se recupera y se observa la orientación de las fibras de refuerzo en la misma con un microscopio óptico o microscopio electrónico.

Basándose en cualquiera de los métodos de observación descritos anteriormente, la tasa de dispersión de la fibra se determina mediante el siguiente procedimiento. Con respecto a un filamento individual seleccionado aleatoriamente (filamento individual 15 mostrado en la Fig. 3), se miden los ángulos de contacto bidimensionales formados con todos los filamentos individuales que están en contacto con ellos (filamentos individuales 16 a 18 mostrados en la Fig. 3). Esta medición se realiza para 100 filamentos individuales y la tasa de dispersión de la fibra se calcula a partir de la relación entre el número total de filamentos individuales para los cuales se midió el ángulo de contacto bidimensional y el número de filamentos individuales que tienen un ángulo de contacto bidimensional de 1° o mayor.

De manera particularmente preferente, las fibras de refuerzo se dispersan aleatoriamente en la esterilla reforzada con fibras. La frase "las fibras de refuerzo se dispersan aleatoriamente" utilizada en el presente documento significa que las fibras de refuerzo seleccionadas arbitrariamente en un laminado en sándwich tienen un ángulo de orientación bidimensional medio de 30° a 60° . La expresión "ángulo de orientación bidimensional" se refiere a un ángulo formado entre un filamento individual de fibra de refuerzo y otro filamento individual que se interseca con el mismo. De los ángulos formados por los filamentos individuales que se intersecan entre sí, el "ángulo de orientación bidimensional" se define como el ángulo del lado agudo de 0° a 90° .

Este ángulo de orientación bidimensional se describirá con más detalle con referencia a los dibujos. En las Figs. 3(a) y 3(b), usando el filamento individual 15 como referencia, el filamento individual 15 se interseca con otros filamentos individuales 16 a 20. El término "intersección" utilizado en el presente documento significa un estado en el que se observa que un filamento individual de referencia se interseca con otro filamento individual en un plano de observación bidimensional. No se requiere que el filamento individual 15 esté necesariamente en contacto con los filamentos individuales 16 a 20, y esto también se aplica a un estado en el que se observa que los filamentos individuales se intersecan entre sí en la proyección. Es decir, con respecto al filamento individual 15 de referencia, el ángulo de orientación bidimensional se evalúa para todos los filamentos individuales 16 a 20 y, de los dos ángulos formados por dos filamentos individuales que se intersecan, en la Fig. 3(a), el ángulo de orientación bidimensional es el ángulo 21 del lado agudo de 0° a 90° .

El método para medir el ángulo de orientación bidimensional no está particularmente restringido. Los ejemplos de los mismos incluyen un método para observar la orientación de las fibras de refuerzo desde la superficie del elemento constituyente en cuestión, y pueden emplearse los mismos medios que en el método descrito anteriormente para medir el ángulo de contacto bidimensional. El ángulo de orientación bidimensional medio se determina mediante el siguiente procedimiento. Con respecto a un filamento individual seleccionado aleatoriamente (filamento individual 15

mostrado en la Fig. 3), se mide el valor medio de los ángulos de orientación bidimensionales formados con todos los filamentos individuales que se intersecan (filamentos individuales 16 a 20 mostrados en la Fig. 3). Por ejemplo, en los casos en los que determinado filamento individual se interseca con un gran número de otros filamentos individuales, en su lugar, se puede utilizar un valor medio determinado para 20 de esos otros filamentos que se seleccionan aleatoriamente. La medición descrita anteriormente se repite un total de 5 veces utilizando otro filamento individual como referencia y su valor medio se calcula como el ángulo de orientación bidimensional medio.

Al permitir que las fibras de refuerzo se dispersen aleatoriamente en forma de monofilamento, el rendimiento descrito anteriormente proporcionado por las fibras de refuerzo dispersadas en forma de cuasi-monofilamento se puede maximizar, de modo que las capas de interfaz presenten una capacidad de unión particularmente excelente. Además, en el laminado en sándwich y en la estructura de sándwich resultantes, así como en un artículo moldeado integralmente obtenido utilizando la misma, se puede impartir una isotropía a las propiedades dinámicas y, dado que esto reduce la tensión interna de las capas de interfaz causada por la anisotropía, se pueden impartir unas excelentes propiedades dinámicas a las capas de interfaz. Desde este punto de vista, se prefiere que la esterilla reforzada con fibras tenga una tasa de dispersión de fibras no inferior al 90 % y, cuanto más se acerque la tasa de dispersión de fibras al 100 %, más preferida será. Además, se prefiere que las fibras de refuerzo tengan un ángulo de orientación bidimensional medio de 40° a 50° y, cuanto más se acerque este valor a 45°, que es un ángulo ideal, más preferido será.

Mientras tanto, los ejemplos de una esterilla reforzada con fibras que no adopta la forma de una tela no tejida incluyen un sustrato de lámina, un sustrato de tela tejida y un sustrato no rizado, en el que las fibras de refuerzo no están dispuestas de manera unidireccional. En estas formas, dado que las fibras de refuerzo están dispuestas de forma regular y densa, la esterilla reforzada con fibras contiene solo una pequeña cantidad de huecos y una resina termoplástica no forma una estructura de anclaje satisfactoria; por lo tanto, el uso de una esterilla reforzada con fibras como capa de formación de un núcleo conduce a una reducción en el rendimiento de adhesión. Además, la impregnación de tal esterilla reforzada con fibras con una resina termoplástica es extremadamente difícil, por lo que pueden formarse partes no impregnadas y las opciones para los medios de impregnación y el tipo de resina pueden ser muy limitadas.

Las fibras de refuerzo que constituyen la esterilla reforzada con fibras pueden tener forma de fibras de refuerzo continuas que tienen una longitud infinita o forma de fibras de refuerzo discontinuas que tienen una longitud limitada que se cortan a una longitud prescrita; sin embargo, desde el punto de vista de ajustar fácilmente la esterilla reforzada con fibras, se prefiere que las fibras de refuerzo que constituyen la esterilla reforzada con fibras sean fibras de refuerzo discontinuas.

Se prefiere que la longitud de fibra media L_n de las fibras de refuerzo discontinuas esté en un intervalo de 1 a 25 mm. Al controlar la longitud de fibra media L_n en este intervalo, se puede mejorar la eficiencia reforzadora de las fibras de refuerzo y se imparten excelentes propiedades dinámicas y de resistencia de la unión no solo al laminado en sándwich y a la estructura de sándwich resultantes, sino también a los artículos moldeados integralmente que se componen de la misma. En cuanto a la longitud de fibra media L_n , los componentes de resina termoplástica del laminado en sándwich o la estructura de sándwich en cuestión se queman; se seleccionan aleatoriamente 400 de las fibras de refuerzo restantes; las longitudes de las mismas se miden con una aproximación de 10 μm ; y se calcula el número medio de las mismas y se adopta como longitud de fibra media L_n .

Además, se prefiere que las fibras de refuerzo contenidas en las capas de interfaz formadas por las capas de formación de un revestimiento y por una capa de formación de un núcleo tengan un ángulo antiplano θ_z de 5° o más. El "ángulo antiplano θ_z " de una fibra de refuerzo significa el grado de inclinación de la fibra de refuerzo con respecto a la dirección del grosor del laminado en sándwich. Un valor mayor indica que la fibra de refuerzo está más inclinada y levantada hacia la dirección del grosor y el ángulo antiplano θ_z se expresa en un intervalo de 0 a 90°. Es decir, al controlar los ángulos antiplano θ_z de las fibras de refuerzo en el intervalo descrito anteriormente, la función de refuerzo en las capas de interfaz puede mostrarse de manera más efectiva y se puede proporcionar una unión más fuerte en las capas de interfaz. El valor del límite superior de los ángulos antiplano θ_z de las fibras de refuerzo no está particularmente restringido; sin embargo, en vista del contenido de volumen de fibra en un laminado en sándwich, el ángulo antiplano θ_z es preferentemente de 15° o menor, más preferentemente de 10° o menor.

Los ángulos antiplano θ_z de las fibras de refuerzo se pueden medir basándose en la observación de una sección transversal vertical del laminado en sándwich 22 tomada a lo largo de la dirección del plano. La Fig. 4 muestra secciones transversales del laminado en sándwich a lo largo de (a) la dirección del plano y (b) la dirección de la profundidad. En la Fig. 4(a), para simplificar la medición, las secciones transversales de las fibras de refuerzo 23 y 24 se aproximan a la forma de una elipse. Aquí se observa que la sección transversal de la fibra de refuerzo 23 parece tener una pequeña relación de aspecto de la elipse (= eje mayor de la elipse/eje menor de la elipse), mientras que la sección transversal de la fibra de refuerzo 24 parece tener una gran relación de aspecto de la elipse. Mientras tanto, según la Fig. 4(b), la fibra de refuerzo 23 está inclinada sustancialmente paralela a la dirección de la profundidad Y, mientras que la fibra de refuerzo 24 tiene una cierta cantidad de inclinación con respecto a la dirección de la profundidad Y. En este caso, para la fibra de refuerzo de la sección transversal 22 que se muestra en la Fig. 4(a), el ángulo θ_x formado por la dirección del plano X del laminado en sándwich y el eje principal de la fibra (la dirección del

eje mayor de la elipse) α es sustancialmente el mismo que el ángulo antiplano θ_z de la fibra de refuerzo. Por otro lado, para la fibra de refuerzo 24, el ángulo θ_x y el ángulo antiplano θ_z son muy diferentes, y no se puede decir que el ángulo θ_x refleje el ángulo antiplano θ_z . En consecuencia, al leer un ángulo antiplano θ_z de una sección transversal vertical tomado a lo largo de la dirección del plano de un laminado en sándwich, la precisión de detección del ángulo antiplano θ_z se puede mejorar extrayendo las fibras de refuerzo cuya sección transversal tenga al menos un nivel determinado de relación de aspecto de una elipse.

En cuanto al índice de la relación de aspecto de la elipse que se va a extraer, en los casos en los que los filamentos individuales tienen una forma de sección transversal de un círculo casi perfecto, es decir, en los casos en los que la relación de aspecto de la fibra es de 1,1 o inferior en una sección transversal perpendicular a la dirección longitudinal de las fibras de refuerzo, se puede emplear un método en el cual se miden los ángulos formados por la dirección X y el eje principal α de las fibras para aquellas fibras de refuerzo que tienen una relación de aspecto de elipse de 20 o superior y los valores así obtenidos se adoptan como ángulos antiplano θ_z . Mientras tanto, en los casos en los que los filamentos individuales tienen una sección transversal en forma de elipse, capullo o similar y la relación de aspecto de la fibra es de 1,1 o superior, es mejor prestar atención a aquellas fibras de refuerzo que tienen una relación de aspecto de elipse más alta y medir sus ángulos antiplano. Es preferible medir el ángulo antiplano θ_z seleccionando: fibras de refuerzo que tengan una relación de aspecto de elipse de 30 o superior cuando la relación de aspecto de la fibra es de 1,1 a menos de 1,8; fibras de refuerzo que tengan una relación de aspecto de elipse de 40 o superior cuando la relación de aspecto de la fibra es de 1,8 a menos de 2,5; y fibras de refuerzo que tengan una relación de aspecto de elipse de 50 o superior cuando la relación de aspecto de la fibra es de 2,5 o superior.

En la presente invención, los ejemplos de las fibras de refuerzo y de las fibras de refuerzo continuas que constituyen una esterilla reforzada con fibras incluyen fibras metálicas hechas de aluminio, latón, acero inoxidable y similares; fibras de carbono a base de PAN, a base de rayón, a base de lignina y a base de brea; fibras aislantes tales como fibras de grafito y fibras de vidrio; fibras orgánicas hechas de aramida, PBO, sulfuro de polifenileno, poliéster, acrílico, nailon, polietileno y similares; y fibras inorgánicas hechas de carburo de silicio, nitruro de silicio y similares. Además, estas fibras pueden someterse a un tratamiento superficial. Los ejemplos del tratamiento superficial incluyen un tratamiento de recubrimiento con un metal como conductor; un tratamiento con un agente de acoplamiento; un tratamiento con un agente de encolado; un tratamiento con un agente de agrupación; y un tratamiento aditivo-adherente. Estas fibras de refuerzo pueden usarse individualmente o bien dos o más de las mismas pueden usarse combinadas. Entre las mismas, desde el punto de vista del efecto de reducción de peso, se usan preferentemente fibras de carbono que tienen una resistencia y una rigidez específicas excelentes, tales como fibras de carbono a base de PAN y a base de rayón. Además, desde el punto de vista de mejorar la eficiencia económica del artículo moldeado resultante, se usan preferentemente las fibras de vidrio y, desde el punto de vista del equilibrio entre las propiedades dinámicas y la eficiencia económica, resulta particularmente preferente usar una combinación de fibras de carbono y fibras de vidrio. Asimismo, desde el punto de vista de la mejora de las propiedades de absorción de choques y conformación del artículo moldeado resultante, preferentemente se usan fibras de aramida y, desde el punto de vista del equilibrio entre propiedades dinámicas y propiedades de absorción de choques, resulta particularmente preferente usar una combinación de fibras de carbono y fibras de aramida. Aún más, desde el punto de vista de mejorar la electroconductividad del artículo moldeado resultante, también pueden usarse fibras de refuerzo recubiertas con un metal tal como níquel, cobre o iterbio. De entre las fibras descritas anteriormente, las fibras de carbono a base de PAN pueden usarse más preferentemente debido a su excelente resistencia y propiedades dinámicas, tales como el módulo de elasticidad.

Las resinas termoplásticas (A) y (B) que constituyen el laminado en sándwich de la presente invención pueden estar compuestas, cada una, por una resina termoplástica sustancialmente diferente de la otra resina termoplástica. El término "termoplástico sustancialmente diferente" usado en el presente documento significa que un componente que representa 50 partes en peso o más de los componentes que constituyen esta resina no está comúnmente contenido en la otra resina termoplástica. Los ejemplos de las resinas termoplásticas incluyen: resinas cristalinas, por ejemplo, "poliésteres tales como tereftalato de polietileno (PET), tereftalato de polibutileno (PBT), poli (tereftalato de etileno) (PTT), naftalato de polietileno (PEN) y poliéster de cristal líquido, poliolefinas tales como polietileno (PE), polipropileno (PP) y polibutileno, polioximetileno (POM), poliamida (PA), sulfuros de poliarileno, tales como sulfuro de polifenileno (PPS), policetona (PK), poliéter cetona (PEK), poliéter éter cetona (PEEK), poliéter cetona cetona (PEKK), poliéter nitrilo (PEN), resinas de fluorocarbono tales como politetrafluoroetileno y polímeros de cristal líquido (LCP)"; resinas amorfas, por ejemplo, "resinas a base de estireno, policarbonato (PC), polimetacrilato de metilo (PMMA), cloruro de polivinilo (PVC), éter de polifenileno (PPE), poliimida (PI), poliamida imida (PAI), poliéter imida (PEI), polisulfona (PSU), poliéter sulfona y poliarilato (PAR)"; resinas fenólicas; resinas fenoxi; elastómeros termoplásticos a base de poliestireno, a base de poliolefina, a base de poliuretano, a base de poliéster, a base de poliamida, a base de polibutadieno, a base de poliisopreno, a base de fluorocarbono y acrilonitrilo; y resinas termoplásticas seleccionadas de copolímeros, productos de modificación y similares de las resinas descritas anteriormente. De entre los mismos, se prefieren las poliolefinas desde el punto de vista de la ligereza del artículo moldeado resultante; desde el punto de vista de la resistencia se prefieren las poliamidas; desde el punto de vista del aspecto superficial se prefieren las resinas amorfas tales como policarbonatos, resinas a base de estireno y resinas a base de éter de polifenileno modificado; desde el punto de vista de la resistencia al calor se prefieren los sulfuros de poliarileno; y desde el punto de vista de la temperatura de uso continuo se usa preferentemente el poliéter éter cetona.

Las resinas termoplásticas anteriormente ilustradas también pueden contener un agente que mejora la resistencia al impacto, como un elastómero o un componente de caucho, así como otra(s) carga(s) y aditivo(s) en un intervalo tal que no afecte adversamente a los objetivos de la presente invención. Los ejemplos de rellenos y aditivos incluyen rellenos inorgánicos, retardantes de llama, agentes que imparten conductividad, agentes nucleantes, absorbentes de rayos ultravioleta, antioxidantes, agentes amortiguadores, agentes antibacterianos, repelentes de insectos, desodorantes, inhibidores de color, estabilizadores térmicos, agentes desmoldeantes, agentes antiestáticos, plastificantes, lubricantes, colorantes, pigmentos, tintes, espumantes, inhibidores de espuma y agentes de acoplamiento.

Se prefiere que el laminado en sándwich de la presente invención tenga un contenido de volumen de fibra Vf de un 10 a un 40 % en volumen. Vf significa el contenido en volumen de las fibras de refuerzo en el laminado en sándwich. Desde el punto de vista de las propiedades dinámicas del laminado en sándwich, así como las de la estructura de sándwich y el artículo moldeado integralmente descritos a continuación, se prefiere controlar el Vf en el intervalo descrito anteriormente.

Un ejemplo de un método de producción de la esterilla reforzada con fibras que constituye el laminado en sándwich es un método de producción de una esterilla reforzada con fibras en la que las fibras de refuerzo se dispersan de antemano en forma de hebras y/o monofilamentos. Los ejemplos de tecnologías conocidas para producir una esterilla reforzada con fibras incluyen procesos secos tales como un método de flujo de aire en el que las fibras de refuerzo se dispersan mediante un flujo de aire para preparar una lámina y un método de cardado en el que la forma de las fibras de refuerzo se ajusta mediante una carda y un peine mecánico para preparar una lámina; y procesos húmedos llevados a cabo por el método de Radright de fabricar un papel agitando fibras de refuerzo en agua. Los ejemplos de un medio para permitir que las fibras de refuerzo adopten casi la forma de monofilamento incluyen, como procesos secos, un método para disponer barras de abridoras de fibra, un método para vibrar barras abridoras de fibra, un método para refinar aberturas de tarjetas y un método para ajustar la velocidad de rotación de la tarjeta; y, como procesos húmedos, un método para ajustar las condiciones de agitación de las fibras de refuerzo, un método para reducir la concentración de fibras de refuerzo en una dispersión, un método para ajustar la viscosidad de una dispersión y un método para inhibir la generación de un flujo de vórtice durante la transferencia de una dispersión. Se prefiere particularmente que la esterilla reforzada con fibras se produzca mediante un proceso húmedo y aumentando la concentración de las fibras cargadas y ajustando el caudal (cantidad de flujo) de dispersión y la velocidad del transportador de malla, se pueden ajustar fácilmente la proporción de fibras de refuerzo en la esterilla reforzada con fibras. Por ejemplo, una reducción en la velocidad del transportador de malla en relación con el caudal de la dispersión hace que sea poco probable que las fibras de la esterilla reforzada con fibras resultante estén orientadas en la dirección de estirado y esto permite producir una esterilla reforzada con fibras voluminosa. La esterilla reforzada con fibras puede estar constituida solo por fibras de refuerzo o las fibras de refuerzo pueden mezclarse con un componente de resina matriz en forma de polvo o forma de fibra o un compuesto orgánico o inorgánico o las fibras de refuerzo pueden rellenarse las unas con las otras mediante un componente de resina.

Como método de producción del primer laminado en sándwich de la presente invención, desde los puntos de vista de facilidad de formación de los anclajes derivados de la unión entre las resinas termoplásticas (A) y (B) y de facilidad de producción, se prefiere aplicar presión a las esterillas reforzadas con fibras en una condición en la que se calientan a al menos una temperatura a la que la resina termoplástica (A) y la resina termoplástica (B) se funden o reblandecen cada una y de ese modo las resinas termoplásticas (A) y (B) impregnan las respectivas esterillas reforzadas con fibras. Los ejemplos específicos del método preferido incluyen: un método en el que se obtiene un laminado disponiendo la resina termoplástica (B) desde ambos lados en la dirección del grosor de una esterilla reforzada con fibras que se lamina con otro laminado obtenido disponiendo la resina termoplástica (A) en la dirección del grosor de una esterilla reforzada con fibras de la misma manera y la resultante se impregna posteriormente en estado fundido; un método en el que una esterilla reforzada con fibras que contiene el componente de resina termoplástica (A) y una esterilla reforzada con fibras que contiene el componente de resina termoplástica (B) se impregnan cada una en fusión y se integran al mismo tiempo; y un método para insertar un sustrato intermedio en forma de lámina, que se obtiene impregnando una esterilla reforzada con fibras con la resina termoplástica (B), en una capa intermedia de un sustrato intermedio en forma de lámina, que se obtiene impregnando por fusión la resina termoplástica (A) desde ambos lados en la dirección del grosor de una esterilla reforzada con fibras.

Además, también como método de producción del segundo laminado en sándwich de la presente invención, de la misma manera que se describió anteriormente, desde los puntos de vista de la facilidad de formación de los anclajes derivados de la unión y la facilidad de la producción, se prefiere aplicar presión a las fibras de refuerzo continuas y a la esterilla reforzada con fibras en una condición en la que se calientan a al menos una temperatura a la que la resina termoplástica (A) y la resina termoplástica (B) se funden o reblandecen cada una, y de ese modo las resinas termoplásticas (A) y (B) impregnan las fibras de refuerzo continuas y las esteras reforzadas con fibra.

Como equipo para realizar los métodos descritos anteriormente, se puede usar adecuadamente una máquina de moldeo por compresión o una prensa de doble cinta. El primero se utiliza para la producción tipo lote, y la productividad se puede mejorar adoptando un sistema de prensa de tipo intermitente en el que dos o más aparatos de calefacción o enfriamiento están dispuestos en paralelo. Este último se utiliza para la producción de tipo continuo y dado que el procesamiento continuo se puede realizar fácilmente, se obtiene una excelente productividad continua.

A continuación, se describe en detalle la estructura de sándwich de la presente invención.

La primera estructura de sándwich de la presente invención comprende, como capas de revestimiento y como capa de núcleo, sustratos intermedios en forma de lámina, cada uno obtenido por impregnación de una esterilla reforzada con fibras con una resina termoplástica, en donde una resina termoplástica (A) que constituye las capas de revestimiento y una resina termoplástica (B) que constituye la capa de núcleo forman capas de interfaz con una forma cóncava-convexa que tiene una altura máxima Ry de no menos de 50 μm y una rugosidad media Rz de no menos de 30 μm , y la capa de núcleo forma una estructura que comprende las fibras de refuerzo recubiertas con la resina termoplástica (B) como soporte, formándose huecos continuos en la estructura.

La segunda estructura de sándwich de la presente invención comprende: como capa de núcleo, un sustrato intermedio en forma de lámina obtenido impregnando una esterilla reforzada con fibras con una resina termoplástica; y, como capas de revestimiento, sustratos intermedios en forma de lámina, cada uno obtenidos impregnando fibras de refuerzo continuas con una resina termoplástica, en donde una resina termoplástica (A) que constituye las capas de revestimiento y una resina termoplástica (B) que constituye la capa de núcleo forman capas de interfaz con una forma cóncava-convexa que tiene una altura máxima Ry de no menos de 50 μm y una rugosidad media Rz de no menos de 30 μm , y la capa de núcleo forma una estructura que comprende las fibras de refuerzo recubiertas con la resina termoplástica (B) como soporte, formándose huecos continuos en la estructura.

Desde el punto de vista de unir suficientemente las capas de revestimiento con la capa de núcleo en la capa de interfaz, la resina termoplástica (A) que constituye las capas de revestimiento y la resina termoplástica (B) que constituye la capa de núcleo forman capas de interfaz con una forma cóncava-convexa que tiene una altura máxima Ry de no menos de 50 μm y una rugosidad media Rz de no menos de 30 μm . Cuando la altura máxima Ry es inferior a 50 μm , la altura de la forma cóncava-convexa en las capas de interfaz entre las capas de revestimiento y la capa del núcleo es baja y, por lo tanto, no se puede alcanzar una resistencia de unión satisfactoria, de modo que se produce una delaminación; por lo tanto, no se puede obtener una estructura de sándwich satisfactoria. Además, una rugosidad media Rz de menos de 30 μm indica que la forma cóncava-convexa de las capas de interfaz entre las capas de revestimiento y la capa de núcleo es variable dependiendo de la parte a través de la estructura del sándwich. Dado que esto puede conllevar una delaminación parcial de las capas de revestimiento desde la capa de núcleo en la estructura de sándwich, no se puede obtener una estructura de sándwich satisfactoria. Los efectos de la presente invención se pueden ejercer suficientemente siempre que la altura máxima Ry y la rugosidad media Rz de las capas de interfaz no sean inferiores a 50 μm ni inferiores a 30 μm , respectivamente, y desde el punto de vista de asegurar los efectos de la presente invención, siendo más referentes unos valores máximos para Ry y Rz de 300 μm y 100 μm , respectivamente.

La altura máxima Ry, la rugosidad media Rz, el ángulo antiplano θ_z de las fibras de refuerzo y similares de la estructura de sándwich se puede medir de la misma manera que en los métodos de medición descritos anteriormente para el laminado en sándwich, excepto que los términos "laminado en sándwich", "capas de formación de un revestimiento" y "capa de formación de un núcleo" que se utilizan en las descripciones anteriores se sustituyen por "estructura de sándwich", "capas de revestimiento" y "capa de núcleo", respectivamente.

La capa de núcleo forma una estructura que comprende fibras de refuerzo recubiertas con la resina termoplástica (B) como soporte, formándose huecos continuos en la estructura. La expresión "huecos continuos" usada en el presente documento significa huecos que tienen una forma reticulada formada por intersecciones de fibras de refuerzo y se refiere a un estado en el que los huecos reticulados adyacentes penetran unos en otros. Por ejemplo, en los casos en los que las fibras de refuerzo se dispersan aleatoriamente en forma de monofilamento o cuasi-monofilamento, los huecos continuos están formados por los monofilamentos al intersectarse (o cuasi-monofilamentos) de las fibras de refuerzo dispersas aleatoriamente. Mientras tanto, cuando los huecos de la capa de núcleo no son continuos y cada uno tiene una estructura denominada independiente, los huecos adyacentes que tienen una forma reticulada están aislados unos de otros.

El estado de los huecos se puede juzgar observando los huecos formados por las intersecciones de las fibras de refuerzo contenidas en la capa de núcleo. Específicamente, una parte central de la capa de núcleo en la dirección del grosor se expone raspando con una cuchilla de afeitar o similar en la dirección del plano del sustrato para preparar una muestra y se observan 400 puntos de la superficie expuesta con un microscopio óptico, un microscopio electrónico o similar. Como estado de los huecos, se puede adoptar cualquiera de las estructuras representadas por la mayoría de las estructuras.

En una estructura de este tipo, cuando se obtiene una estructura de sándwich calentando el laminado en sándwich descrito anteriormente, debido a la expansión asociada con el calentamiento, las fibras de refuerzo recubiertas con la resina termoplástica funcionan como soportes de columna para formar una estructura expandida y de este modo se forman unos huecos continuos. Como en el caso de la capa de formación de un núcleo del laminado en sándwich, esto se basa en la propiedad de expansión de las fibras de refuerzo contenidas en la capa de núcleo en un estado comprimido a presión que se expanden debido a una fuerza ascendente atribuida a su módulo de elasticidad.

En cuanto al estado en el que las fibras de refuerzo están recubiertas con una resina termoplástica, desde los puntos

de vista de la estabilidad de la forma de la capa de núcleo y de la flexibilidad en la relación de expansión a la que la capa de núcleo se expande por calentamiento, las fibras de refuerzo están en un estado satisfactorio siempre que al menos las intersecciones de los filamentos individuales de las fibras de refuerzo que constituyen la capa de núcleo estén recubiertas y, en un modo más preferido del estado recubierto, la resina termoplástica no permite que las superficies de las fibras de refuerzo queden expuestas, en otras palabras, la resina termoplástica forma una película de recubrimiento sobre las fibras de refuerzo en forma de cable eléctrico. Esto proporciona estabilidad a la forma de la capa de núcleo. Además, en el estado en el que las fibras de refuerzo están recubiertas con la resina termoplástica, no es necesario que todas las fibras de refuerzo que constituyen la capa de núcleo estén recubiertas y las fibras de refuerzo pueden recubrirse hasta tal punto que la estabilidad de la forma y la resistencia de la unión a la cizalladura por tracción de la capa de núcleo en el laminado en sándwich de la presente invención no se vea afectada.

Como fibras de refuerzo y resinas termoplásticas que se utilizarán en la estructura de sándwich, desde el punto de vista de permitir que la estructura de sándwich tenga los mismos efectos que los del laminado en sándwich descrito anteriormente, preferentemente se pueden ejemplificar las mismas fibras de refuerzo y resinas termoplásticas que las usadas en el laminado en sándwich.

En el método de producción de una estructura de sándwich de acuerdo con la presente invención, se prefiere que el laminado en sándwich descrito anteriormente se caliente para permitir que la capa de formación del núcleo se expanda a una relación de expansión prescrita y que la capa de formación del núcleo se convierta así en una capa de núcleo. La relación de expansión a la que se expande la capa de formación de un núcleo es preferentemente de 1,5 a 10 veces, porque esto permite que la capa del núcleo formada por la expansión de la capa de formación de un núcleo tenga una excelente resistencia a la cizalladura y resistencia a la compresión, que son índices de las propiedades dinámicas. Se obtienen propiedades dinámicas superiores con una relación de expansión más pequeña, mientras que se obtienen mejores propiedades de ligereza con una relación de expansión más alta; por lo tanto, desde el punto de vista del equilibrio de estas propiedades, la relación de expansión está más preferentemente en un intervalo de 2 a 8 veces, particularmente preferentemente de 3 a 5 veces. La relación de expansión es un índice perteneciente al grosor, que se indica como una relación del grosor de la capa de núcleo después de la expansión por calentamiento con respecto al grosor de la capa de formación de un núcleo antes del calentamiento.

Como método de producción de la estructura de sándwich de la presente invención, desde el punto de vista de la capacidad de unión derivada de la formación de anclajes por las capas de revestimiento y la capa de núcleo, se prefiere emplear un método de producción de la estructura de sándwich mediante al menos las siguientes etapas [1] y [2]:

etapa [1]: la etapa de aplicar presión en una condición en la que la resina termoplástica (A) y la resina termoplástica (B) se calientan a al menos una temperatura a la que la resina termoplástica (A) y la resina termoplástica (B) se funden o reblandecen, cada una, para impregnar la esterilla compuesta por las fibras de refuerzo o la(s) fibra(s) de refuerzo continua(s) con la resina termoplástica (A) para formar capas de formación de un revestimiento y para impregnar la esterilla compuesta por las fibras de refuerzo con dicha resina termoplástica (B) para formar una capa de formación de un núcleo; y
etapa [2]: la etapa de ajustar posteriormente el grosor de las capas de formación de un revestimiento y la capa de formación de un núcleo con calentamiento para permitir que la capa de formación del núcleo se expanda.

Como método de producción de la esterilla reforzada con fibras que constituye la estructura de sándwich, preferentemente se pueden ejemplificar los mismos métodos de producción que los descritos anteriormente para la esterilla reforzada con fibras del laminado en sándwich. Además, como fibras de refuerzo continuas, se utilizan las descritas anteriormente, tales como las UD.

Para la etapa [1], se puede ejemplificar como modo preferido un método de producción de un sustrato intermedio en forma de lámina mediante el mismo proceso utilizado para el laminado en sándwich descrito anteriormente.

La etapa [2] es una etapa para formar una capa de núcleo ajustando el grosor del sustrato intermedio en forma de lámina obtenido en la etapa [1] con calentamiento y permitiendo así que la capa de formación de un núcleo se expanda. En cuanto a la temperatura del calentamiento en esta etapa, desde los puntos de vista del control del grosor y de la tasa de producción de la estructura de sándwich resultante, se prefiere aplicar una cantidad suficiente de calor como para fundir o reblandecer la resina termoplástica (B) que constituye la capa de formación de un núcleo. Específicamente, se prefiere que el calentamiento se realice a una temperatura que sea al menos 10 °C más alta que el punto de fusión de la resina termoplástica, pero no más alta que la temperatura de descomposición térmica de la resina termoplástica. Además, el método para controlar el grosor no está restringido siempre que el sustrato intermedio en forma de lámina calentado pueda controlarse para tener un grosor deseado, y los ejemplos de un método preferido, desde el punto de vista de la simplicidad de producción, incluyen un método para restringir el grosor utilizando una placa metálica o similar; y un método para controlar el grosor con presión.

Como equipo para realizar el método descrito anteriormente, de la misma manera que los aparatos ejemplificados anteriormente para el método de producción de un laminado en sándwich, se puede usar adecuadamente una máquina de moldeo por compresión o una prensa de doble cinta.

La estructura de sándwich de la presente invención es preferible porque su ligereza y rigidez pueden utilizarse integrándola con otro(s) miembro(s) en un artículo moldeado integralmente. En este caso, se puede obtener un artículo moldeado integralmente mediante la unión de un primer miembro compuesto por la estructura de sándwich con un segundo miembro compuesto por otro cuerpo moldeado por soldadura o similar. El primer miembro y el segundo miembro compuesto por otro cuerpo moldeado asumen una estructura unida. En el presente documento, es necesario que la resina termoplástica que constituye el segundo miembro esté suficientemente soldada al primer miembro. Por lo tanto, se prefiere que la resina termoplástica que constituye el segundo miembro sea sustancialmente igual o completamente igual a la resina termoplástica (A) o (B) que constituye la superficie de unión del primer miembro.

El segundo miembro a integrar no está particularmente restringido, y sus ejemplos incluyen un material preimpregnado UD y materiales preimpregnados de tela tejida que estén reforzados con fibras de refuerzo continuas; materiales de base de moldeo reforzados con fibras, como GMT (por sus siglas en inglés de "Glass Mat Thermoplastic", termoplástico reforzado con esterillas de vidrio), SMC (por sus siglas en inglés de "Sheet Molding Compound" material compuesto por moldeo de láminas) y materiales preimpregnados reforzados con fibras largas que están reforzados con fibras de refuerzo discontinuas; y materiales de base de moldeo no reforzados con fibras, tales como láminas de resina y artículos de espuma. Entre los mismos, desde el punto de vista de las propiedades dinámicas del artículo moldeado resultante, el segundo miembro es preferentemente un material de base de moldeo reforzado con fibras y, desde el punto de vista de mejorar el efecto de refuerzo en el artículo moldeado, el segundo miembro es preferentemente un material preimpregnado reforzado con fibras continuas. Con el fin de permitir que el artículo moldeado tenga una forma compleja, preferentemente se puede usar un material preimpregnado reforzado con fibras discontinuas que tenga una excelente propiedad de conformación.

Los medios para unir el primer miembro y el segundo miembro no están particularmente restringidos y los ejemplos de los mismos incluyen (i) un método en el que el primer miembro y el segundo miembro se moldean de antemano por separado y luego se unen entre sí; y (ii) un método en el que el primer miembro se moldea de antemano y se unen el primer miembro así moldeado y el segundo miembro simultáneamente mientras se moldea el segundo miembro. Específicamente, en el método (i), por ejemplo, el primer miembro se moldea por compresión y el segundo miembro se prepara mediante moldeo por compresión o moldeo por inyección. Los miembros así preparados se unen mediante un medio de soldadura conocido, tal como de soldadura por placa caliente, soldadura por vibración, soldadura ultrasónica, soldadura por láser, soldadura por resistencia eléctrica o soldadura por inducción de calor. Mientras tanto, un ejemplo específico del método (ii) es un método en el que, después de disponer el primer miembro obtenido por moldeo por compresión en una matriz de moldeo por inyección, el material de formación del segundo miembro se moldea por inyección con inserto interior o se moldea por inyección con inserto exterior en la matriz para fundir o reblandecer la superficie de unión del primer miembro por el calor del material hasta un estado fundido o reblandecido, uniéndose de ese modo el segundo miembro, que es un cuerpo moldeado obtenido por moldeo por inyección, al primer miembro. Otro ejemplo específico del método (ii) es un método en el que, después de disponer el primer miembro obtenido por moldeo por compresión en una matriz de moldeo por compresión, el material de formación del segundo miembro también se dispone en la matriz de moldeo por compresión y el primer y segundo miembros se moldean por compresión, uniéndose así el segundo miembro, que es un cuerpo moldeado obtenido por moldeo por compresión, al primer miembro basándose en el mismo principio que se ha descrito anteriormente. Desde el punto de vista de la productividad en masa de un artículo moldeado integralmente, se prefiere el método (ii).

En el último método de (ii) ejemplificado anteriormente, se proporciona un artículo moldeado integralmente moldeando un precursor laminado que contiene una estructura de sándwich como una unidad de laminación con calentamiento y compresión mediante un proceso de moldeo por compresión. Siempre que el precursor de laminado comprenda al menos una capa de estructura de sándwich como unidad de laminación, las demás unidades de laminación no están particularmente restringidas. Cada unidad de laminación puede basarse en la esterilla reforzada con fibras aplicada a la estructura de sándwich de la presente invención o puede basarse en un sustrato UD, un sustrato de tela tejida, un sustrato de punto o similar que no corresponda a la misma. Además, el tipo de fibras de refuerzo tampoco está particularmente restringido siempre que las características de la presente invención no se vean afectadas negativamente. Un ejemplo del proceso de moldeo por compresión es el denominado moldeo por compresión en caliente, que es un método en el que, después de calentar de antemano una matriz de moldeo a una temperatura no inferior a la temperatura de moldeo del segundo miembro, el primer miembro se dispone en la matriz de moldeo caliente que posteriormente se sujeta y presiona, y se obtiene un artículo moldeado enfriando la matriz de moldeo mientras se mantiene esta condición. Otros ejemplos del proceso de moldeo por compresión incluyen el denominado moldeo por estampado y moldeo por calor y frío, que son métodos en los que el primer y segundo miembros que se han calentado a una temperatura no inferior a la temperatura de moldeo se disponen en una matriz de moldeo mantenida a una temperatura inferior a sus temperaturas de solidificación, la matriz de moldeo se sujeta y presiona posteriormente, y se obtiene un artículo moldeado integralmente enfriando la matriz de moldeo mientras se mantiene esta condición. De entre estos procesos de moldeo por compresión, desde el punto de vista de acelerar el ciclo de moldeo para mejorar la productividad, se prefieren el moldeo por estampado y el moldeo por calor y frío.

Los ejemplos de la aplicación de los miembros de montaje provistos mediante la estructura de sándwich de la presente invención y sus artículos moldeados integralmente de la misma incluyen: componentes de dispositivos eléctricos/electrónicos tales como "carcasas, bandejas, chasis, miembros interiores y cajas de ordenadores personales, pantallas, dispositivos OA, teléfonos móviles, asistentes personales digitales, PDA (asistentes personales

digitales como portátiles electrónicos), videocámaras, instrumentos ópticos, dispositivos de audio, acondicionadores de aire, dispositivos de iluminación, artículos recreativos, juguetes y otros aparatos eléctricos domésticos"; componentes estructurales para automóviles y vehículos de dos ruedas, por ejemplo, "varios miembros, varios bastidores, varias bisagras, varios brazos, varios ejes, varios rodamientos de eje, varias vigas", "placas exteriores y componentes de carrocería como capotas, techos, puertas, guardabarros, puertas de maletero, paneles laterales, paneles de extremo posterior, cuerpos delanteros, cuerpos inferiores, varios pilares, varios miembros, varios marcos, varias vigas, varios soportes, varios rieles y varias bisagras", "componentes exteriores como parachoques, barras de parachoques, molduras, cubiertas inferiores, cubiertas del motor, placas de corriente, spoilers, rejillas del capó y partes aerodinámicas", "componentes interiores tales como paneles de instrumentos, marcos de asientos, molduras de puertas, molduras de pilares, manijas y varios tipos de módulos" y "componentes de motores, depósitos de GNC y depósitos de gasolina"; otros componentes para automóviles y vehículos de dos ruedas, como "bandejas de baterías, soportes para faros, carcasas de pedales, protectores, reflectores de faros, carcasas de faros, protecciones contra ruidos y cubiertas de neumáticos de repuesto"; y componentes de aeronaves tales como "vainas del tren de aterrizaje, alerones, spoilers, bordes, escaleras, elevadores, revestimientos y nervaduras". Desde el punto de vista de las propiedades dinámicas, la estructura de sándwich de la presente invención y sus artículos moldeados integralmente se usan preferentemente para interiores y exteriores de automóviles, carcasas de dispositivos eléctricos/electrónicos, materiales estructurales de bicicletas y artículos deportivos, materiales para interiores de aeronaves y cajas de transporte. En particular, se usan adecuadamente en miembros de módulos constituidos por una pluralidad de componentes.

Ejemplos

A continuación, se describe la presente invención con más detalle mediante ejemplos de la misma.

(1) Temperaturas del límite inferior utilizables (TA1 y TB1) de las resinas termoplásticas (A y B)

Los puntos de fusión o los puntos de reblandecimiento de las resinas termoplásticas (A) y (B) impregnadas en un laminado en sándwich se evaluaron como sigue. Primero, para una resina cristalina de las resinas termoplásticas (A) y (B), el punto de fusión se midió de acuerdo con "Testing methods for transition temperatures of plastics" (Métodos de ensayo para temperaturas de transición de plásticos) prescritos en la norma JIS K7121 (1987). Una lámina o tela no tejida utilizada para la preparación del laminado en sándwich en cuestión se secó durante al menos 24 horas en un horno secador de vacío controlado para tener el horno a una temperatura de 50 °C y posteriormente se cortó en trozos pequeños para preparar una muestra. Para esta muestra, utilizando un calorímetro de barrido diferencial (DSC 200F3 Maia, fabricado por NETZSCH), se determinó el punto de fusión de acuerdo con la norma mencionada anteriormente.

Mientras tanto, para una resina amorfa de las resinas termoplásticas (A) y (B), se midió el punto de reblandecimiento de acuerdo con el método A50 de "Plastics - Thermoplastic materials - Determination of Vicat softening temperature (VST)" (Plásticos- materiales termoplásticos- Determinación de temperatura de reblandecimiento Vicat (VST)) prescrito en la norma JIS K7206 (1999). Un gránulo de resina, una materia prima de una lámina o tela no tejida utilizada para la preparación de la estructura de sándwich en cuestión se secó durante al menos 24 horas en un horno secador de vacío controlado para tener el horno a una temperatura de 50 °C y posteriormente se moldeó utilizando una amasadora biaxial y una máquina de moldeado por inyección (Micro-Compounder 15 y moldeador por inyección de 12 ml, fabricado por DSM Xplore). A partir de la pieza moldeada así obtenida, se cortó una placa cuadrada de 12,5 mm x 12,5 mm de 3,2 mm de grosor y se usó como muestra. Para esta muestra, utilizando un medidor de temperatura de deformación por calor (S3-FH, fabricado por Toyo Seiki Seisaku-sho, Ltd.), el punto de reblandecimiento se determinó de acuerdo con la norma mencionada anteriormente.

Las operaciones descritas anteriormente se repitieron tres veces, y se calculó el valor medio de las temperaturas medidas y se definió como el punto de fusión o el punto de reblandecimiento de las resinas termoplásticas (A) y (B). Para el punto de fusión, las temperaturas así determinadas se adoptaron como las temperaturas del límite inferior utilizables (°C), TA1 y TB1, de las resinas termoplásticas (A) y (B), respectivamente, y para el punto de reblandecimiento, se adoptaron las temperaturas (punto de reblandecimiento + 100 °C) como las temperaturas del límite inferior utilizables (°C), TA1 y TB1, de las resinas termoplásticas (A) y (B), respectivamente.

(2) Temperaturas del límite superior utilizables (TA1 y TB1) de resinas termoplásticas (A y B)

Las temperaturas a las que se inicia la pérdida de peso de las resinas termoplásticas (A) y (B) impregnadas en un laminado en sándwich se midieron de acuerdo con los "Testing methods of plastics by thermogravimetry" (Métodos de ensayo de plásticos por termogravimetría) prescritos en la norma JIS K7120 (1987). Una lámina o tela no tejida utilizada para la preparación del laminado en sándwich en cuestión se secó durante al menos 24 horas en un horno secador de vacío controlado para tener el horno a una temperatura de 50 °C y posteriormente se cortó en trozos pequeños para preparar una muestra. Para esta muestra, utilizando un termogravímetro (TG-DTA 2020SA, fabricado por Bruker Corporation), se obtuvo una curva de pérdida de peso por calor de acuerdo con la norma mencionada anteriormente. En la curva de pérdida de peso por calor obtenida de este modo, la temperatura a la que se confirmó una reducción de peso del 1 % con respecto al peso de referencia se definió como la temperatura de inicio de la

pérdida de peso en los siguientes ejemplos. Las operaciones descritas anteriormente se repitieron tres veces, y se calculó el valor medio de las temperaturas de iniciación de pérdida de peso así obtenidas y se definió como las temperaturas de iniciación de pérdida de peso respectivas de las resinas termoplásticas (A) y (B). Además, los valores obtenidos al restar 50 °C de las respectivas temperaturas de iniciación de la pérdida de peso se adoptaron como temperaturas del límite superior utilizables en la práctica (°C), TA2 y TB2, de las resinas termoplásticas (A) y (B).

(3) Relación de fibras de refuerzo en un laminado en sándwich, Vf

Después de medir la masa del laminado en sándwich en cuestión, Ws, el laminado en sándwich se calentó al aire a 500 °C durante 30 minutos para quemar los componentes de resina termoplástica. Luego, se midió la masa de las fibras de refuerzo residuales, Wf, y se calculó la proporción de las mismas utilizando la siguiente ecuación.

$$V_f (\% \text{ en volumen}) = (W_f/p_f) / \{W_f/p_f + (W_s - W_f)/p_r\} \times 100$$

pf: densidad de las fibras de refuerzo (g/cm³)

pr: densidad de las resinas termoplásticas (g/cm³)

(4) Forma cóncava-convexa en la capa de interfaz del laminado en sándwich o estructura de sándwich (Ry, Rz)

Tras cortar una pequeña sección de 25 mm de anchura del laminado en sándwich o de la estructura de sándwich en cuestión y embeber la pequeña sección en una resina epoxi, se preparó una muestra puliendo el resultado de modo que una sección transversal vertical a lo largo de la dirección del grosor de la lámina quedara expuesta como superficie de observación. Esta muestra se observó con un microscopio láser (VK-9510, fabricado por Keyence Corporation) con un aumento de x200, y se fotografiaron 10 puntos seleccionados aleatoriamente (sin que sus campos de visión se solapen entre sí). En la imagen fotografiada, se verificó una capa de interfaz formada por las resinas termoplásticas (A) y (B) basándose en el contraste de la resina. Cuando el contraste no estaba claro, se definieron los claros y oscuros con un tratamiento de imágenes. Cuando la verificación resultaba difícil incluso después de este tratamiento, se tomó de nuevo una fotografía de una muestra preparada a partir del laminado en sándwich o estructura de sándwich en cuestión, en la que, de las resinas termoplásticas impregnadas en el laminado en sándwich o en la estructura de sándwich, solo la resina termoplástica que tenía una TA1 o TB1 inferior se derritió o reblandeció, para verificar una capa de interfaz. Para las interfaces cóncavas-convexas de cada uno de los 10 campos de visión fotografiados, la diferencia vertical entre la porción cóncava más profunda y la porción convexa más prominente, dmáx, y la diferencia vertical entre la porción cóncava más superficial y la porción convexa menos prominente, dmín, se midieron cada una. De entre los valores de dmáx de cada uno de los 10 campos de visión, el valor más grande se definió como la altura máxima, Ry (µm), de la forma cóncava-convexa de la capa de interfaz. Además, a partir de los valores dmáx y dmín así obtenidos, se calculó la rugosidad media, Rz, de la forma cóncava-convexa de la capa de interfaz utilizando la siguiente ecuación.

$$R_z (\mu m) = \Sigma (d_{\text{máx}} + d_{\text{mín}}) / 2n$$

dmáx: la diferencia vertical máxima en cada campo de visión (i = 1, 2, ..., 10) (µm)

dmín: la diferencia vertical mínima en cada campo de visión (i = 1, 2, ..., 10) (µm)

n: el número de campos de visión

(5) Ángulo antiplano θz de fibras de refuerzo en un laminado en sándwich o estructura de sándwich

Tras cortar una pequeña sección de 25 mm de anchura del laminado en sándwich o de la estructura de sándwich en cuestión y embeber la pequeña sección en una resina epoxi, se preparó una muestra puliendo el resultado de modo que una sección transversal vertical a lo largo de la dirección del grosor de la lámina quedara expuesta como superficie de observación. Se observó la forma de la sección transversal de la fibra de esta muestra con un microscopio láser (VK-9510, fabricado por Keyence Corporation) con un aumento de x400. La imagen de observación así obtenida se desarrolló en un software de análisis de imágenes de propósito general y, utilizando un programa integrado en el software, se extrajeron las secciones transversales de fibra encontradas en la imagen de observación. En cada sección transversal de la fibra, se trazó una elipse inscrita y se aproximó a la forma de la sección transversal de la fibra (en lo sucesivo, denominada "elipse de la fibra"). Además, para aquellas elipses de la fibra que tengan una relación de aspecto que está representada por: la longitud del eje mayor α de la elipse de la fibra/la longitud del eje menor β de la elipse de la fibra, de 20 o más, se determina el ángulo formado por la dirección del eje X y la dirección del eje mayor de la elipse de la fibra. Repitiendo las operaciones descritas anteriormente para las muestras de observación extraídas de diferentes partes del laminado en sándwich o de la estructura de sándwich en cuestión, se midió el ángulo antiplano para un total de 600 fibras de refuerzo, y el valor medio de las mismas se determinó como ángulo antiplano θz.

(6) Estado de unión de las capas de interfaz en el laminado en sándwich

Con referencia a "Adhesives - Determination of tensile lap-shear strength of rigid-to-rigid bonded assemblies" (Adhesivos - Determinación de la resistencia a la cizalladura por tracción de juntas unidas de sustratos rígidos) prescrito en la norma JIS K6850 (1999), las capas de interfaz del laminado en sándwich en cuestión se fracturaron

aplicando una carga de cizalladura a las mismas y se observó la forma de la fractura, evaluando así el estado de unión de las capas de formación de un revestimiento y la capa de formación de un núcleo en el laminado en sándwich. La muestra utilizada en este ensayo se cortó de cada uno de los laminados en sándwich obtenidos en los Ejemplos. La muestra se ha representado en la Fig. 5. Una muestra 25 tiene una forma en la que se inserta una muesca 26 que alcanza cierto grosor (h) de cada capa de formación de un revestimiento a cierta anchura (w) a ambos lados de la muestra en diferentes posiciones a lo largo de una longitud (l), y se forman unas partes unidas entre las capas de formación de un revestimiento y la capa de formación de un núcleo a una longitud de b (6,25 mm) desde el centro de las capas respectivas para formar un revestimiento. Cinco de las muestras descritas anteriormente se prepararon y fracturaron aplicando una carga de cizalladura en una dirección de tracción utilizando un medidor universal (medidor universal Modelo 4201, fabricado por Instron). Luego, se evaluó el estado de unión de las partes unidas observando visualmente la superficie del lado fracturado de cada muestra fracturada.

La evaluación del estado de unión se clasificó de la siguiente manera siguiendo un orden de más favorable a menos favorable entre las capas de formación de un revestimiento y la capa de formación de un núcleo. En esta evaluación, la fractura cohesiva y la fractura de la capa de formación de un núcleo se juzgaron como estados de unión favorables de las capas de formación de un revestimiento y la capa de formación de un núcleo.

- Fractura cohesiva: un estado en el que se produjo una fractura en las proximidades de las interfaces entre las respectivas capas de formación de un revestimiento y la capa de formación de un núcleo y el componente que constituye una de las capas de formación de un revestimiento y la capa de formación de un núcleo adherida a la superficie de otra capa.
- Fractura de la capa de formación de un núcleo: un estado en el que solo se fracturó la capa de formación de un núcleo.
- Fractura de un todo: un estado en el que las capas de formación de un revestimiento y la capa de formación de un núcleo se fracturaron de la misma manera.
- Fractura de la capa de interfaz: un estado en el que se produjo una fractura en las proximidades de las interfaces entre las respectivas capas de formación de un revestimiento y la capa de formación de un núcleo y las capas de formación de un revestimiento y la capa de formación de un núcleo se desprenden sin el componente que constituye una de las capas adheridas a la superficie de otra capa.

(7) Estado de unión de la capa de interfaz en la estructura de sándwich

El estado de unión de las capas superficiales y la capa de núcleo en la estructura de sándwich en cuestión se evaluó observando el modo de fractura de las mismas de la misma manera que en (6) Estado de unión de la capa de interfaz en el laminado en sándwich.

La evaluación del estado de unión se clasificó de la siguiente manera según un orden de unión más favorable a menos favorable entre las capas de revestimiento y la capa de núcleo. En esta evaluación, la fractura de la capa de núcleo se juzgó como un estado de unión favorable de las capas de revestimiento y la capa de núcleo.

- Fractura de la capa de núcleo: un estado en el que se produjo una fractura en las proximidades del centro de la capa de núcleo.
- Fractura de las capas de revestimiento: un estado en el que solo las capas de revestimiento se fracturaron.
- Fractura de un todo: un estado en el que las capas de revestimiento y la capa de núcleo se fracturaron de la misma manera.

(8) Resistencia a la cizalladura τ_2 de las piezas unidas en un artículo moldeado integralmente

Con referencia a "Adhesives - Determination of tensile lap-shear strength of rigid-to-rigid bonded assemblies" (Adhesivos - Determinación de la resistencia a la cizalladura por tracción de juntas unidas de sustratos rígidos) prescrita en la norma JIS K6850 (1999), se evaluó la resistencia a la cizalladura τ_2 de las piezas unidas en el artículo moldeado integralmente en cuestión. La muestra usada en este ensayo se cortó de una porción plana de cada artículo moldeado integralmente obtenido en los Ejemplos. La muestra se ha representado en la Fig. 9. Una muestra 37 tiene una forma en la que una muesca 38 que alcanza un grosor (h1) del primer miembro a una anchura (w) y una muesca 39 que alcanza un grosor (h2) del segundo miembro a una anchura (w) se insertan a cada lado de la muestra en diferentes posiciones a lo largo de una longitud (l) y las partes unidas entre el primer y segundo miembros se forman a una longitud de b (6,25 mm) desde el centro de la muestra. Cinco de las muestras descritas anteriormente se prepararon y se sometieron a un ensayo de tracción usando un probador universal (probador universal Modelo 4201, fabricado por Instron). El valor medio de todos los datos obtenidos por el ensayo (n = 5) se definió como la resistencia a la cizalladura τ_2 (MPa) de las partes unidas en el artículo moldeado integralmente.

[Fibra de refuerzo I]

Un polímero que contenía poliacrilonitrilo como componente principal se sometió a hilado y quemado para obtener fibras de carbono que tenían un total de 12.000 filamentos. Las fibras de carbono continuas, obtenidas de este modo, se sometieron adicionalmente a un tratamiento superficial electrolítico y posteriormente se secaron con un aire

calentado a 120 °C para obtener las fibras de refuerzo I. Estas fibras de carbono tenían las siguientes propiedades.

Densidad: 1,80 g/cm³

Diámetro de filamento individual: 7 µm

Resistencia a la tracción: 4,9 GPa

5 Módulo de elasticidad a la tracción: 230 GPa

[Lámina de PP]

10 Utilizando una mezcla madre compuesta por un 90 % en masa de una resina de polipropileno no modificada ("PRIME POLYPRO" (marca registrada) J707G, fabricada por Prime Polymer Co., Ltd.) y un 10 % en masa de una resina de polipropileno modificada con ácido ("ADMER" (marca registrada) QB510, fabricada por Mitsui Chemicals, Inc.), se preparó una lámina con un peso base de 100 g/m².

Las propiedades de la lámina así obtenida se muestran en la Tabla 1.

15 [Lámina de PA6]

Se preparó una lámina de resina hecha de una resina de poliamida 6 ("AMILAN" (marca registrada) CM1021T, fabricada por Toray Industries, Inc.), que tenía un peso base de 124 g/m². Las propiedades de la lámina así obtenida se muestran en la Tabla 1.

20 [Lámina de PA66]

25 Se preparó una lámina de resina hecha de una resina de nailon 66 ("AMILAN" (marca registrada) CM3006, fabricada por Toray Industries, Inc.), que tenía un peso base de 126 g/m². Las propiedades de la lámina así obtenida se muestran en la Tabla 1.

[Lámina de PC]

30 Se preparó una lámina de resina hecha de una resina de policarbonato ("LUPILON" (marca registrada) H-4000, fabricada por Mitsubishi Engineering-Plastics Corporation), que tenía un peso base de 132 g/m². Las propiedades de la lámina así obtenida se muestran en la Tabla 1.

[Lámina de PPS]

35 Se preparó una tela de resina no tejida hecha de una resina de sulfuro de polifenileno ("TORELINA" (marca registrada) M2888, fabricada por Toray Industries, Inc.), que tenía un peso base de 67 g/m². Las propiedades de la lámina así obtenida se muestran en la Tabla 1.

[Lámina de PPE]

40 Se preparó una lámina hecha de una resina de éter de polifenileno modificado ("NORYL" (marca registrada) PPX7110, fabricada por SABIC), que tenía un peso base de 100 g/m². Las propiedades de la lámina así obtenida se muestran en la Tabla 1.

45 [Esterilla de 5 mm]

50 Las fibras de refuerzo I se cortaron a una longitud de 5 mm para obtener fibras de refuerzo cortadas. Estas fibras de refuerzo cortadas se cargaron en un abridor para obtener agregados de fibras de refuerzo similares al algodón que apenas contienen haces de fibras de refuerzo del grosor original. Los agregados de fibra de refuerzo así obtenidos se cargaron en un aparato de cardado equipado con un rodillo cilíndrico de 600 mm de diámetro, formando así una banda en forma de lámina compuesta por las fibras de refuerzo. En este proceso, la velocidad de rotación del rodillo del cilindro fue de 320 rpm y la velocidad del peine desprendedor fue de 13 m/min. La lámina obtenida de este modo se laminó para obtener una esterilla reforzada con fibras (esterilla de 5 mm). Las propiedades de esta esterilla reforzada con fibras se muestran en la Tabla 2.

55 [Esterilla de 3 mm]

60 Las fibras de refuerzo I se cortaron a una longitud de 3 mm utilizando un cortador de hebras para obtener fibras de refuerzo cortadas. Luego, se prepararon 40 l de un medio de dispersión al 0,1 % en peso compuesto por agua y un tensioactivo (polioxietileno lauril éter (nombre comercial), fabricado por Nacalai Tesque, Inc.) y se cargaron en un aparato de fabricación de papel. El aparato de fabricación de papel estaba constituido por un baño de fabricación de papel superior (volumen: 30 l) equipado con un agitador que tiene una cuchilla giratoria y un depósito de almacenamiento inferior (volumen: 10 l), con un soporte poroso dispuesto entre el baño de fabricación de papel y el depósito de almacenamiento. Primero, el medio de dispersión se agitó usando el agitador hasta que se generaron unas finas burbujas de aire. Luego, las fibras de refuerzo cortadas ajustadas para tener un peso base deseado se cargaron en el medio de dispersión en el que se dispersaron las finas burbujas de aire y el producto resultante se agitó

para obtener una suspensión que contenía las fibras de refuerzo dispersas en la misma. Posteriormente, la suspensión se aspiró del depósito de almacenamiento y se deshidrató a través del soporte poroso para preparar un cuerpo de fabricación de papel reforzado con fibras. Este cuerpo de fabricación de papel se secó en un secador de aire caliente a 150 °C durante 2 horas para obtener una esterilla reforzada con fibras (esterilla de 3 mm). Las propiedades de la esterilla reforzada con fibras así obtenida se muestran en la Tabla 2.

[Esterilla de 6 mm]

Se obtuvo una esterilla reforzada con fibras (esterilla de 6 mm) de la misma manera que la esterilla de 3 mm, excepto que las fibras de refuerzo I se cortaron a una longitud de 6 mm utilizando un cortador de hebras para obtener fibras de refuerzo cortadas. Las propiedades de la esterilla reforzada con fibras así obtenida se muestran en la Tabla 2.

[Esterilla de 12 mm]

Se obtuvo una esterilla reforzada con fibras (esterilla de 12 mm) de la misma manera que la esterilla de 3 mm, excepto que las fibras de refuerzo I se cortaron a una longitud de 12 mm utilizando un cortador de hebras para obtener fibras de refuerzo cortadas. Las propiedades de la esterilla reforzada con fibras así obtenida se muestran en la Tabla 2.

[Esterilla de 25 mm]

Las fibras de refuerzo I se cortaron a una longitud de 25 mm utilizando un cortador de hebras para obtener fibras de refuerzo cortadas. Las fibras de refuerzo cortadas, obtenidas de este modo, se dejaron caer libremente desde una altura de 80 cm, preparando así una esterilla reforzada con fibras (esterilla de 25 mm) en la que las fibras de carbono cortadas se distribuyeron aleatoriamente. Las propiedades de la esterilla reforzada con fibras así obtenida se muestran en la Tabla 2.

[Sustrato UD]

Las fibras de refuerzo I, que habían sido sometidas a un procesamiento abierto de haz de fibras, se alinearon en paralelo y se dispusieron de manera unidireccional con una densidad de 1,4 fibras/cm para formar una lámina unidireccional compuesta por las fibras de refuerzo en forma de lámina, obteniendo así una esterilla reforzada con fibras (sustrato UD). Las propiedades del sustrato UD así obtenido se muestran en la Tabla 2.

[Preimpregnado UD]

Las fibras de refuerzo I, que habían sido sometidas a un procesamiento abierto de haz de fibras, se alinearon en paralelo y se dispusieron de manera unidireccional con una densidad de 1,4 fibras/cm para obtener fibras de refuerzo en forma de lámina. Luego, fibras auxiliares (fibras de poliamida copolimerizadas, de punto de fusión: 140 °C) se dispusieron con una densidad de 3 fibras/cm en dirección perpendicular a las fibras de refuerzo y se calentaron usando un calentador de infrarrojos lejanos para formar una lámina unidireccional que retiene la forma de lámina. La lámina unidireccional así obtenida se emparedó con papeles de liberación, y el resultado se pasó a través de una prensa de doble correa calentada a 180 °C a una velocidad de 1 m/min con una presión de contacto de 1 MPa, fundiendo así completamente las fibras auxiliares para obtener un material preimpregnado UD relleno con las fibras de refuerzo.

[Sustrato de tela tejida]

Las fibras de refuerzo I se alinearon en paralelo y se dispusieron unidireccionalmente con una densidad de 1,2 fibras/cm para obtener fibras de refuerzo en forma de lámina. Las fibras de refuerzo I también se dispusieron en dirección perpendicular a las fibras de refuerzo descritas anteriormente con una densidad de 1,2 fibras/cm para entrelazar las fibras de refuerzo entre sí y para formar un sustrato de tela tejida bidireccional que tiene una estructura de tejido liso usando un telar, obteniendo así una esterilla reforzada con fibras (sustrato de tela tejida). Las propiedades del sustrato de tela tejida así obtenido se muestran en la Tabla 2.

[Compuesto de PA]

Usando una extrusora biaxial (TEX-30α, fabricada por The Japan Steel Works, Ltd.), las fibras de refuerzo I se combinaron con la mezcla maestra utilizada para la preparación de la lámina de PA6 para producir un gránulo para su moldeo por inyección que tenía un contenido de fibra del 30 % en peso (compuesto de PA).

[GMT]

Un material de moldeo de resina de polipropileno reforzado con fibra de vidrio (GMT) ("Lámina UNI" (marca registrada) P4038-BK31, fabricado por Quadrant) se moldeó de la misma manera que en el Ejemplo 1 para obtener una esterilla reforzada con fibras de 1,6 mm de grosor (GMT).

(Ejemplo 1)

La esterilla de 5 mm como malla reforzada con fibras, la lámina de PA6 como resina termoplástica (A) y la lámina de PP como resina termoplástica (B) se dispusieron secuencialmente en este orden [resina termoplástica (A)/esterilla reforzada con fibras/resina termoplástica (A)/esterilla reforzada con fibras/resina termoplástica (B)/esterilla reforzada con fibras/resina termoplástica (B)/esterilla reforzada con fibras/esterilla reforzada con fibras/resina termoplástica (B)/esterilla reforzada con fibras/resina termoplástica (B)/esterilla reforzada con fibras/resina termoplástica (A)] para preparar un precursor de laminado. Luego, se obtuvo un laminado en sándwich a través de las siguientes condiciones de moldeo por compresión (I) a (III):

- (I) el precursor de laminado se dispuso en una cavidad de matriz de moldeo por compresión precalentada a 230 °C y la matriz se cerró;
- (II) después de retener la matriz durante 120 segundos, se aplicó una presión de 3 MPa y la matriz se mantuvo durante otros 60 segundos; y
- (III) la cavidad de la matriz se abrió para recuperar un laminado en sándwich.

Las propiedades del laminado en sándwich así obtenido se muestran en la Tabla 3-1.

(Ejemplo 2)

Se obtuvo un laminado en sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que la esterilla de 6 mm se usó como esterilla reforzada con fibras. Las propiedades del laminado en sándwich así obtenido se muestran en la Tabla 3-1.

(Ejemplo 3)

Se obtuvo un laminado en sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que la esterilla de 6 mm, la lámina de PA66 y la lámina de PA6 se utilizaron como esterilla reforzada con fibras, resina termoplástica (A) y resina termoplástica (B), respectivamente y que el precursor de laminado resultante se colocó en una cavidad de matriz de moldeo por compresión precalentada a 250 °C. Las propiedades del laminado en sándwich así obtenido se muestran en la Tabla 3-1.

(Ejemplo 4)

Se obtuvo un laminado en sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que la esterilla de 6 mm, la lámina de PPS y la lámina de PA66 se utilizaron como esterilla reforzada con fibras, resina termoplástica (A) y resina termoplástica (B), respectivamente y que el precursor de laminado resultante se colocó en una cavidad de matriz de moldeo por compresión precalentada a 285 °C. Las propiedades del laminado en sándwich así obtenido se muestran en la Tabla 3-1.

(Ejemplo 5)

Se obtuvo un laminado en sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 4, excepto que la esterilla de 6 mm, la lámina de PPS y la lámina de PC se utilizaron como esterilla reforzada con fibras, resina termoplástica (A) y resina termoplástica (B), respectivamente. Las propiedades del laminado en sándwich así obtenido se muestran en la Tabla 3-1.

(Ejemplo 6)

Se obtuvo un laminado en sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que la esterilla de 6 mm y la lámina de PPE se utilizaron como esterilla reforzada con fibras y resina termoplástica (A), respectivamente. Las propiedades del laminado en sándwich así obtenido se muestran en la Tabla 3-1.

(Ejemplo 7)

Se obtuvo un laminado en sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que la esterilla de 3 mm se usó como esterilla reforzada con fibras. Las propiedades del laminado en sándwich así obtenido se muestran en la Tabla 3-1.

(Ejemplo 8)

Se obtuvo un laminado en sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que la esterilla de 12 mm se usó como esterilla reforzada con fibras. Las propiedades del laminado en sándwich así obtenido se muestran en la Tabla 3-1.

(Ejemplo 9)

Se obtuvo un laminado en sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que la esterilla de 25 mm se usó como esterilla reforzada con fibras. Las propiedades del laminado en sándwich así obtenido se muestran en la Tabla 3-1.

(Ejemplo 10)

Como esterilla reforzada con fibras para las capas de formación de un revestimiento, se utilizó el sustrato UD. En cuanto al sustrato UD, la dirección continua de las fibras de refuerzo se definió como 0° y la dirección perpendicular al mismo se definió como 90°. Como esterilla reforzada con fibras para la capa de formación de un núcleo, se usó la esterilla de 5 mm. Como resina termoplástica (A) y resina termoplástica (B), se utilizaron la lámina de PA6 y la lámina de PP, respectivamente. Se obtuvo un laminado en sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que se preparó un precursor de laminado disponiendo secuencialmente estos materiales en el siguiente orden [resina termoplástica (A)/sustrato UD (0°)/resina termoplástica (A)/sustrato UD (90°)/resina termoplástica (B)/esterilla de 5 mm/resina termoplástica (B)/esterilla de 5 mm/esterilla de 5 mm/resina termoplástica (B)/esterilla de 5 mm/resina termoplástica (B)/sustrato UD (90°)/resina termoplástica (A)/sustrato UD (0°)/resina termoplástica (A)]. Las propiedades del laminado en sándwich así obtenido se muestran en la Tabla 3-1.

(Ejemplo 11)

Como esterilla reforzada con fibras para capas de formación de un revestimiento, se usó el sustrato de tela tejida. Como esterilla reforzada con fibras para la capa de formación de un núcleo, se usó la esterilla de 5 mm. Como resina termoplástica (A) y resina termoplástica (B), se utilizaron la lámina de PA6 y la lámina de PP, respectivamente. Se obtuvo un laminado en sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que se preparó un precursor de laminado disponiendo secuencialmente estos materiales en el siguiente orden [resina termoplástica (A)/ resina termoplástica (A)/ sustrato de tela tejida/resina termoplástica (B)/esterilla de 5 mm/resina termoplástica (B)/esterilla de 5 mm/ resina termoplástica (B)/resina termoplástica (B)sustrato de tela tejida/resina termoplástica (A)/resina termoplástica (A)]. Las propiedades del laminado en sándwich así obtenido se muestran en la Tabla 3-1.

(Ejemplo comparativo 1)

Se obtuvo un laminado en sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que la lámina de PP se usó como resina termoplástica (A). Las propiedades del laminado en sándwich así obtenido se muestran en la Tabla 3-2.

(Ejemplo comparativo 2)

Se obtuvo un laminado en sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 2, excepto que la lámina de PP se usó como resina termoplástica (A). Las propiedades del laminado en sándwich así obtenido se muestran en la Tabla 3-2.

(Ejemplo comparativo 3)

Se obtuvo un laminado en sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 3, excepto que la lámina de PA66 se usó para ambas resinas termoplásticas (A) y (B). Las propiedades del laminado en sándwich así obtenido se muestran en la Tabla 3-2.

(Ejemplo comparativo 4)

Se obtuvo un laminado en sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 2, excepto que se usó la lámina de PP como resina termoplástica (A) y se usó la lámina de PA6 como resina termoplástica (B). Las propiedades del laminado en sándwich así obtenido se muestran en la Tabla 3-2.

(Ejemplo 12)

La esterilla de 5 mm como malla reforzada con fibras, la lámina de PA6 como resina termoplástica (A) y la lámina de PP como resina termoplástica (B) se dispusieron secuencialmente en este orden [resina termoplástica (A)/esterilla reforzada con fibras/resina termoplástica (A)/esterilla reforzada con fibras/resina termoplástica (B)/esterilla reforzada con fibras/resina termoplástica (B)/esterilla reforzada con fibras/resina termoplástica (B)/esterilla reforzada con fibras/resina termoplástica (A)/esterilla reforzada con fibras/resina termoplástica (A)] para preparar un precursor de laminado. Luego, se obtuvo un laminado en sándwich a través de las siguientes condiciones de moldeo por compresión (I) y (II):

(I) el precursor de laminado se colocó en una cavidad de matriz de moldeo por compresión precalentada a 230 °C y la matriz se cerró; y

(II) después de retener la matriz durante 120 segundos, se aplicó una presión de 3 MPa y la matriz se mantuvo durante otros 60 segundos.

A continuación, se obtuvo una estructura de sándwich a través de los siguientes procesos de moldeo por compresión (III) a (V):

- (III) después de lo anterior (II), la cavidad de la matriz se abrió y se insertó un espaciador metálico en un extremo de la cavidad de la matriz para ajustar la relación de expansión en la preparación de la estructura de sándwich para que sea 3 veces mayor;
- (IV) posteriormente, la cavidad de la matriz se cerró de nuevo y la cavidad se enfrió a 50 °C en una condición de presión mantenida; y
- (V) la matriz se abrió para recuperar una estructura de sándwich.

Como resultado de observar una sección transversal de la estructura de sándwich así obtenida (29 en la Fig. 6), se confirmó que esta estructura de sándwich estaba constituida por capas de revestimiento 27 y una capa de núcleo 28 y que la capa de núcleo 28 contenía huecos 30 en las misma con las fibras de refuerzo funcionando como soportes de columna. Las propiedades de la estructura de sándwich así obtenida se muestran en la Tabla 4-1.

(Ejemplo 13)

Se obtuvo una estructura de sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 12, excepto que la esterilla de 6 mm se usó como esterilla reforzada con fibras. Las propiedades de la estructura de sándwich así obtenida se muestran en la Tabla 4-1.

(Ejemplo 14)

Se obtuvo una estructura de sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 12, excepto que la esterilla de 6 mm, la lámina de PA66 y la lámina de PA6 se utilizaron como esterilla reforzada con fibras, resina termoplástica (A) y resina termoplástica (B), respectivamente y que el precursor de laminado resultante se colocó en una cavidad de matriz de moldeo por compresión precalentada a 250 °C. Las propiedades de la estructura de sándwich así obtenida se muestran en la Tabla 4-1.

(Ejemplo 15)

Se obtuvo una estructura de sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 12, excepto que la esterilla de 6 mm, la lámina de PPS y la lámina de PA66 se utilizaron como esterilla reforzada con fibras, resina termoplástica (A) y resina termoplástica (B), respectivamente y que el precursor de laminado resultante se colocó en una cavidad de matriz de moldeo por compresión precalentada a 285 °C. Las propiedades de la estructura de sándwich así obtenida se muestran en la Tabla 4-1.

(Ejemplo 16)

Se obtuvo una estructura de sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 15, excepto que la esterilla de 6 mm, la lámina de PPS y la lámina de PC se utilizaron como esterilla reforzada con fibras, resina termoplástica (A) y resina termoplástica (B), respectivamente. Las propiedades de la estructura de sándwich así obtenida se muestran en la Tabla 4-1.

(Ejemplo 17)

Se obtuvo una estructura de sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 12, excepto que la esterilla de 6 mm y la lámina de PPE se utilizaron como esterilla reforzada con fibras y resina termoplástica (A), respectivamente. Las propiedades de la estructura de sándwich así obtenida se muestran en la Tabla 4-1.

(Ejemplo 18)

Se obtuvo una estructura de sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 12, excepto que la esterilla de 3 mm se usó como esterilla reforzada con fibras. Las propiedades de la estructura de sándwich así obtenida se muestran en la Tabla 4-1.

(Ejemplo 19)

Se obtuvo una estructura de sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 12, excepto que la esterilla de 12 mm se usó como esterilla reforzada con fibras. Las propiedades de la estructura de sándwich así obtenida se muestran en la Tabla 4-1.

(Ejemplo 20)

Se obtuvo una estructura de sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 12, excepto que la esterilla de 6 mm se usó como esterilla reforzada con fibras y que la relación de expansión en la preparación de la estructura de sándwich

se ajustó para que fuera 1,5 veces utilizando un metal. espaciador. Las propiedades de la estructura de sándwich así obtenida se muestran en la Tabla 4-1.

(Ejemplo 21)

Se obtuvo una estructura de sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 12, excepto que la esterilla de 6 mm se usó como esterilla reforzada con fibras y que la relación de expansión en la preparación de la estructura de sándwich se ajustó para que fuera 10 veces utilizando un metal. espaciador. Las propiedades de la estructura de sándwich así obtenida se muestran en la Tabla 4-1.

(Ejemplo 22)

Usando el precursor de laminado preparado en el Ejemplo 10, se obtuvo una estructura de sándwich mediante las condiciones de moldeo por compresión (I) a (V) empleadas en el Ejemplo 12. Las propiedades de la estructura de sándwich así obtenida se muestran en la Tabla 4-1.

(Ejemplo 23)

Usando el precursor de laminado preparado en el Ejemplo 11, se obtuvo una estructura de sándwich mediante las condiciones de moldeo por compresión (I) a (V) empleadas en el Ejemplo 12. Las propiedades de la estructura de sándwich así obtenida se muestran en la Tabla 4-1.

(Ejemplo comparativo 5)

Se obtuvo una estructura de sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 12, excepto que la lámina de PP se usó como resina termoplástica (A). Las propiedades de la estructura de sándwich así obtenida se muestran en la Tabla 4-2.

(Ejemplo comparativo 6)

Se obtuvo una estructura de sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 12, excepto que la lámina de PP se usó como resina termoplástica (A). Las propiedades de la estructura de sándwich así obtenida se muestran en la Tabla 4-2.

(Ejemplo comparativo 7)

Se obtuvo una estructura de sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 14, excepto que la lámina de PA66 se usó para ambas resinas termoplásticas (A) y (B). Las propiedades de la estructura de sándwich así obtenida se muestran en la Tabla 4-2.

(Ejemplo comparativo 8)

Se obtuvo una estructura de sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 12, excepto que la lámina de PP se usó como resina termoplástica (A) y la lámina de PA6 se usó como resina termoplástica (B). Las propiedades de la estructura de sándwich así obtenida se muestran en la Tabla 4-2.

(Ejemplo comparativo 9)

Se obtuvo una estructura de sándwich de la misma manera que en el Ejemplo 12, excepto que la esterilla de 25 mm se usó como esterilla reforzada con fibras. Las propiedades de la estructura de sándwich así obtenida se muestran en la Tabla 4-2.

(Ejemplo 24)

A partir de la estructura de sándwich del Ejemplo 13 (300 mm x 300 mm cuadrados), se cortó un rectángulo de 180 mm de longitud y 70 mm de ancho y se usó como primer miembro 32. Mientras tanto, el compuesto de PA se usó para un segundo miembro 33. Luego, el primer miembro así obtenido se insertó en una matriz de moldeo por inyección de tal manera que el lado de la estructura de sándwich del primer miembro se usó como superficie de unión y el compuesto de PA se moldeó por inyección para preparar el segundo miembro, obteniendo así un artículo moldeado integralmente 31, como se muestra en la Fig. 7. En este proceso, la máquina de moldeo por inyección tenía una temperatura del cilindro de 280 °C y una temperatura de la matriz de 60 °C. Las propiedades del artículo moldeado integralmente así obtenido se muestran en la Tabla 5.

(Ejemplo 25)

El artículo moldeado integralmente 31 mostrado en la Fig. 7 se obtuvo de la misma manera que en el Ejemplo 24,

excepto que la estructura de sándwich del Ejemplo 19 se usó como primer miembro. Las propiedades del artículo moldeado integralmente así obtenido se muestran en la Tabla 5.

(Ejemplo 26)

El artículo moldeado integralmente 31 mostrado en la Fig. 7 se obtuvo de la misma manera que en el Ejemplo 24, excepto que la estructura de sándwich del Ejemplo 22 se usó como primer miembro. Las propiedades del artículo moldeado integralmente así obtenido se muestran en la Tabla 5.

(Ejemplo 27)

El artículo moldeado integralmente 31 mostrado en la Fig. 7 se obtuvo de la misma manera que en el Ejemplo 24, excepto que la estructura de sándwich del Ejemplo 23 se usó como primer miembro. Las propiedades del artículo moldeado integralmente así obtenido se muestran en la Tabla 5.

(Ejemplo comparativo 10)

El artículo moldeado integralmente 31 mostrado en la Fig. 7 se obtuvo de la misma manera que en el Ejemplo 24, excepto que la estructura de sándwich del Ejemplo Comparativo 6 se usó como primer miembro. Las propiedades del artículo moldeado integralmente así obtenido se muestran en la Tabla 5.

(Ejemplo comparativo 11)

El artículo moldeado integralmente 31 mostrado en la Fig. 7 se obtuvo de la misma manera que en el Ejemplo 24, excepto que la estructura de sándwich del Ejemplo Comparativo 8 se usó como primer miembro. Las propiedades del artículo moldeado integralmente así obtenido se muestran en la Tabla 5.

(Ejemplo comparativo 12)

El artículo moldeado integralmente 31 mostrado en la Fig. 7 se obtuvo de la misma manera que en el Ejemplo 24, excepto que la estructura de sándwich del Ejemplo Comparativo 9 se usó como primer miembro. Las propiedades del artículo moldeado integralmente así obtenido se muestran en la Tabla 5.

(Ejemplo 28)

A partir de la estructura de sándwich del Ejemplo 13 (300 mm x 300 mm cuadrados), se cortó un rectángulo de 250 mm de longitud y 160 mm de ancho y se usó como primer miembro 35. Mientras tanto, como segundo miembro 36, el material preimpregnado UD se colocó en un precalentador de tipo calentamiento por placa caliente mantenido a 180 °C y se precalentó durante 1 minuto a una presión de 0,1 MPa. Luego, el primer miembro se colocó en una matriz de moldeo por compresión precalentada a 120 °C, de modo que el lado de la lámina de PP se dispuso para ser la superficie superior. Después de disponer el material preimpregnado UD precalentado sobre la misma, la matriz se cerró y se mantuvo durante 120 segundos aplicando una presión de 15 MPa sobre esta, obteniendo de este modo un artículo moldeado integralmente 34, como se muestra en la Fig. 8, en el que el segundo miembro se unió mediante un moldeo por compresión. Las propiedades del artículo moldeado integralmente así obtenido se muestran en la Tabla 6.

(Ejemplo 29)

El artículo moldeado integralmente 34 mostrado en la Fig. 8 se obtuvo de la misma manera que en el Ejemplo 28, excepto que la estructura de sándwich del Ejemplo 22 se usó como primer miembro; el GMT fue utilizado como segundo miembro; y el GMT se colocó y se precalentó durante 1 minuto a una presión de 0,1 MPa en un precalentador de tipo de calentamiento por placa caliente mantenido a 200 °C. Las propiedades del artículo moldeado integralmente así obtenido se muestran en la Tabla 6.

(Ejemplo 30)

El artículo moldeado integralmente 34 mostrado en la Fig. 8 se obtuvo de la misma manera que en el Ejemplo 28, excepto que la estructura de sándwich del Ejemplo 23 se usó como primer miembro y el material preimpregnado UD se usó como segundo miembro. Las propiedades del artículo moldeado integralmente así obtenido se muestran en la Tabla 6.

[Tabla 1]

		Lámina de PP	Lámina de PA6	Lámina de PA66	Lámina de PC	Lámina de PPS	Lámina de PPE
Tipo	-	polipropileno	naílon 6	naílon 66	policarbonato	sulfuro de polifenileno	éter de polifenileno modificado
Peso base de la lámina	g/m ²	100	124	126	132	67	100
Punto de fusión	°C	165	225	265	-	280	-
Punto de reblandecimiento	°C	-	-	-	150	-	138
Temperatura de inicio de descomposición	°C	298	338	375	424	463	300
Temperatura del límite inferior utilizable (TA1, TB1)	°C	165	225	265	250	280	230
Temperatura del límite superior utilizable (TA2, TB2)	°C	248	288	325	374	413	300

[Tabla 2]

		Esterilla de 5 mm	Esterilla de 3 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 12 mm	Esterilla de 25 mm	Sustrato UD	Sustrato de tela tejida
Modo de esterilla reforzada con fibras	-	banda seca	banda mojada	banda mojada	banda mojada	esterilla de hebras cortadas	fibras continuas	fibras continuas
		tela no tejida	tela no tejida	tela no tejida	tela no tejida	tela no tejida	no es tela no tejida	no es tela no tejida
Estado dispersado de las fibras de refuerzo	-	cuasi-monofilamento	monofilamento	monofilamento	monofilamento	hebra (12.000 haces)	hebra	hebra
Tipo de fibra	-	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF
Longitud de la fibra (Ln)	mm	5	3	6	12	25	fibras continuas	fibras continuas
Peso base de la esterilla reforzada con fibras	g/m ²	100	100	100	100	200	115	200
Relación de fibra de refuerzo (Vf)	% en volumen	11	8,0	8,7	6,8	32	44	42
Relación en peso de hebra de denier fino	% en peso	62	100	100	100	3	0	0
Tasa de dispersión de fibras	%	-	97	93	85	-	-	-
Ángulo de orientación bidimensional	°	-	44	40	36	-	-	-

[Tabla 3-1]

		Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5	Ejemplo 6	Ejemplo 7	Ejemplo 8	Ejemplo 9	Ejemplo 10	Ejemplo 11
Capa de formación del revestimiento	Esterilla reforzada con fibras	Esterilla de 5 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 3 mm	Esterilla de 12 mm	Esterilla de 25 mm	Sustrato UD	sustrato de tela tejida
	Resina termoplástica (A)	Lámina de PA6	Lámina de PA6	Lámina de PA66	Lámina de PPS	Lámina de PPS	Lámina de PPE	Lámina de PA6	Lámina de PA6	Lámina de PA6	Lámina de PA6	Lámina de PA6
Capa de formación de un núcleo	Esterilla reforzada con fibras	Esterilla de 5 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 3 mm	Esterilla de 12 mm	Esterilla de 25 mm	Esterilla de 5 mm	Esterilla de 5 mm
	Resina termoplástica (B)	Lámina de PP	Lámina de PP	Lámina de PA6	Lámina de PA66	Lámina de PC	Lámina de PP	Lámina de PP	Lámina de PP	Lámina de PP	Lámina de PP	Lámina de PP
Contenido de volumen de fibra (Vf)		20	20	20	20	20	20	20	20	20	45	50
Penetración de las fibras de refuerzo en las capas de interfaz entre las capas de formación del revestimiento y la capa de formación del núcleo		presente	presente	presente	presente	presente	presente	presente	presente	ausente	ausente	ausente
Angulo antiplano (θ_z)		5,0	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	5,6	8,0	no mensurable	0,8	1,7
Altura máxima (Ry)		91	131	150	145	149	163	150	145	131	131	131
Rugosidad media (Rz)		54	79	91	80	89	95	91	80	20	40	60
Modo de fractura después del ensayo de cizalladura		fractura cohesiva	fractura cohesiva	fractura cohesiva	fractura cohesiva	fractura cohesiva	fractura cohesiva	fractura cohesiva	fractura cohesiva	Fractura de la capa de formación del núcleo	fractura cohesiva	fractura cohesiva

[Tabla 3-2]

			Ejemplo comparativo 1	Ejemplo comparativo 2	Ejemplo comparativo 3	Ejemplo comparativo 4
Capa de formación del revestimiento	Esterilla reforzada con fibras	-	Esterilla de 5 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm
	Resina termoplástica (A)	-	Lámina de PP	Lámina de PP	Lámina de PA66	Lámina de PP
Capa de formación de un núcleo	Esterilla reforzada con fibras	-	Esterilla de 5 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm
	Resina termoplástica (B)	-	Lámina de PP	Lámina de PP	Lámina de PA66	Lámina de PA6
Contenido de volumen de fibra (Vf)		% en volumen	20	20	20	20
Penetración de las fibras de refuerzo en las capas de interfaz entre las capas de formación del revestimiento y la capa de formación del núcleo		presencia/ausencia	ausente	ausente	ausente	ausente
Angulo antiplano (θ_z)		°	40,0	42,0	36,0	no mensurable
Altura máxima (Ry)		μm	no mensurable	no mensurable	no mensurable	21
Rugosidad media (Rz)		μm	no mensurable	no mensurable	no mensurable	15
Modo de fractura después del ensayo de cizalladura		-	fractura de un todo	fractura de un todo	fractura de un todo	destrucción de la capa de interfaz

Tabla 4-1

		Ejemplo 12	Ejemplo 13	Ejemplo 14	Ejemplo 15	Ejemplo 16	Ejemplo 17	Ejemplo 18	Ejemplo 19	Ejemplo 20	Ejemplo 21	Ejemplo 22	Ejemplo 23
Capa de formación del revestimiento	Esterilla reforzada con fibras	-	Esterilla de 5 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 3 mm	Esterilla de 12 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm	Sustrato UD	sustrato de tela tejida
	Resina termoplástica (A)	Lámina de PA6	Lámina de PA6	Lámina de PA66	Lámina de PPS	Lámina de PPS	Lámina de PPE	Lámina de PA6	Lámina de PA6	Lámina de PA6	Lámina de PA6	Lámina de PA6	Lámina de PA6
Capa de formación de un núcleo	Esterilla reforzada con fibras	-	Esterilla de 5 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 3 mm	Esterilla de 12 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 5 mm	Esterilla de 5 mm
	Resina termoplástica (B)	Lámina de PP	Lámina de PP	Lámina de PA6	Lámina de PA66	Lámina de PC	Lámina de PP	Lámina de PP	Lámina de PP	Lámina de PP	Lámina de PP	Lámina de PP	Lámina de PP
Contenido de volumen de fibra (Vf)		% en volumen	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Penetración de las fibras de refuerzo en las capas de interfaz entre las capas de formación del revestimiento y la capa de formación del núcleo		presencia/ausencia	presente	presente	presente	presente	presente	presente	presente	presente	presente	presente	presente
Relación de espuma de la capa de formación del núcleo		3	3	3	3	3	3	3	3	1,5	10	3	3
Propiedades de la estructura de sandwich	Angulo antiplano (θz)	5,0	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	5,6	8,0	6,4	6,4	0,8	1,7
	Altura máxima (Ry)	91	131	150	145	149	163	150	145	131	131	131	131
	Rugosidad media (Rz)	54	79	91	80	89	95	91	80	79	79	40	60
	Modo de fractura después del ensayo de cizalladura	fractura de la capa de núcleo	fractura de la capa de núcleo	fractura de la capa de núcleo	fractura de la capa de núcleo	fractura de la capa de núcleo	fractura de la capa de núcleo	fractura de la capa de núcleo	fractura de la capa de núcleo	fractura de la capa de núcleo	fractura de la capa de núcleo	fractura de la capa de núcleo	fractura de la capa de núcleo

[Tabla 4-2]

		Ejemplo comparativo 5	Ejemplo comparativo 6	Ejemplo comparativo 7	Ejemplo comparativo 8	Ejemplo comparativo 9
Capa de formación del revestimiento	Esterilla reforzada con fibras	-	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 25 mm
	Resina termoplástica (A)	-	Lámina de PP	Lámina de PA66	Lámina de PP	Lámina de PA6
Capa de formación de un núcleo	Esterilla reforzada con fibras	-	Esterilla de 5 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 6 mm	Esterilla de 25 mm
	Resina termoplástica (B)	-	Lámina de PP	Lámina de PA66	Lámina de PA6	Lámina de PP
Contenido de volumen de fibra (Vf)		% en volumen	20	20	20	20
Penetración de las fibras de refuerzo en las capas de interfaz entre las capas de formación del revestimiento y la capa de formación del núcleo		presencia/ausencia	ausente	ausente	ausente	ausente
Relación de espuma de la capa de formación del núcleo		doble	no mensurable	no mensurable	no mensurable	1,2
	Angulo antiplano (θ_z)	°	40,0	36,0	no mensurable	no mensurable
	Altura máxima (Ry)	μm	no mensurable	no mensurable	21	131
	Rugosidad media (Rz)	μm	no mensurable	no mensurable	15	20
Propiedades de la estructura de sandwich		-	fractura de un todo	fractura de un todo	fractura de la capa de revestimiento	fractura de un todo

[Tabla 5]

Primer miembro	-	Ejemplo 24	Ejemplo 25	Ejemplo 26	Ejemplo 27	Ejemplo comparativo 10	Ejemplo comparativo 11	Ejemplo comparativo 12
		Ejemplo 13	Ejemplo 19	Ejemplo 22	Ejemplo 23	Ejemplo comparativo 6	Ejemplo comparativo 8	Ejemplo comparativo 9
Segundo miembro	-	Compuesto de PA	Compuesto de PA	Compuesto de PA	Compuesto de PA	Compuesto de PA	Compuesto de PA	Compuesto de PA
Medios de integración	-	inyección de inserto	inyección de inserto	inyección de inserto	inyección de inserto	inyección de inserto	inyección de inserto	inyección de inserto
Temperatura del cilindro	°C	280	280	280	280	280	280	280
Fuerza de cizalladura (12)	MPa	19	18	18	19	delaminado	La formación de formas no fue posible	La formación de formas no fue posible

[Tabla 6]

		Ejemplo 28	Ejemplo 29	Ejemplo 30
Primer miembro		Ejemplo 13	Ejemplo 22	Ejemplo 23
Segundo miembro	-	Preimpregnado UD	GMT	Preimpregnado UD
Medios de integración	-	moldeo por estampación	moldeo por estampación	moldeo por estampación
Temperatura del sustrato	°C	180	200	180
Fuerza de cizalladura (τ_2)	MPa	18	18	18
Conformación	posible/imposible	posible	posible	posible

En todos los Ejemplos 1 a 8, debido al uso de las respectivas esterillas reforzadas con fibras en las que las fibras se dispersaron aleatoriamente en forma de monofilamento, los huecos no solo facilitaron la impregnación compleja de los diferentes tipos de resinas termoplásticas, sino también la diferencia entre el punto de fusión de la resina termoplástica (A) utilizada para las capas de formación de un revestimiento y el de la resina termoplástica (B) utilizada para la capa de formación de un núcleo fue apropiada, por lo que se obtuvieron laminados en sándwich en los que las irregularidades en las capas de interfaz se habían desarrollado hasta unos niveles suficientes de altura máxima Ry y rugosidad media Rz. Además, como resultado de la observación de una sección transversal de cada laminado en sándwich, se observó la penetración de filamentos individuales originada a partir de la respectiva esterilla reforzada con fibras en las capas de interfaz entre las capas de formación de un revestimiento y la capa de formación de un núcleo. Es más, el modo de fractura después del ensayo de cizalladura mostró una fractura cohesiva y se observó una fuerza de unión suficiente; por lo tanto, se demostró que estas propiedades eran apropiadas. Especialmente, en los Ejemplos 2 a 8, donde se usó la esterilla de 3 mm, la esterilla de 6 mm o la esterilla de 12 mm, se formaron capas de interfaz particularmente ideales y las fibras de refuerzo mostraron un modo preferente de ángulo antiplano θ_z . En los Ejemplos 9 a 11, se obtuvieron laminados en sándwich en los que las irregularidades en las capas de interfaz se desarrollaron hasta alcanzar un nivel suficiente de altura máxima Ry; sin embargo, no se puede decir que la rugosidad media Rz se encontrara en un estado satisfactorio. Debido a esto, como modo de fractura después del ensayo de cizalladura, la capa de formación de un núcleo mostró una fractura parcial; sin embargo, dado que no se produjo una delaminación del mismo desde las capas de formación de un revestimiento, el estado de unión fue satisfactorio. Aún así, se observó que el estado de la unión no era uniforme en estos laminados en sándwich. Mientras tanto, en los Ejemplos comparativos 1 a 3, dado que la misma resina termoplástica se usó tanto para las capas de formación de un revestimiento como para la capa de formación de un núcleo, no se pudo realizar el modo de laminado en sándwich. Además, en el Ejemplo comparativo 4, dado que la resina termoplástica (B) utilizada para la capa de formación de un núcleo tenía una temperatura utilizable más alta que la resina termoplástica (A) utilizada para las capas de formación de un revestimiento, fue difícil controlar la altura máxima Ry y la rugosidad media Rz. Debido a esto, cuando se observó el modo de fractura después del ensayo de cizalladura, se encontró que se produjo una fractura en la unión de las capas de interfaz entre las capas de formación de un revestimiento y la capa de formación de un núcleo y que el estado de la unión no era satisfactorio.

Además, en los Ejemplos 12 a 21, se observó que el estado de la unión de las capas de interfaz entre las capas de formación de un revestimiento y la capa de formación de un núcleo tenía las mismas características que en los Ejemplos 1 a 8; por lo tanto, se encontró que las capas de revestimiento y la capa de núcleo estaban fuertemente unidas entre sí y este efecto también se observó en los Ejemplos 20 y 21 donde la relación de expansión se había cambiado. Aún más, en los Ejemplos 22 y 23, debido al uso de las fibras de refuerzo continuas en las capas de revestimiento, se obtuvieron estructuras de sándwich que tenían una excelente sensación de rigidez además de las características de los Ejemplos 12 a 21, descritas anteriormente. Es más, en los Ejemplos 24 a 27 donde se realizó un moldeo por inserto y en los Ejemplos 28 a 30, donde se realizó un moldeo por compresión, en comparación con el Ejemplo comparativo 12, donde se usó una estructura que apenas tenía huecos, como en el Ejemplo comparativo 9, se obtuvieron artículos moldeados integralmente que tenían huecos y por tanto mostraron ser lo suficientemente ligeros. Esto se debe a que los huecos finos originados a partir de la estructura continua espumada de las respectivas estructuras de sándwich se impregnaron con la resina termoplástica originada a partir del segundo miembro en la interfaz con el segundo miembro y esto produjo artículos moldeados íntegramente fuertemente unidos. Además, en los Ejemplos 29 y 30, dado que se usaron fibras de refuerzo continuas para las capas de revestimiento, se obtuvieron artículos moldeados integralmente con una excelente sensación de rigidez.

Por otro lado, en las estructuras de sándwich en las que se usaron las mismas resinas termoplásticas que en los Ejemplos comparativos 5 a 7, no se pudo realizar la formación de espuma solo en la capa de formación de un núcleo y, por lo tanto, fue difícil controlar la relación de expansión. Además, en los Ejemplos comparativos 10 a 12, donde se utilizaron las estructuras de los Ejemplos comparativos 6, 8 y 9, respectivamente, la capacidad de unión con el segundo miembro fue pobre y los artículos moldeados resultantes tuvieron una apariencia externa pobre, con muchas porciones cóncavas y convexas originadas a partir de la formación de la estructura espumada en la superficie. En particular, en el Ejemplo comparativo 10, apenas se obtuvo un artículo moldeado integralmente; sin embargo, las partes unidas se desprendieron con una pequeña carga y el artículo moldeado integralmente estaba lejos de alcanzar un nivel de uso

práctico. Además, como en el Ejemplo comparativo 8, en la estructura en la que la resina termoplástica usada para las capas de revestimiento tenía un punto de fusión más bajo que la resina termoplástica usada para la capa de núcleo, dado que la temperatura utilizable era inferior a TB1, la resina termoplástica (B) no se fundió lo suficiente y las irregularidades en las capas de interfaz no se pudieron formar con una altura máxima satisfactoria Ry y una rugosidad media Rz, de modo que no se obtuvo nada más que una estructura con un estado de unión insatisfactorio.

Aplicabilidad industrial

De acuerdo con la presente invención, se forma una unión fuerte en las interfaces entre las capas de formación de un revestimiento y la capa de formación de un núcleo que comprenden diferentes resinas, así como entre las capas de revestimiento y la capa de núcleo que comprenden diferentes resinas; por lo tanto, se puede obtener un laminado en sándwich y una estructura de sándwich sin ninguna restricción particular en cuanto a la combinación de las resinas termoplásticas que se van a usar en el mismo. Además, al unirlos con otro(s) miembro(s), se puede moldear fácilmente un artículo moldeado integralmente. Por consiguiente, la estructura de sándwich y el artículo moldeado integralmente de la presente invención se pueden usar adecuadamente en una amplia gama de aplicaciones, incluyendo interiores y exteriores de automóviles, cubiertas de dispositivos eléctricos/electrónicos, materiales estructurales de bicicletas y artículos deportivos, materiales interiores de aeronaves, cajas de transporte y similares.

DESCRIPCIÓN DE LOS SÍMBOLOS

- 20 1, 7, 22: laminado en sándwich
- 2, 9: resina termoplástica (B)
- 3, 8: resina termoplástica (A)
- 4, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24: fibra de refuerzo (filamento individual)
- 25 5: fibra de refuerzo que penetra a través de la resina termoplástica (A)
- 6: fibra de refuerzo que penetra a través de la resina termoplástica (B)
- 10: capa de interfaz de laminado en sándwich y estructura de sándwich
- 11: la porción cóncava más profunda de la capa de interfaz
- 12: la parte convexa más prominente de la capa de interfaz
- 30 13: la parte cóncava más superficial de la capa de interfaz
- 14: la parte convexa menos prominente de la capa de interfaz
- 21: ángulo de contacto bidimensional, ángulo de orientación bidimensional
- 25, 37: muestra para ensayo de resistencia de la unión a la cizalladura por tracción
- 29, 32, 35: estructura sándwich
- 35 26, 38, 39: muesca
- 27: capa de revestimiento
- 28: capa de núcleo
- 30: hueco
- 31, 34: artículo moldeado integralmente
- 40 33, 36: segundo miembro
- 101: capa para formar un revestimiento (o capa de revestimiento)
- 102: capa de formación de un núcleo (o capa de núcleo)

REIVINDICACIONES

1. Un laminado en sándwich, que comprende:

- 5 como capa de formación de un núcleo, un sustrato intermedio en forma de lámina obtenido impregnando una esterilla compuesta por fibras de refuerzo con una resina termoplástica (B); y, como capas de formación de un revestimiento, unos sustratos intermedios en forma de lámina obtenidos, cada uno, impregnando una(s) fibra(s) de refuerzo continua(s) o discontinua(s) con una resina termoplástica (A), en donde
- 10 al menos dicho sustrato intermedio en forma de lámina utilizado como dicha capa de formación de un núcleo tiene una expansibilidad térmica, siendo la expansibilidad térmica una capacidad de las fibras de refuerzo contenidas en el sustrato intermedio en forma de lámina en un estado comprimido a presión para expandirse debido a una fuerza ascendente atribuida a su módulo de elasticidad cuando el sustrato intermedio en forma de lámina es calentado a una temperatura no inferior al punto de fusión de la resina termoplástica que constituye el sustrato intermedio en forma de lámina,
- 15 la región de temperatura utilizable de dicha resina termoplástica (A) que constituye dichas capas de formación de un revestimiento y la de dicha resina termoplástica (B) que constituye dicha capa de formación de un núcleo se solapan la una a la otra en un intervalo de temperaturas de al menos 5 °C, y dicha resina termoplástica (A) tiene una región de temperatura en la que no se funde en un límite inferior de dicha región de temperatura utilizable de dicha resina termoplástica (B);
- 20 la región de temperatura utilizable de la resina termoplástica (A), denotada como TA1 a TA2, y de la resina termoplástica (B), denotada como TB1 a TB2, se determina como sigue:
- 25 como temperaturas del límite inferior utilizables TA1 y TB1, se usa un punto de fusión determinado según la norma JIS K7120 para una resina termoplástica cristalina y se usa un valor obtenido añadiendo 100 °C a la temperatura de reblandecimiento de Vicat determinada según la norma JIS K7206 para una resina termoplástica amorfa; y como temperaturas del límite superior utilizables TA2 y TB2, se utilizan los valores obtenidos al restar 50 °C de la temperatura a la que se observa una reducción del 1 % en peso del peso de referencia en cada curva de pérdida de peso por calor determinada según la norma JIS K7120.
- 30

2. El laminado en sándwich de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dichas fibras de refuerzo contenidas en dicha esterilla penetran a través de unas capas de interfaz formadas por dicha resina termoplástica (A) que constituye dichas capas de formación de un revestimiento y dicha resina termoplástica (B) que constituye dicha capa de formación de un núcleo.

35

3. El laminado en sándwich de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde dicha resina termoplástica (A) que constituye dichas capas de formación de un revestimiento y dicha resina termoplástica (B) que constituye dicha capa de formación de un núcleo forman capas de interfaz cada una con una forma cóncava-convexa que tiene una altura máxima Ry de no menos de 50 µm y una rugosidad media Rz de no menos de 30 µm, en donde Ry y Rz se determinan como sigue:

40

45 tras cortar una pequeña sección de 25 mm de anchura del laminado en sándwich en cuestión y embeber la pequeña sección en una resina epoxi, se prepara una muestra puliendo el resultado de modo que una sección transversal vertical a lo largo de la dirección del grosor de la lámina quede expuesta como superficie de observación; se observa la muestra con un microscopio láser con un aumento de x200 y se fotografían 10 puntos seleccionados aleatoriamente, cuyos campos de visualización no se solapan entre sí; en la imagen fotografiada, se verifica una capa de interfaz formada por las resinas termoplásticas (A) y (B) en función del contraste de la resina, y cuando el contraste no está claro, se definen los claros y oscuros mediante un tratamiento de imágenes;

50 cuando la verificación resulta difícil incluso después de este tratamiento, se toma de nuevo una fotografía para una muestra preparada a partir del laminado en sándwich en cuestión, en la que, de las resinas termoplásticas impregnadas en el laminado en sándwich o la estructura de sándwich, solo la resina termoplástica que tiene una TA1 o TB1 inferior se derrite o reblandece, para verificar una capa de interfaz;

55 para las interfaces cóncavas-convexas de cada uno de los 10 campos de visión fotografiados, se miden la diferencia vertical entre la porción cóncava más profunda y la porción convexa más prominente, dmáx, y la diferencia vertical entre la porción cóncava más superficial y la porción convexa menos prominente, dmín; de entre los valores de dmáx de cada uno de los 10 campos de visión, el valor más grande se define como altura máxima, Ry (µm), de la forma cóncava-convexa de la capa de interfaz; y

60 a partir de los valores dmáx y dmín así obtenidos, se calcula la rugosidad media, Rz, de la forma cóncava-convexa de la capa de interfaz utilizando la siguiente ecuación:

$$Rz (\mu m) = \Sigma \{dm_{\max} + dm_{\min}\} / 2n$$

65

dmáx: la diferencia vertical máxima en cada campo de visión (i = 1, 2, ••• 10) (µm);

dimín: la diferencia vertical mínima en cada campo de visión ($i = 1, 2, \dots, 10$) (μm);
n: el número de campos de visión.

4. El laminado en sándwich de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde, en dicha esterilla, las fibras de refuerzo discontinuas están dispersas en forma de cuasi-monofilamento o están dispersas aleatoriamente en forma monofilamento.
5. El laminado en sándwich de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en donde dichas fibras de refuerzo en dichas capas de interfaz tienen un ángulo antiplano θ_z de 5° o más, calculándose θ_z como sigue:
tras cortar una pequeña sección de 25 mm de anchura del laminado en sándwich en cuestión y embeber la pequeña sección en una resina epoxi, se prepara una muestra puliendo el resultado de modo que una sección transversal vertical a lo largo de la dirección del grosor de la lámina quede expuesta como superficie de observación;
la forma de la sección transversal de la fibra de esta muestra se observa con un microscopio láser con un aumento de $\times 400$;
la imagen de la observación así obtenida se trata en un software de análisis de imágenes de tipo general y, utilizando un programa integrado en el software, se extraen las secciones transversales de fibra encontradas en la imagen de observación;
en cada sección transversal de la fibra, se traza una elipse inscrita y se aproxima a la forma de la sección transversal de la fibra, en lo sucesivo denominada "elipse de la fibra";
para aquellas elipses de la fibra que tengan una relación de aspecto que esté representada por: la longitud del eje mayor α de la elipse de la fibra/la longitud del eje menor β de la elipse de la fibra, de 20 o más, se determina el ángulo formado por la dirección del eje X y la dirección del eje mayor de la elipse de la fibra; y
repetiendo las operaciones descritas anteriormente para las muestras de observación extraídas de diferentes partes del laminado en sándwich en cuestión, se mide el ángulo antiplano para un total de 600 fibras de refuerzo y el valor medio de las mismas se determina como el ángulo antiplano θ_z .
6. El laminado en sándwich de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde dichas fibras de refuerzo que constituyen dicha esterilla son fibras de carbono.
7. El laminado en sándwich de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde dichas resinas termoplásticas (A) y (B) son una combinación de resinas seleccionadas del grupo que consiste en resinas a base de poliolefina, resinas a base de poliamida, resinas a base de poliéster, resinas a base de policarbonato, resinas a base de poliestireno, resinas a base de PPS, resinas a base de poliéter cetona y resinas a base de éter de polifenileno modificado.
8. Un método de producción de una estructura de sándwich, comprendiendo dicho método calentar el laminado en sándwich de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 para permitir que dicha capa de formación de un núcleo se expanda según una relación de expansión prescrita.
9. El método de producción de una estructura de sándwich de acuerdo con la reivindicación 8, en donde dicha relación de expansión es de 1,5 a 10 veces.
10. Un artículo moldeado integralmente, obtenido mediante la unión de un primer miembro con un segundo miembro, siendo dicho primer miembro una estructura de sándwich producida mediante el método de producción de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 9 y estando dicho segundo miembro compuesto por otro cuerpo moldeado.
11. Uso del artículo moldeado integralmente de acuerdo con la reivindicación 10 como miembro de montaje seleccionado del grupo que consiste en interiores y exteriores de automóviles, cubiertas de dispositivos eléctricos/electrónicos, materiales estructurales de bicicletas y artículos deportivos, materiales interiores de aeronaves y cajas de transporte.
12. Un método de producción del artículo moldeado integralmente de acuerdo con la reivindicación 10, comprendiendo dicho método, bien:
(a) unir dicho segundo miembro, que es un cuerpo moldeado obtenido mediante un moldeo por inyección, con dicho primer miembro mediante un moldeo por inyección con inserto interior o un moldeo por inyección con inserto exterior; o
(b) unir dicho segundo miembro, que es un cuerpo moldeado obtenido mediante un moldeo por compresión, con dicho primer miembro mediante un moldeo por compresión.

Figura 1

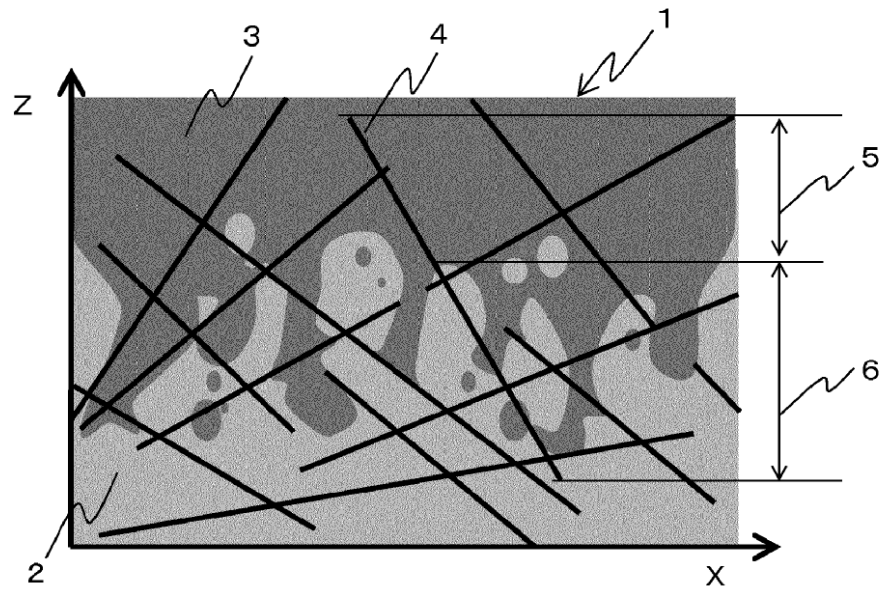


Figura 2

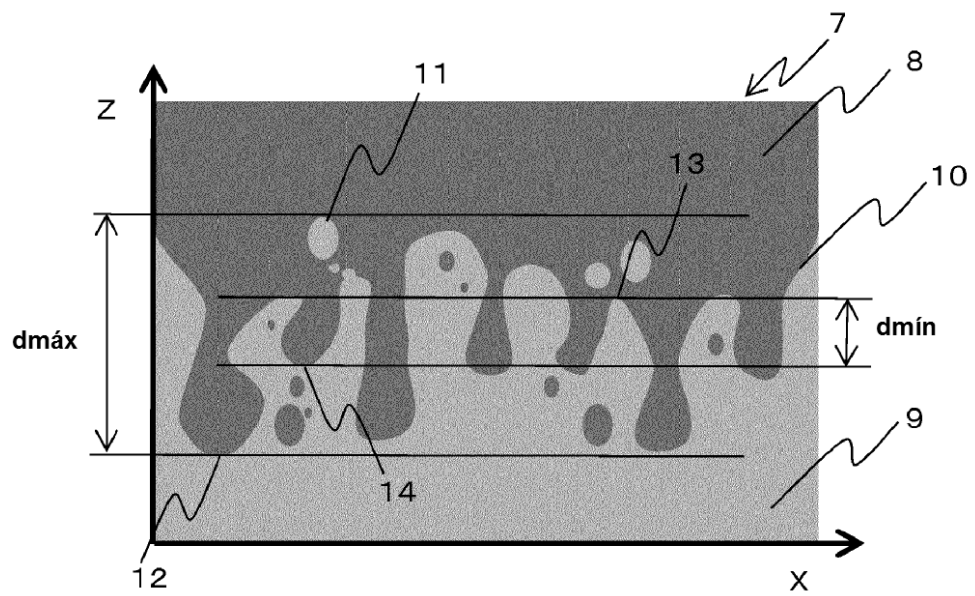


Figura 3

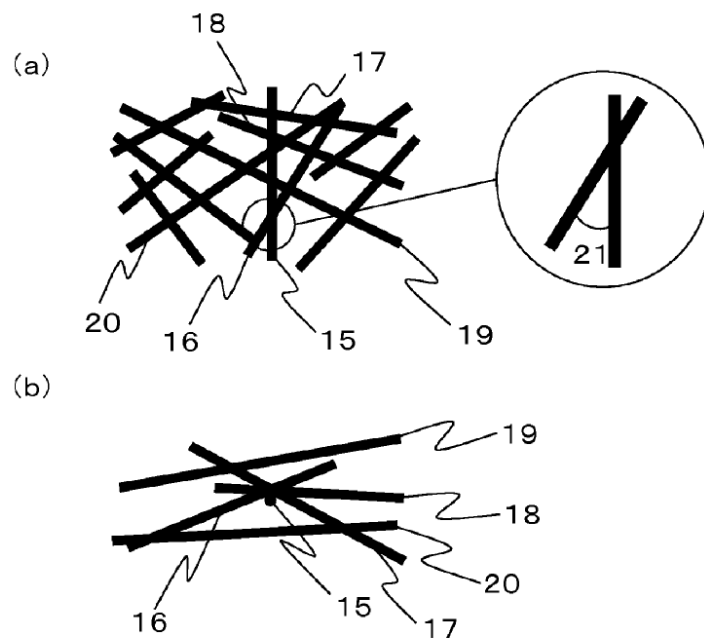


Figura 4

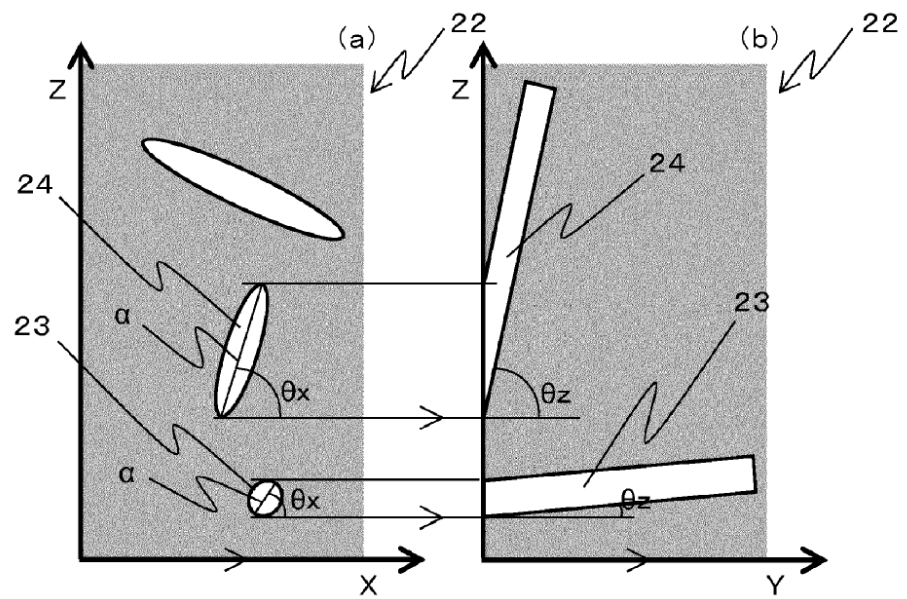


Figura 5

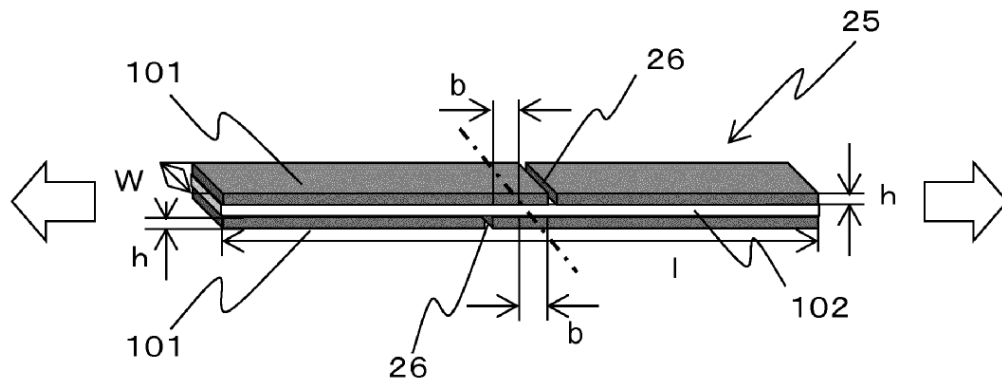


Figura 6

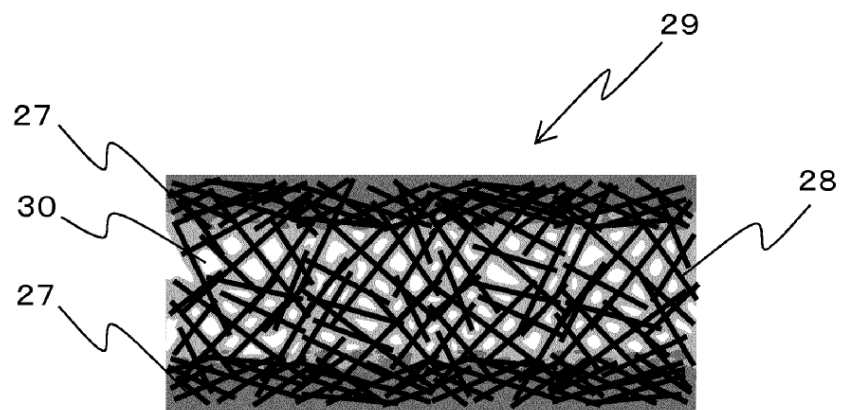


Figura 7

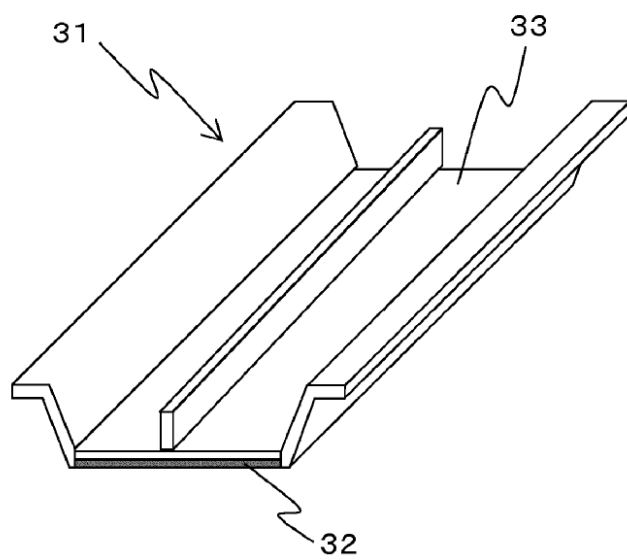


Figura 8

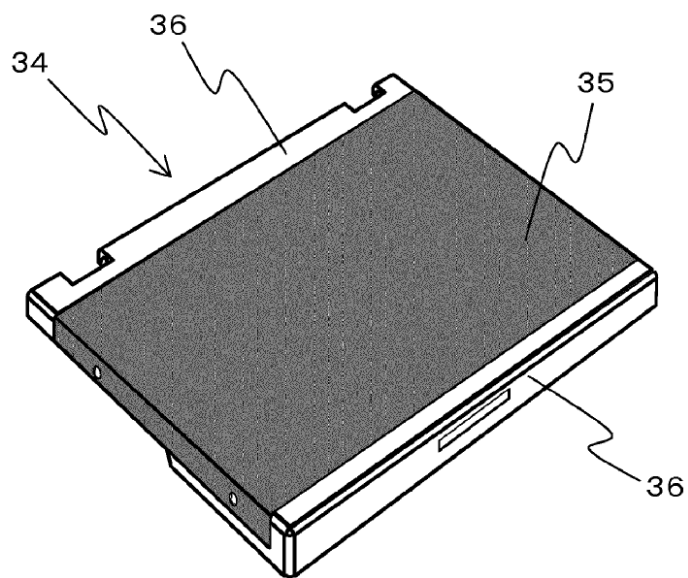


Figura 9

