

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 164**

51 Int. Cl.:

B29C 43/10 (2006.01)

B29C 43/28 (2006.01)

B29C 43/56 (2006.01)

B29K 105/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.09.2007 PCT/JP2007/068560**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.04.2008 WO08041556**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2007 E 07807832 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.02.2017 EP 2070678**

54 Título: **Proceso para la producción de preformas y plásticos reforzados con fibra con el molde**

30 Prioridad:

29.09.2006 JP 2006267464

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

23.06.2017

73 Titular/es:

**TORAY INDUSTRIES, INC. (100.0%)
1-1, NIHONBASHI-MUROMACHI 2-CHOME,
CHUO-KU
TOKYO, 103-8666, JP**

72 Inventor/es:

**SHINODA, TOMOYUKI;
ASAHARA, NOBUO y
YAMAMOTO, KOHNOSUKE**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 619 164 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

Proceso para la producción de preformas y plásticos reforzados con fibra con el molde

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere al uso de una herramienta de formación-moldeo en la producción de plásticos reforzados con fibra por el proceso de moldeo por transferencia de resina (se puede abreviar a continuación como el proceso RTM). En particular, la presente invención se refiere a un proceso para producir una preforma y plásticos reforzados con fibra usando la herramienta de formación-moldeo. Más específicamente, la presente invención se refiere al uso de una herramienta de formación-moldeo para moldeo por transferencia de resina de tal manera que se pueda producir una preforma y plásticos reforzados con fibra introduciendo un medio de calentamiento en un tubo colocado e integrado con la herramienta de formación-moldeo para calentar la herramienta de formación-moldeo y por ello calentar un material base de fibra de refuerzo y una resina de matriz como un material para plásticos reforzados con fibra sin usar un horno. Consecuentemente, la presente invención se refiere a un proceso para producir una preforma y plásticos reforzados con fibra usando la herramienta de formación-moldeo.

Antecedentes de la invención

Hay demanda de los materiales estructurales que constituyen equipo de transporte, tal como aviones, para satisfacer ciertas características mecánicas, de manera que sean de peso más ligero y de costo más bajo. Entre estos, se espera en gran medida que los materiales estructurales para aviones sean más ligeros de peso, y se está investigando el cambio a plásticos reforzados con fibra (puede abreviarse a continuación como los FRPs) como los materiales estructurales primarios de componentes tales como las alas, el plano de cola y el fuselaje, con el fin de lograr las características mecánicas y un peso reducido.

Se conoce un proceso de moldeo en autoclave como un proceso típico de producción de tales FRPs. En el moldeo en autoclave, se usa un prepreg como material FRP, siendo el prepreg fibras de refuerzo impregnadas previamente con una resina de matriz. Mediante la inserción del prepreg en una herramienta de moldeo que tiene la forma del componente y el posterior laminado, calentando a continuación y aplicando presión a la temperatura y la presión predeterminadas con un autoclave, se forma un FRP. El prepreg aquí usado puede ser controlado por la fracción de volumen de fibra de refuerzo V_f en un grado alto. Esto tiene la ventaja de que permite obtener un FRP con excelentes características mecánicas. Sin embargo, el prepreg propiamente dicho es un material caro, y el equipo de autoclave es muy caro. Así, el prepreg también es problemático porque el costo de moldeo es alto. En particular, los materiales estructurales para aviones son de un tamaño de componente tan grande que el autoclave a usar aumenta de tamaño y el costo del equipo es muy alto.

Mientras tanto, es sabido que los procesos de moldeo por inyección de resina, tal como el proceso de moldeo por transferencia de resina (puede abreviarse a continuación como RTM: moldeo por transferencia de resina) son procesos de moldeo que pueden reducir el costo del moldeo.

El proceso de moldeo por transferencia de resina es un proceso de moldeo para FRPs caracterizado porque dentro de una herramienta de moldeo se coloca un laminado (abreviado a continuación como la preforma) de tal manera que un material base de fibra de refuerzo que no ha sido impregnado con una resina de matriz se disponga en la forma a moldear, y a continuación la resina de matriz es presurizada, inyectada e impregnada a la preforma para curar la resina de matriz usando un horno.

Así, el proceso de moldeo por transferencia de resina tiene la ventaja de que el costo de material se puede reducir porque se usa un material base de fibra de refuerzo seco que no ha sido impregnado con una resina de matriz, y la ventaja adicional de que el costo del moldeo se puede reducir por no utilizar un autoclave.

Sobre todo, se conoce un proceso de moldeo por transferencia de resina para inyectar una resina de matriz utilizando presión de vacío (VaRTM: moldeo por transferencia de resina asistido por vacío) como un proceso de moldeo que puede reducir en gran medida el costo del moldeo porque el moldeo se efectúa con un equipo simple.

Aquí, en este proceso VaRTM, dado que no se realiza presurización excepto con presión de vacío, las calidades como el grosor y la forma de un producto moldeado dependen en gran medida de la calidad de una preforma. Así, es sumamente importante producir una preforma de alta calidad.

Como un proceso para producir una preforma para moldeo por transferencia de resina (por ejemplo, consúltese el documento de Patente 1) se propone un proceso para producir una preforma de tal manera que una hoja laminada hecha de una pluralidad de capas de materiales base de fibra de refuerzo, para la que se facilita un material adhesivo para unión interlaminar, se coloque sobre una chapa de formación de una herramienta de lado inferior que tiene el plano de formación, y a continuación una chapa de formación de lado superior que tiene un plano de formación correspondiente a la chapa de formación de la herramienta de lado inferior se somete secuencialmente a formación de relieve en cada región pequeña de la hoja laminada, y por ello se forma una forma de preforma

predeterminada en la hoja laminada, y a continuación la hoja laminada se calienta con aire calentado o un calentador de caucho de silicona para realizar unión interlaminar de la laminación.

5 Sin embargo, según dicha propuesta, el calentamiento de la hoja laminada por aire calentado requiere un horno. El
 10 horno es barato en comparación con un autoclave, pero todavía es problemático porque el costo de moldeo es alto
 porque se precisa un horno de gran tamaño para acomodar los materiales en el caso de moldear materiales
 estructurales para aviones, y hay que llevar al horno una herramienta de formación en el paso de calentamiento.
 Además, algunas formas de un producto moldeado tienen lugares a los que el aire caliente del horno llega bien y
 15 otros a los que llega menos, de modo que existe el problema de que se produce calentamiento irregular. Mientras
 tanto, también se describe un proceso para calentar con un calentador de caucho de silicona, pero no se describe
 de ninguna forma un proceso para colocar el calentador de caucho de silicona. En el caso de calentar componentes
 de gran tamaño, como los materiales estructurales para aviones, existe el problema de que hay que colocar un
 caucho de silicona en una zona muy grande, y se produce calentamiento irregular entre los puntos en los que el
 caucho de silicona contacta con un molde de metal y los puntos en los que el caucho de silicona no contacta con él
 produciendo un defecto en un producto moldeado.

20 Como un proceso para producir una preforma para moldeo por transferencia de resina (por ejemplo, consúltese el
 documento de Patente 2) también se ha propuesto un proceso para mantener la forma dada a la fibra de refuerzo de
 tal manera que un material base de fibra de refuerzo con resina dispuesta en la superficie se lamine, coloque en una
 herramienta de formación y cubra con una hoja, y se le aplica presión para transformar la fibra de refuerzo a una
 forma predeterminada y fundir y endurecer la resina con un mecanismo de calentamiento previsto para la
 herramienta.

25 Sin embargo, dicha propuesta describe solamente un calentador con respecto al mecanismo de calentamiento y,
 como se ha descrito anteriormente, existe el problema de que se produce calentamiento irregular en particular en el
 caso de calentar componentes de gran tamaño tal como materiales estructurales para aviones. En la figura 1 del
 documento de Patente 2 se muestra una fuente de calor dentro de la herramienta de formación, y así la colocación
 de la fuente de calor dentro de la herramienta de formación sólida hace que la mayor parte de la cantidad de calor
 30 producido por la fuente de calor la tome la herramienta propiamente dicha. Así, existe el problema de que se
 produce una temperatura irregular, un material base de fibra de refuerzo no se calienta eficientemente y la
 herramienta es pesada. Tal problema de calentamiento afecta a la estabilidad de forma y a propiedades físicas
 como el grosor de una preforma. En particular, como se describe en los documentos de patente 1 y 2, cuando una
 hoja laminada ablandada calentando un adhesivo existente entre capas laminadas es presurizada por presión de
 35 molde de metal o presión atmosférica por bolsa de vacío para unir el material adhesivo a un material base de fibra
 de refuerzo, la estabilidad de forma de una preforma queda afectada. Dado que la presurización se realiza en un
 estado tal que el adhesivo se ablanda por calentamiento, el adhesivo se hace tan fino que el grosor de una preforma
 también queda afectado.

40 Entonces, en un proceso de moldeo por transferencia de resina, el grosor de una preforma es un parámetro
 controlado sumamente importante porque afecta no solamente a la geometría, sino también a la capacidad de
 impregnación de la resina de matriz. Es decir, cuando las condiciones de calentamiento y presurización son
 excesivas y el grosor de una preforma se reduce demasiado, hay posibilidad de que surja el problema de que la
 densidad de fibra de refuerzo en una preforma sea demasiado alta y se incremente la resistencia en el canal de flujo
 de resina de matriz y la resina de matriz no se impregne. Por el contrario, cuando las condiciones de calentamiento y
 45 presurización son insuficientes y el grosor de una preforma aumenta demasiado, hay posibilidad de que surja el
 problema de que la densidad de la fibra de refuerzo en una preforma sea baja y de que la fracción de volumen de
 fibra de refuerzo (puede abreviarse a continuación como Vf) sea baja y no se desarrolle una característica mecánica
 predeterminada.

50 Así, el calentamiento irregular produce dispersión de calidad en regiones de una preforma, y así un proceso para
 calentar una hoja laminada de un material base de fibra de refuerzo es sumamente importante en la producción de
 una preforma que se use para moldeo por transferencia de resina.

55 Luego se coloca una preforma así producida en una herramienta de moldeo diferente de la herramienta de
 formación y se disponen materiales subsidiarios para la infusión y el sangrado de resina de matriz que sean
 precisos, y a continuación se infunde resina de matriz y se impregna en una preforma en un estado tal que la
 preforma se selle por presión de molde o bolsa de vacío para calentar y curar la resina de matriz en un horno.

60 Al infundir e impregnar resina de matriz, una preforma dispuesta en una herramienta de moldeo y resina de matriz
 se calientan a un rango de temperatura en el que el aumento de viscosidad de la resina de matriz por la reacción de
 curado no origina problemas, de modo que la viscosidad de la resina de matriz se reduce y la capacidad de
 impregnación se mejora. Después de la impregnación completa de la resina de matriz en una preforma, la resina de
 matriz se tiene que curar por calentamiento a la temperatura de curado de la resina de matriz.

65 Así, hay que preparar una herramienta de moldeo por separado de una herramienta de formación, y la herramienta
 de moldeo con una preforma dispuesta se lleva a equipo de calentamiento tal como un horno; por lo tanto, existe el

problema de que se tarda mucho tiempo en moldear.

En particular, con respecto a las partes estructurales para aviones, existe el problema de que el tamaño de las partes estructurales es tan grande que la herramienta es muy pesada y supone mucho esfuerzo y tiempo llevarla al equipo de calentamiento, tal como un horno, o se necesita equipo, tal como un tractor, y el costo del equipo es muy alto.

Documento de Patente 1: Publicación de Patente japonesa no examinada número 2004-322422

Documento de Patente 2: Publicación de Patente japonesa no examinada número 2006-123404

EP 0 584 017 A1 describe una prensa para formar un objeto, donde la prensa incluye un plato inferior estacionario y un plato superior móvil conectado a un pistón de movimiento vertical. Un formador (pieza conformada) correspondiente al artículo a obtener se coloca en el plato inferior mediante un elemento aislante térmico, teniendo el formador canales para la circulación de un fluido de intercambio térmico. El material a formar se coloca en la pieza conformada. El plato superior lleva un conjunto incluyendo una membrana elástica, cuyo perímetro se mantiene intercalado entre un bastidor inferior y una chapa de cubierta conectada a una fuente de fluido presurizado, el sellado entre dicha membrana y la chapa de cubierta lo realiza la presión de fijación entre estos dos componentes, que resulta, por una parte, de la fuerza ejercida en el plato móvil y, por otra parte, de la presión de dicho fluido.

US 3.128.322 describe mejoras en artículos y estructuras conformados por moldeo de material fibroso impregnado con una resina termoestable ligante curable, mejoras que aseguran la ausencia de cavidades de aire en la estructura de moldeo y que también aseguran la distribución sustancialmente uniforme de ligante de resina por toda la estructura moldeada con extracción de aire y de resina termoplástica no curada excedente durante la operación de moldeo.

CAMPBELL F C ED - CAMPBELL FLAKE C: "Manufacturing processes for advanced composites", 1 Enero 2004, MANUFACTURING PROCESSES FOR ADVANCED COMPOSITES, ELSEVIER ADVANCED TECHNOLOGY, OXFORD, GB, páginas 304-356, ISBN: 978-1-85617-415-2 es un estudio acerca de las ventajas y desventajas de los procesos de moldeo por transferencia de resina. También se describen sus mejoras y tecnologías de moldeo por transferencia de resina asistido por vacío.

MIRACLE & S DONALDSON D B ED - MIRACLE & S L DONALDSON D B: Composites, vaccum Infusion", 1 Diciembre 2001, COMPOSITES, ASM HANDBOOK, Estados Unidos de América, páginas 501-511, ISBN: 978-0-87170-703-1 describe aspectos generales de la infusión de vacío como una técnica de inyección de resina. Se describen materiales y diseños de aparatos adecuados y las ventajas y las desventajas de la infusión de vacío con respecto a las técnicas tradicionales de moldeo por transferencia de resina.

Descripción de la invención

Problemas a resolver con la invención

En vista de tal problemas de la técnica anterior, el objeto de la presente invención es proporcionar un proceso para producir una preforma para moldeo por transferencia de resina y plásticos reforzados con fibra usando una herramienta de formación-moldeo para calentar un laminado de un material base de fibra de refuerzo de forma uniforme y eficiente con alta precisión.

Medios para resolver el problema

La presente invención se define en las reivindicaciones anexas y adopta uno de los medios siguientes para resolver tales problemas:

(1) Un proceso para producir una preforma, caracterizado porque la preforma para moldeo por transferencia de resina se produce usando una herramienta de formación-moldeo para moldeo por transferencia de resina asistido por vacío de plásticos reforzados con fibra obtenida integrando una parte de chapa frontal y una parte de chapa plana para formar una parte convexa hueca, donde un agujero está colocado en una región de la parte de chapa plana que está rodeada por la parte de chapa frontal formando la parte convexa hueca, y en el que un tubo metálico como un recorrido de flujo de un medio de calentamiento está integrado con la superficie trasera de la parte de chapa frontal por un material conductor térmico y un cordón de caucho está integrado con el exterior de una región usada para formación o moldeo en la chapa plana, donde el grosor de la parte de chapa frontal es 1 mm o más y 15 mm o menos; donde

el diámetro del cordón de caucho es 10 mm o más y 100 mm o menos; y donde

una entrada de resina y un orificio de sangrado de una resina de matriz para moldeo por transferencia de resina están colocados en la parte de chapa plana entre la parte convexa y el cordón de caucho; mediante los pasos

siguientes:

- 5 (A) un paso de colocación que consiste en colocar en la herramienta de formación-moldeo un laminado cuyos tejidos de fibra de refuerzo que tienen resina termoplástica y/o termoestable en su superficie son laminados;
- (B) un paso de formación que consiste en formar el laminado rarificando el interior del espacio sellado después de cubrir todo el laminado con una hoja de caucho para sellar la herramienta de formación-moldeo;
- 10 (B1) un paso de verificación que consiste en verificar si el laminado (13) tiene un defecto, tal como arruga, o no a través de la hoja de caucho mientras se sigue aplicando presión atmosférica al laminado (13) continuando la rarificación; y
- 15 (C) un paso de calentamiento y presurización que consiste en unir los tejidos de fibra de refuerzo a través de la resina termoplástica y/o termoestable en la superficie de los tejidos de fibra de refuerzo introduciendo un medio de calentamiento en el tubo para calentar y presurizar el laminado después de formarlo;
- 20 (2) El proceso para producir una preforma según (1), en el que se coloca un material subsidiario como un recorrido de flujo de una resina de matriz en moldeo por transferencia de resina conjuntamente con el laminado en el paso de colocación (A);
- (3) El proceso para producir una preforma según (1) o (2), en el que la tasa de aumento de temperatura de la herramienta de formación-moldeo es 0,5°C/minuto o más y 3°C/minuto o menos en un rango de temperatura de calentamiento de 40°C o más y 130°C o menos en el paso de calentamiento y presurización (C);
- 25 (4) Un proceso para producir plásticos reforzados con fibra, caracterizado porque la preforma obtenida por el proceso según alguno de (1) a (3) se coloca en una herramienta de moldeo diferente de la herramienta de formación-moldeo para infundir, impregnar y curar una resina de matriz.
- También se describe, aunque no forma parte de la invención, un proceso para producir plásticos reforzados con fibra
- 30 caracterizado porque se realiza moldeo por transferencia de resina usando la herramienta de formación-moldeo según alguno de los siguientes:
- 35 - una herramienta de formación-moldeo para moldeo por transferencia de resina de plásticos reforzados con fibra obtenida integrando una parte de chapa frontal y una parte de chapa plana para formar una parte convexa hueca, en la que un tubo metálico como un recorrido de flujo de un medio de calentamiento está integrado con la superficie trasera de la parte de chapa frontal por un material conductor térmico y un cordón de caucho está integrado con el exterior de una región usada para formación o moldeo en la parte de chapa plana;
 - 40 - la herramienta de formación-moldeo según (1), en la que el grosor de la parte de chapa frontal es 1 mm o más y 15 mm o menos;
 - la herramienta de formación-moldeo según (1) o (2), en la que el diámetro del cordón de caucho es 10 mm o más y 100 mm o menos;
 - 45 - la herramienta de formación-moldeo según alguno de (1) a (3), en la que una entrada de resina y un orificio de sangrado de una resina de matriz para moldeo por transferencia de resina están colocados en la parte de chapa plana entre la parte convexa y el cordón de caucho;
 - 50 - la herramienta de formación-moldeo según alguno de (1) a (4), en la que la parte de chapa frontal se forma por prensado;
- a través de los siguientes:
- 55 (A) un paso de colocación que consiste en colocar en la herramienta de formación-moldeo un laminado cuyos tejidos de fibra de refuerzo que tienen resina termoplástica y/o termoestable en su superficie son laminados;
- (B) un paso de formación que consiste en formar el laminado rarificando el interior del espacio sellado después de cubrir todo el laminado con una hoja de caucho para sellar la herramienta de formación-moldeo;
- 60 (C) un paso de calentamiento y presurización que consiste en unir los tejidos de fibra de refuerzo a través de la resina termoplástica y/o termoestable en la superficie de los tejidos de fibra de refuerzo introduciendo un medio de calentamiento a un tubo para calentar y presurizar el laminado después de formarlo;
- 65 (D) un paso de colocación de material subsidiario que consiste en colocar también un medio de distribución de resina y capa de desprendimiento para infundir e impregnar una resina de matriz mientras se libera el sellado de la hoja de caucho y la preforma obtenida se mantiene en la herramienta de formación-moldeo sin extraerla del molde;

ES 2 619 164 T3

(E) un paso de embolsado que consiste en rarificar el interior del espacio sellado después de cubrir la preforma, el medio de distribución de resina y la capa de desprendimiento con una película de embolsado para sellar la herramienta de formación-moldeo;

5 (F) un paso de infundir e impregnar resina que consiste en infundir una resina de matriz mientras se rarifica el interior del espacio sellado para impregnar la resina de matriz en la preforma a través del medio de distribución de resina;

10 (G) un paso de curación de resina que consiste en calentar y curar la resina de matriz introduciendo un medio de calentamiento en el tubo; y

(H) un paso de extracción del molde que consiste en extraer del molde un producto moldeado de la herramienta de formación-moldeo;

15 El proceso para producir plásticos reforzados con fibra descrito anteriormente, en el que se coloca una chapa de presión en el medio de distribución de resina y la capa de desprendimiento en el paso de colocación de material subsidiario (D);

20 (5) Un proceso para producir plásticos reforzados con fibra, caracterizado porque se realiza moldeo por transferencia de resina usando la herramienta de formación-moldeo para moldeo por transferencia de resina asistido por vacío de plásticos reforzados con fibra obtenida integrando una parte de chapa frontal y una parte de chapa plana para formar una parte convexa hueca, donde un agujero está colocado en una región de la parte de chapa plana que está rodeada por la parte de chapa frontal formando la parte convexa hueca, y en la que un tubo metálico como un recorrido de flujo de un medio de calentamiento está integrado con la superficie trasera de la parte de chapa frontal por un material conductor térmico y un cordón de caucho está integrado con el exterior de una región usada para formación o moldeo en la parte de chapa plana; donde el grosor de la parte de chapa frontal es 1 mm o más y 15 mm o menos; donde el diámetro del cordón de caucho es 10 mm o más y 100 mm o menos; y donde una entrada de resina y un orificio de sangrado de una resina de matriz para moldeo por transferencia de resina están colocados en la parte de chapa plana entre la parte convexa y el cordón de caucho;

mediante los pasos siguientes:

35 (A) un paso de colocación que consiste en colocar en la herramienta de formación-moldeo un medio de distribución de resina y una capa de desprendimiento como un recorrido de flujo de una resina de matriz en moldeo por transferencia de resina conjuntamente con un laminado cuyos tejidos de fibra de refuerzo que tienen resina termoplástica y/o termoestable en su superficie son laminados;

40 (B) un paso de formación que consiste en formar el laminado rarificando el interior del espacio sellado después de cubrir todo el laminado con una hoja de caucho para sellar la herramienta de formación-moldeo;

(B1) un paso de verificación que consiste en verificar si el laminado (13) tiene un defecto, tal como arruga, o no a través de la hoja de caucho mientras se sigue aplicando presión atmosférica al laminado (13) continuando la rarificación;

45 (C) un paso de calentamiento y presurización que consiste en unir los tejidos de fibra de refuerzo a través de la resina termoplástica y/o termoestable en la superficie de los tejidos de fibra de refuerzo introduciendo un medio de calentamiento a un tubo para calentar y presurizar el laminado después de formarlo;

50 (D) un paso de embolsado que consiste en rarificar el interior del espacio sellado después de cubrir la preforma, el medio de distribución de resina y la capa de desprendimiento con una película de embolsado para sellar la herramienta de formación-moldeo mientras se libera el sellado de la hoja de caucho y la preforma obtenida, el medio de distribución de resina y la capa de desprendimiento se mantienen en la herramienta de formación-moldeo sin ser extraídos del molde;

55 (E) un paso de infundir e impregnar resina que consiste en infundir una resina de matriz mientras se rarifica el interior del espacio sellado para impregnar la resina de matriz en la preforma a través del medio de distribución de resina;

60 (F) un paso de curación de resina que consiste en calentar y curar la resina de matriz introduciendo un medio de calentamiento en el tubo; y

(G) un paso de extracción del molde que consiste en extraer del molde un producto moldeado de la herramienta de formación-moldeo;

65 (6) El proceso para producir plásticos reforzados con fibra según (5), en el que se coloca una chapa de presión

sobre el medio de distribución de resina y la capa de desprendimiento en el paso de embolsado (D) y a continuación la herramienta de formación-moldeo se sella con una película de embolsado; y

- 5 (7) El proceso para producir plásticos reforzados con fibra según (5) o (6), en el que la tasa de aumento de temperatura de la herramienta de formación-moldeo es 0,5°C/minuto o más y 3°C/minuto o menos en un rango de temperatura de calentamiento de 40°C o más y 130°C o menos en el paso de calentamiento y presurización (C).

Efecto de la invención

- 10 La herramienta de formación-moldeo usada en la presente invención tiene un mecanismo de calentamiento capaz de calentar de forma homogénea y eficiente con alta precisión, de modo que el uso de esta herramienta de formación-moldeo puede proporcionar una preforma para moldeo por transferencia de resina, que no requiere equipo de calentamiento tal como un horno y ofrece bajo costo y alta calidad, y plásticos reforzados con fibra usando la preforma.

Breve descripción de los dibujos

- 15 La figura 1 es una vista esquemática en sección transversal de una herramienta de formación-moldeo usada según una realización de la presente invención.

- 20 La figura 2 es una vista superior esquemática de una herramienta de formación-moldeo representada en la figura 1.

- 25 La figura 3 es una vista esquemática en sección transversal de una herramienta de formación-moldeo para mostrar un proceso para producir una preforma para moldeo por transferencia de resina según la presente invención.

- La figura 4 es una vista esquemática en sección transversal de una herramienta de formación-moldeo que tiene una parte convexa sólida producida en el ejemplo comparativo 2.

- 30 La figura 5 es una vista esquemática en sección transversal de una herramienta de formación-moldeo para mostrar un proceso para producir plásticos reforzados con fibra que no pertenece a la presente invención.

- 35 La figura 6 es una vista esquemática en sección transversal de una herramienta de formación-moldeo para mostrar un proceso para producir una preforma para moldeo por transferencia de resina que no pertenece a la presente invención.

- La figura 7 es una vista que representa la relación posicional de una herramienta de formación-moldeo producida en el ejemplo comparativo 1 y aire caliente.

Números de referencia

- 40 1: herramienta de formación-moldeo
2: parte de chapa frontal
45 3: parte de chapa plana
4: tubo como un recorrido de flujo de un medio de calentamiento (para calentar una parte convexa)
50 5: tubo como un recorrido de flujo de un medio de calentamiento (para calentar una parte de chapa plana)
6: material conductor térmico
7: cordón de caucho
55 8: entrada de una resina de matriz
9: orificio de sangrado de una resina de matriz
60 10: material aislante térmico
11: agujero
12: orificio de comunicación con un el de tubo
65 13: laminado

- 14: hoja de caucho
- 15: bastidor de hoja de caucho
- 5 16: herramienta de formación-moldeo que tiene una parte convexa sólida
- 17: parte convexa sólida
- 18: tubo como un recorrido de flujo de un medio de calentamiento
- 10 19: preforma
- 20: medio de distribución de resina
- 15 21: chapa
- 22: película de embolsado
- 23: sellante
- 20 26: acoplador para llenado
- 27: acoplador para rarificación
- 25 50: línea de corte de un producto
- 60: cara lateral 60 contra la que choca aire caliente de una parte convexa
- 70: aire caliente
- 30

Mejor modo de llevar a la práctica la invención

Un proceso de moldeo por transferencia de resina se divide en el paso de producir principalmente una preforma (abreviado a continuación como el paso (I)) y el paso de fundir e impregnar resina en la preforma para producir plásticos reforzados con fibra por curado adicional (abreviado a continuación como el paso (II)). En estos pasos, un material base de fibra de refuerzo y una resina de matriz como materiales para plásticos reforzados con fibra a moldear tienen que calentarse y enfriarse a una temperatura predeterminada.

35

Es decir, en el paso (I), cuando un material base de fibra de refuerzo tiene materiales de resina tal como resina termoplástica o termoestable en su superficie, en particular, el calentamiento y la presurización del material base de fibra de refuerzo ablandan los materiales de resina y unen el interlaminado de los materiales base de fibra de refuerzo para mejorar la estabilidad de forma de la preforma, y además el ajuste de la temperatura de calentamiento controla el grosor de la preforma.

40

En el paso (II), la resina de matriz que se impregna en la preforma se calienta al fundir la resina para disminuir la viscosidad de la resina para mejorar la capacidad de impregnación, y se calienta a la temperatura de curado después de impregnarse de modo que la resina de matriz cure.

45

Una herramienta de formación-moldeo usada en la presente invención tiene un mecanismo de calentamiento para desarrollar condiciones de calentamiento requeridas para tales pasos, de modo que se puede producir una preforma o plásticos reforzados con fibra sin calentamiento en un horno.

50

A continuación se describe una herramienta de formación-moldeo usada en la presente invención.

Una herramienta de formación-moldeo usada en la presente invención es una herramienta de formación-moldeo obtenida integrando una parte de chapa frontal y una parte de chapa plana para formar una parte convexa hueca, en la que un tubo metálico como un recorrido de flujo de un medio de calentamiento está integrado con la superficie trasera de la parte de chapa frontal por un material conductor térmico y un cordón de caucho está integrado con el exterior de una región usada para formación o moldeo en la parte de chapa plana.

55

60

Una herramienta de formación-moldeo usada en la presente invención se usa no simplemente como una herramienta de formación para formar una preforma usada al producir plásticos reforzados con fibra en base a un proceso de moldeo por transferencia de resina, sino también como una herramienta de moldeo para producir plásticos reforzados con fibra a partir de una preforma, que se describe en detalle más adelante. Naturalmente, según sea preciso, una herramienta de formación-moldeo que tiene la constitución usada en la presente invención se usa como una herramienta de formación para producir una preforma, y a continuación la preforma también puede

65

moldearse usando otra herramienta de moldeo.

La presente invención se describe a continuación con más detalle con referencia a las figuras.

5 La figura 1 es una vista esquemática en sección transversal para describir una herramienta de formación-moldeo 1 usada en la presente invención, y una parte de chapa frontal en forma de C 2 está integrada con una parte de chapa plana 3 formando una parte convexa hueca, que forma una parte de formación para formar una preforma en una forma predeterminada.

10 La parte convexa como un plano de formación para conformar una preforma está compuesta de la parte de chapa frontal en forma de C 2 y la parte de chapa plana 3 y es hueca, de modo que la capacidad de calor de la parte convexa 2 se puede reducir todo lo posible. Entonces, la disminución de tal capacidad de calor permite calentar o enfriar una herramienta de formación-moldeo a una temperatura predeterminada en un tiempo corto. En particular, la herramienta para formar y moldear componentes de gran tamaño, tal como materiales estructurales para aviones, es
15 tan grande que una técnica para calentar o enfriar rápidamente todo el molde a una temperatura predeterminada es muy útil desde el punto de vista de acortar el tiempo de moldeo.

La parte de chapa frontal 2 y la parte de chapa plana 3 están integradas. La integración se refiere a una estructura tal que la estanqueidad al aire se mantiene por soldadura estanca. A no ser que la parte de chapa frontal 2 para conformar una preforma y la parte de chapa plana 3 que tiene puntos de sellado de una hoja de caucho usada en la formación estén integradas con el fin de mantener la estanqueidad al aire, en el caso donde el interior cubierto con la hoja de caucho es rarificado y descomprimido, se produce escape de aire y no puede aplicarse presión suficiente a un laminado de tejidos de fibra de refuerzo. Además, en el caso de infundir resina a una preforma, se produce igualmente espacio de aire que da lugar a vacíos e insuficiencia de resina. Consiguientemente, la parte de chapa frontal 2 y la parte de chapa plana 3 tienen que estar integradas en una estructura tal que la estanqueidad al aire sea mantenida por la soldadura estanca.
20

Además, un tubo metálico 4 como un recorrido de flujo de un medio de calentamiento está colocado en la superficie trasera (el interior) de la parte de chapa frontal en forma de C 2 formando una parte convexa hueca. En una herramienta de formación-moldeo usada en la presente invención representada en la figura 1, el tubo 5 como un recorrido de flujo de un medio de calentamiento también está colocado en la superficie trasera de la parte de chapa plana 3. Los tubos 4 y 5 están conectados a un controlador de temperatura para calentar y descargar un medio tal como agua o aceite, y el medio calentado va desde el controlador de temperatura al tubo 4 y 5 para calentar por ello la parte de chapa frontal 2 y la parte de chapa plana 3. La superficie trasera de la parte de chapa frontal 2 y la parte de chapa plana 3 que forman una parte convexa hueca se refiere a la superficie opuesta a la superficie que entra en contacto con los tejidos de fibra de refuerzo en la formación y el moldeo, u opuesta a la superficie colocada dentro del espacio sellado.
25

En la presente invención, la parte de chapa frontal 2 y la parte de chapa plana 3 son calentadas así por agua calentada o aceite calentado con alta tasa de transferencia de calor a diferencia de calentarse por aire caliente en un horno. Así, el control de la temperatura de la herramienta puede ser realizado de forma sumamente rápida con alta precisión. En el caso de calentamiento por aire caliente en un horno, se produce irregularidad de calentamiento entre los puntos a los que el aire caliente llega bien y menos; sin embargo, según la presente invención, la herramienta es calentada directamente introduciendo un medio de calentamiento en el tubo colocado en la herramienta, de modo que la irregularidad de calentamiento es tan pequeña que se puede realizar un calentamiento homogéneo.
30

En el caso donde una herramienta de formación-moldeo usada en la presente invención se usa solamente para producir una preforma usada en un proceso de moldeo por transferencia de resina, el tubo 5 como un recorrido de flujo de un medio de calentamiento no tiene que colocarse necesariamente en la superficie trasera de la parte de chapa plana 3; sin embargo, en el caso de usarse también como una herramienta de moldeo para producir plásticos reforzados con fibra por infusión y curado de una resina de matriz a una preforma, la resina de matriz se adhiere también a la parte de chapa plana, de modo que la resina de matriz adherida a la parte de chapa plana tiene que ser curada y sacada del molde. Así, el tubo 5 como un recorrido de flujo de un medio de calentamiento se coloca preferiblemente también en la superficie trasera de la parte de chapa plana 3.
35

La figura 2 representa una vista superior esquemática de una herramienta de formación-moldeo 1, que representa la posición del tubo 4 y 5 como un recorrido de flujo de un medio de calentamiento.

60 Las especificaciones, como el número y la posición del tubo 4 y del tubo 5, no están limitadas en particular, pero los tubos 4 y 5 tienen que colocarse en el número y con las especificaciones para suministrar suficiente cantidad de calor para calentar una herramienta de formación-moldeo a una temperatura predeterminada. En una herramienta de formación-moldeo representada en la figura 2, se muestran seis tubos y cuatro tubos en el tubo 4 y el tubo 5 respectivamente, y cada par de los tubos está conectado formando una forma de U. En la figura 2, las flechas representadas en el tubo 4 y el tubo 5 indican la dirección de un medio de calentamiento que sale del controlador de temperatura.
65

Como se representa en la figura 2, los orificios de conexión 12 del tubo 4 y del tubo 5 al controlador de temperatura se juntan preferiblemente en un lado de una herramienta de formación-moldeo para conectarse fácilmente a la línea de un medio de calentamiento del controlador de temperatura. Además, como se representa en la figura 2, el tubo 4 está dispuesto preferiblemente hasta el exterior de una línea de corte 50 de un producto. Una preforma en forma de un producto puede calentarse suficientemente disponiendo el tubo 4 hasta el exterior de la línea de corte de un producto. La manera de conectar el tubo 4 y el tubo 5 al controlador de temperatura no está limitada en particular, pero tiene que corresponder al número de las líneas de un medio de calentamiento que se pueden montar en el controlador de temperatura.

En la presente invención, el tubo 4 está integrado con la superficie trasera de la parte de chapa frontal 2 formando una parte convexa por un material conductor térmico. La figura 1 representa un estado tal que el tubo 4 y el tubo 5 como un recorrido de flujo de un medio de calentamiento estén cubiertos con el material conductor térmico 6 e integrados con la superficie trasera de la parte de chapa frontal 2 y la parte de chapa plana 3 que forman una parte convexa hueca. Así, la integración producida por el material conductor térmico produce una conductividad térmica de un medio de calentamiento corriente en el interior del tubo tan favorable que una herramienta de formación-moldeo puede calentarse uniformemente. La integración producida por el material conductor térmico aquí descrito quiere decir que la superficie del tubo 4 dispuesto en la superficie trasera de la parte de chapa frontal 2 está fijada en la parte de chapa frontal estando al mismo tiempo cubierta con el material conductor térmico y que, en otros términos, el tubo 4 está dispuesto en la superficie trasera de la parte de chapa frontal 2 a través del material conductor térmico.

Entonces, el tubo 5 también está integrado preferiblemente con la superficie trasera de la parte de chapa plana 3 por el material conductor térmico desde un punto de vista similar.

El material conductor térmico descrito en la presente invención es preferiblemente un material de resina epoxi conteniendo metal en polvo de excelente conductividad térmica y un material de cemento conteniendo carbono. Entre ellos, es preferible un material de cemento conteniendo carbono. Un material de cemento conteniendo carbono es preferible porque tiene una tasa suficiente de transferencia de calor y excelente eficiencia operativa. El material de cemento se aplica preferiblemente, cura y endurece usando una paleta con el fin de cubrir el tubo e integrar el tubo con la herramienta de formación-moldeo (la parte de chapa frontal 2 y la parte de chapa plana 3), como se representa en la figura 1.

No es preferible que el tubo esté integrado con la herramienta de formación-moldeo por soldadura en toda la longitud a causa de la posibilidad de producir distorsión de soldadura en la herramienta de formación-moldeo. Dado que una parte convexa de la herramienta de formación-moldeo usada en la presente invención se convierte en una parte convexa hueca usando la parte de chapa frontal, no es preferible que el tubo esté integrado con la superficie trasera de la parte de chapa frontal formando una parte convexa por soldadura a causa de la posibilidad de que la forma de una parte convexa se deforme por distorsión de soldadura. En particular, dado que los materiales estructurales para aviones precisan un nivel alto de exactitud dimensional de forma, la deformación de la herramienta de formación-moldeo por distorsión de soldadura no es preferible a causa de la posibilidad de originar el problema de no lograr la exactitud dimensional de un producto moldeado. Sin embargo, se puede efectuar soldadura por puntos para unir temporalmente el tubo a la parte convexa y la parte de chapa plana. Entonces, la soldadura para un punto temporal se tiene que realizar en los puntos en los que la distorsión de soldadura se reduce al mínimo o la aparición de distorsión de soldadura plantea menos problemas.

En la presente invención, el tubo 4 es tubo metálico. Se puede usar varios tipos de metales como acero inoxidable, hierro, aleación de aluminio, aleación de titanio y aleación de cobre para los materiales de metal usados para el tubo 4, y es más preferible que el tubo hecho de aleación de cobre entre ellos se transforme fácilmente a la forma óptima al colocar el tubo en una parte convexa hueca por ser de excelente procesabilidad. Con respecto al tubo 5, el tubo hecho de aleación de cobre es preferible por la misma razón.

Además, en la herramienta de formación-moldeo usada en la presente invención, un cordón de caucho con un diámetro de 10 mm o más y de 100 mm o menos está integrado con la herramienta con el fin de formar una región cerrada rodeando una parte convexa de la herramienta de formación-moldeo 1. Es decir, el cordón de caucho está integrado con el exterior de una región usada para formación o moldeo en la parte de chapa plana 3. La integración aquí descrita quiere decir que el cordón de caucho y la parte de chapa plana 3 están fijados con el fin de mantener la estanqueidad al aire. Específicamente, el cordón de caucho y la parte de chapa plana 3 están preferiblemente unidos e integrados a través de un adhesivo para caucho con el fin de mantener la estanqueidad al aire.

La figura 1 representa un estado en el que el cordón redondo de caucho 7 que tiene una sección transversal circular está integrado con la parte de chapa plana 3 de la herramienta de formación-moldeo 1. Las figuras 3 (A) y (B) muestran un estado en el que un laminado 13 de un material base de fibra de refuerzo está colocado en una parte convexa hueca de la herramienta de formación-moldeo 1 y cubierto con una hoja de caucho 14 para rarificar el espacio sellado por la hoja de caucho 14 y el cordón de caucho 7 para rarificar y aplicar presión atmosférica al laminado 13 de un material base de fibra de refuerzo a través de la hoja de caucho 14, por lo que el laminado 13

adquiere la forma convexa de la herramienta de formación-moldeo 1.

Dado que el cordón de caucho 7 está integrado con la parte de chapa plana 3 de la herramienta de formación-moldeo 1 con el fin de crear una región cerrada rodeando una parte convexa, la hoja de caucho 14 puede sellar la herramienta de formación-moldeo por contacto con el cordón de caucho 7, por lo que la hoja de caucho 14 puede sellar la herramienta de formación-moldeo sin usar el material subsidiario tal como una cinta adhesiva.

Entonces, el diámetro del cordón de caucho 7 no es inferior a 10 mm porque la zona de contacto de la hoja de caucho 14 con el cordón de caucho es tan pequeña que el sellado se realiza con dificultad entre la hoja de caucho 14 y el cordón de caucho. Mientras tanto, el diámetro del cordón de caucho 7 no es superior a 100 mm porque la capacidad de manejo se deteriora, de modo que la herramienta de formación-moldeo usada en la presente invención resulta pesada.

Una de las realizaciones preferidas es también que la hoja de caucho 14 se coloque en la herramienta de formación-moldeo de manera que contacte con el cordón de caucho 7 usando una abrazadera 28, según sea preciso, por lo que se facilita el sellado entre la hoja de caucho 14 y el cordón de caucho 7. También es una de las realizaciones preferidas que una hoja de caucho 14 se fije a la herramienta de formación-moldeo con una bisagra de manera que se abra y cierre, por lo que se mejora la capacidad de manejo.

Los materiales para el cordón de caucho y la hoja de caucho no están limitados en particular, pero la herramienta de formación-moldeo usada en la presente invención se calienta en el paso (I) o el paso (II), de modo que el cordón de caucho y la hoja de caucho tienen que tener resistencia al calor a la temperatura de calentamiento. Los materiales para el cordón de caucho y la hoja de caucho son preferiblemente caucho de silicona que tiene una resistencia al calor comparativamente alta entre materiales de caucho desde el punto de vista de la resistencia al calor.

Además, en la herramienta de formación-moldeo 1 representada en la figura 1, un agujero 11 está colocado en la parte de chapa plana 3. Este agujero 11 se forma en una región de la parte de chapa plana 3, que está rodeada por la parte de chapa frontal 2 que forma una parte convexa hueca. Dado que la parte de chapa frontal 2 y la parte de chapa plana 3 están selladas, a no ser que el agujero 11 se haga en la parte de chapa plana 3, hay posibilidad de que el orificio convexo se distorsione cuando se aplique presión atmosférica a la parte convexa, en el caso donde la parte de chapa plana 3 está cubierta con caucho de silicona o una película de embolsado para formar o moldear por rarefacción su interior. Como técnica anterior, en el caso de usar una herramienta de formación o una herramienta de moldeo tal como una parte convexa hecha de un elemento sólido, no hay posibilidad de distorsión aunque se aplique presión atmosférica a la parte convexa, de modo que dicho problema no es importante; sin embargo, en la presente invención, como se describe en detalle más adelante, la formación de una parte convexa hueca con la parte de chapa frontal 2 y la parte de chapa plana 3 permite que se caliente y enfríe a una temperatura determinada con alta precisión en un tiempo corto, de modo que hay posibilidad de distorsión cuando se aplica presión atmosférica a la parte convexa hueca.

La colocación del agujero 11 permite que el tubo 4 colocado dentro de la herramienta de formación-moldeo sea reparado e inspeccionado por el agujero 11 después de producir la herramienta de formación-moldeo. Es decir, el agujero 11 es preferible porque sirve como un agujero de acceso.

Además, la colocación del agujero 11 permite disponer un material conductor térmico desde el agujero 11 en el caso donde el tubo 4 y la parte de chapa frontal 2 que forma una parte convexa hueca están integrados por el material conductor térmico como se describe más adelante, y permite colocar un aislante térmico 10 desde el agujero 11 en el caso donde el aislante térmico 10 se coloca en el espacio dentro de una parte convexa hueca.

Los materiales para componer la parte de chapa frontal 2 y la parte de chapa plana 3 no están limitados en particular, y los materiales metálicos como acero inoxidable, hierro, aleación de aluminio, aleación de titanio y aleación Invar son preferibles a causa de la conductividad térmica favorable. En particular, la aleación Invar es preferible porque el coeficiente de expansión térmica es de aproximadamente 1/100 a 1/10 del del hierro y es capaz de frenar la deformación de la herramienta de formación-moldeo durante el calentamiento. CFRP (plástico reforzado con fibra de carbono) también es uno de los materiales preferibles desde un punto de vista similar.

Además, con respecto a la herramienta de formación-moldeo, al menos, el grosor de la parte de chapa frontal 2 que forma el plano de formación es de 1 mm o más y de 15 mm o menos. El grosor de la parte de chapa frontal 2 es preferiblemente más fino desde el punto de vista de disminuir la capacidad de calor de la herramienta. Es decir, si el grosor de la parte de chapa frontal 2 es superior a 15 mm, la capacidad de calor es tan alta que tarda mucho tiempo en calentar y enfriar a una temperatura predeterminada. El grosor es preferiblemente de 10 mm o menos. Mientras tanto, si el grosor es inferior a 1 mm, es difícil procesar a una parte convexa hueca que tiene una forma predeterminada.

En el caso de que la herramienta de formación-moldeo usada en la presente invención también se use como una herramienta de moldeo para producir plásticos reforzados con fibra a partir de una preforma, el grosor de la parte de chapa plana 3 es de 1 mm o más y de 15 mm o menos desde un punto de vista similar, preferiblemente de 10 mm o

menos.

Entonces, si su grosor es inferior a 1 mm, hay posibilidad de que la parte de chapa frontal 2 y la parte de chapa plana 3 que forman la herramienta de formación-moldeo sean distorsionadas fácilmente por una fuerza externa inesperada durante la formación o el moldeo. En particular, una herramienta de formación-moldeo de gran tamaño usada para los materiales estructurales para aviones se mueve ocasionalmente mientras está suspendida de una grúa, y luego hay posibilidad de que la herramienta de formación-moldeo sea distorsionada por flexión debido a su propio peso. La parte de chapa frontal 2 y la parte de chapa plana 3 son preferiblemente de 1 mm o más desde dicho punto de vista.

Dado que el grosor de la parte de chapa frontal 2 y la parte de chapa plana 3 está preestablecido para un calentamiento eficiente como se ha descrito anteriormente, el cálculo del grosor no se considera en los puntos en que no se precisa calentamiento.

Además, en la herramienta de formación-moldeo usada en la presente invención, una entrada de resina 8 y un orificio de sangrado 9 de una resina de matriz para moldeo por transferencia de resina se han previsto integralmente para la parte de chapa plana 3 entre la parte convexa y el cordón de caucho 7, como se representa en la figura 1.

Con respecto a la relación posicional del cordón de caucho 7 con la entrada de resina 8 y el orificio de sangrado 9, el cordón de caucho 7 está preferiblemente fuera de la entrada de resina 8 y el orificio de sangrado 9 para una resina de matriz en el caso de usar también la herramienta de formación-moldeo 1 usada en la presente invención para moldeo. No es preferible que el cordón de caucho 7 esté integrado en el interior de la entrada de resina 8 y el orificio de sangrado 9 porque una resina de matriz se adhiere al cordón de caucho al inyectar una resina de matriz.

En el caso donde la entrada de resina 8 y el orificio de sangrado 9 están colocados en la herramienta de formación-moldeo 1, la entrada de resina 8 y el orificio de sangrado 9 tienen que sellarse para sellar el interior cubierto con una hoja de caucho al efectuar la formación.

Como se representa en la figura 1, la entrada de resina 8 y el orificio de sangrado 9 para una resina de matriz son agujeros pasantes y están provistos preferiblemente de acopladores 26 y 27 en los que se puede montar un tubo para infusión y un tubo para rarificación. Es preferible montar los acopladores 26 y 27 porque eso permite montar fácilmente cada uno de los tubos al colocarlos en la entrada de resina y el orificio de sangrado sin usar el material subsidiario tal como un sellante, y la fiabilidad del sellado en la parte también es alta.

La figura 5(C) representa un ejemplo del caso de fundir una resina de matriz usando la herramienta de formación-moldeo 1. La entrada de resina 8 y el orificio de sangrado 9 para una resina de matriz se han previsto para la herramienta de formación-moldeo 1 representada en la figura 5(C). La preforma 19 y el material subsidiario 20 para fundir y sangrar una resina de matriz están dispuestos en la herramienta de formación-moldeo 1 y cubiertos con una película de embolsado 22, y la película de embolsado 22 y la herramienta de formación-moldeo 1 se sellan usando un sellante 23 para rarificar el interior sellado. No hay que disponer por separado una entrada de resina y un orificio de sangrado al efectuar el moldeo proporcionando previamente la entrada de resina 8 y el orificio de sangrado 9 para una resina de matriz en la herramienta de formación-moldeo 1, de modo que el tiempo de preparación del moldeo se puede acortar.

Se puede disponer por separado una entrada de resina y un orificio de sangrado en la herramienta. Por ejemplo, con el fin de asegurar un recorrido de flujo en la infusión y en el sangrado de una resina de matriz, un canal de sección transversal en forma de C hecho de metal se puede disponer en la parte de chapa frontal 2. Sin embargo, en este caso, el paso de disponer el canal es necesario, y adicionalmente es necesario que la película de embolsado no sea empujada hacia arriba por el canal al efectuar un sellado adicional con la película de embolsado.

Con respecto a la herramienta de formación-moldeo usada en la presente invención, la parte de chapa frontal 2 que forma una parte convexa también se forma preferiblemente por prensado. De ordinario, se prepara un molde mediante una operación de corte en el campo técnico de la presente invención. Sin embargo, en el caso de una operación de corte, el problema es que el adelgazamiento de una parte convexa tiene un límite y el costo de procesado es alto en comparación con el prensado. El prensado permite adelgazar de forma barata la parte de chapa frontal que forma una parte convexa hueca. También es una realización formar una parte convexa hueca mediante el prensado para reducir la capacidad de calor de una parte convexa de la herramienta de formación-moldeo, y a continuación la operación de corte se realiza al objeto de mejorar la exactitud dimensional.

La herramienta de formación-moldeo usada en la presente invención como se ha descrito anteriormente es una herramienta utilizable como una herramienta de formación y como una herramienta de moldeo. Es decir, se forma un laminado de tejidos de fibra de refuerzo con la herramienta de formación-moldeo para producir una preforma, y a continuación se puede moldear plásticos reforzados con fibra según sea preciso sin extraer del molde la preforma de la herramienta de formación-moldeo. Así, el tiempo requerido para moldeo se puede acortar más. Dado que la preforma que tiene baja estabilidad de forma, no impregnada con una resina de matriz, no se tiene que extraer de la herramienta de formación-moldeo, moverse y colocarse en una herramienta de moldeo, la posibilidad de dañar la

preforma es tan baja que como resultado se puede producir plásticos reforzados con fibra de calidad excelente.

Los tejidos de fibra de refuerzo usados para producir la preforma tienen preferiblemente materiales de resina tales como resina termoplástica o termoestable en su superficie. La fibra de refuerzo se compone preferiblemente de fibra de carbono, fibra de aramida o fibra de vidrio, y la forma de los tejidos de fibra de refuerzo es preferiblemente tejido no ondulado, ligamento tafetán, tejedura de raso o ligamento sarga. Entre ellos, el tejido no ondulado es más preferible porque la curvatura de la fibra de refuerzo es tan pequeña que se incrementa la tasa de aparición de resistencia.

El material de resina es preferiblemente una resina de mejor propiedad adhesiva que una resina de matriz después de endurecer. Sus ejemplos incluyen poliamida, poliimida, poliamida imida, poliéter imida, poliéter sulfona, polisulfona polifenilén éter, poliéter éter cetona, y resina modificada y resina copolimérica de los mismos.

Específicamente, a continuación se describe un proceso para producir una preforma para moldeo por transferencia de resina usando la herramienta de formación-moldeo.

La producción de una preforma para moldeo por transferencia de resina usa la herramienta de formación-moldeo y pasa por los pasos siguientes:

(A) un paso de colocación que consiste en colocar en la herramienta de formación-moldeo un laminado cuyos tejidos de fibra de refuerzo que tienen resina termoplástica y/o termoestable en su superficie son laminados;

(B) un paso de formación que consiste en formar el laminado rarificando el interior del espacio sellado después de cubrir todo el laminado con una hoja de caucho para sellar la herramienta de formación-moldeo; y

(C) un paso de calentamiento y presurización que consiste en unir los tejidos de fibra de refuerzo a través de la resina termoplástica y/o termoestable en la superficie de los tejidos de fibra de refuerzo introduciendo un medio de calentamiento en el tubo para calentar y presurizar el laminado después de formarse.

Las figuras 3(A) y 3(B) representan un proceso para producir una preforma para moldeo por transferencia de resina usando la herramienta de formación-moldeo.

La figura 3(A) representa un estado tal que un laminado 13, en el que son laminados; los tejidos de fibra de refuerzo que tienen materiales de resina tales como resina termoplástica o termoestable en su superficie, está dispuesto en una parte convexa de la herramienta de formación-moldeo 1, cubierto con una hoja de caucho 14, y sellado entre la hoja de caucho 14 y un cordón de caucho 7.

Entonces, también es una realización preferida que el laminado 13 se integre realizando previamente unión interlaminar parcialmente al objeto de mejorar su propiedad de manejo. Aquí, un laminado tal que se realice previamente unión interlaminar en toda la superficie no es preferible porque la formabilidad es sumamente pobre.

Se coloca preferiblemente un bastidor 15 en los extremos de la hoja de caucho como se representa en la figura 3(A) para mejorar la propiedad de manejo de la hoja de caucho 14. Colocar el bastidor 15 de esta manera tiene la ventaja de que se puede facilitar la colocación para disponer la hoja de caucho 14 en la herramienta de formación-moldeo 1. Con el fin de realizar la colocación de forma más fácil, también es una realización preferida que se coloquen pasadores en la herramienta de formación-moldeo 1 mientras que en el bastidor de la hoja de caucho se colocan agujeros para los pasadores, de modo que la disposición de la hoja de caucho se determine de forma inequívoca.

Después del sellado entre la hoja de caucho 14 y el cordón de caucho 7, como se representa en la figura 3(B), el interior del espacio sellado es rarificado por una bomba de vacío o análogos, de modo que se aplique presión atmosférica al laminado 13 que se forma. Rarificar en la presente invención se refiere a proporcionar un estado de presión negativa por rarificación, y la aplicación de presión atmosférica quiere decir aplicar la presión de la atmósfera como resultado de la rarificación, no aplicar la misma presión que el valor absoluto de presión atmosférica estándar o análogos.

Después de la conformación, se verifica el laminado 13 para ver si tiene o no un defecto, tal como arruga, a través de la hoja de caucho mientras se sigue aplicando presión atmosférica al laminado 13 continuando la rarificación. Así, se utiliza hoja de caucho transparente o translúcida para la hoja de caucho. La situación de formación también se confirma preferiblemente realizando una medición dimensional a través de la hoja de caucho cuando sea preciso.

A continuación, un medio de calentamiento calentado por un controlador de temperatura del molde se introduce en el tubo 4 para calentar la herramienta de formación-moldeo 1 y calentar el laminado 13 después de formarse. Como resultado, la resina termoplástica o termoestable que hay entre las capas de los tejidos de fibra de refuerzo se ablanda y funde para unir las capas, también se continúa el calentamiento durante un tiempo predeterminado según sea preciso, a continuación se detiene el calentamiento y se enfría el laminado 13, de modo que se puede lograr una preforma 19 en la que los tejidos de fibra de refuerzo están unidos manteniendo al mismo tiempo la forma

obtenida.

Entonces, la herramienta de formación-moldeo puede calentarse según sea preciso introduciendo también un medio de calentamiento en el tubo 5.

5 Entonces, la tasa de aumento de temperatura de la herramienta de formación-moldeo es preferiblemente de 0,5°C/minuto o más y de 3°C/minuto o menos en un rango de temperatura de calentamiento de 40°C o más y 130°C o menos. Si la tasa de aumento de temperatura es inferior a 0,5°C/minuto, se tarda tanto tiempo en elevar la temperatura a una temperatura predeterminada que se prolonga el tiempo de producción de una preforma. Mientras tanto, si la tasa de aumento de temperatura es superior a 3°C/minuto, el aumento de temperatura de un material base de fibra de refuerzo puede no seguir la tasa de aumento de temperatura de la herramienta de formación-moldeo, y en consecuencia se produce fácilmente calentamiento irregular.

15 El laminado 13 puede estar a temperatura ambiente cuando se encaja en la forma de la herramienta de formación-moldeo, y la resina termoplástica o termoestable entre las capas de un material base de fibra de refuerzo se ablanda y funde por calentamiento mejorando el deslizamiento entre las capas de un material base de fibra de refuerzo. Como resultado, es preferible que se mejore la formabilidad y que se evite la formación de arrugas.

20 La temperatura de calentamiento del laminado 13 es preferiblemente la temperatura de transición vítrea (puede abreviarse a continuación como Tg) o más de la resina termoplástica y/o termoestable que hay en la superficie de los tejidos de fibra de refuerzo, y 200°C o menos. Aquí, el método de medición de Tg del material de resina se basa en JIS K 7121 2006 y la medición se realiza a un aumento de la tasa de temperatura de 10°C/minuto.

25 El material de resina situado entre las capas del laminado 13 se ablanda calentando el laminado 13 por encima de Tg y se rarifica tal cual con el fin de aplicar la presión de laminado para producir una preforma, y por ello las capas del laminado pueden unirse por el material de resina tan firmemente que se puede mejorar la estabilidad de forma de una preforma.

30 Mientras tanto, la temperatura de moldeo de los materiales estructurales para aviones hechos de plásticos reforzados con fibra de temperatura de moldeo comparativamente alta es típicamente de aproximadamente 180°C a 200°C, y el límite superior de la temperatura de calentamiento en el paso de formación es preferiblemente menor que el límite superior de la temperatura de calentamiento en el paso de moldeo. El material subsidiario, tal como hoja de caucho, y un controlador de temperatura del molde se determinan frecuentemente a la temperatura de moldeo de los materiales estructurales para aviones, y el material subsidiario y el controlador de temperatura del molde que tienen resistencia al calor o son capaces de calentarse a más de 200°C, son ocasionalmente de una especificación especial que hace posible que el costo de material y equipo sea alto. Así, la temperatura de calentamiento se determina aquí preferiblemente a 200°C o menos.

40 Además, el grosor de una preforma puede ser regulado regulando la temperatura de calentamiento del laminado 13. Es decir, la temperatura de calentamiento del laminado 13 puede regular el grado de ablandamiento del material de resina y la deformación (colapso) del material de resina por rarificación para regular el grosor de una preforma.

45 La fracción de volumen de fibra (puede abreviarse a continuación como Vf) que influye en el peso y las características dinámicas de los plásticos reforzados con fibra también se puede mejorar de tal manera que una resina de matriz sea infundida e impregnada en una preforma para a continuación sangrar la resina de matriz excesivamente impregnada en el paso de sangrado, y la regulación del grosor de una preforma es sumamente importante porque la fracción de volumen de fibra depende en gran medida del grosor de una preforma.

50 De esta manera, dado que la mejora de la estabilidad de forma de una preforma y el grosor de una preforma son regulados por el control del calentamiento del laminado 13, es sumamente importante controlar el calentamiento con alta precisión, y calentar y enfriar a una temperatura predeterminada rápidamente con la herramienta de formación-moldeo 1 usada en la presente invención.

55 La presión aplicada al laminado 13 también puede controlarse según sea preciso. Con respecto a la regulación de tal presión, la presión (presión manométrica) en el espacio sellado es preferiblemente de 10 kPa o más y de 1000 kPa o menos regulando el grado de vacío, más preferiblemente de 10 kPa o más y de 101,3 kPa o menos. Este rango es preferible porque la presión puede ser regulada solamente por descompresión en la atmósfera con una bomba de vacío o análogos y porque permite simplificar el equipo. Si la presión es inferior a 10 kPa, no es preferible porque la presión es tan baja que se produce fácilmente un grosor irregular de una preforma.

60 Uno de los objetos de la presente invención es producir una preforma y plásticos reforzados con fibra usando una herramienta de formación-moldeo calentable sin usar aparatos de calentamiento caros como un autoclave y un horno, pero se puede usar un dispositivo de presión tal como un autoclave conjuntamente según sea preciso. Es decir, se puede producir una preforma de tal manera que el laminado 13 se coloque en la herramienta de formación-moldeo 1 y se forme a presión atmosférica por rarificación aplicando a continuación presión superior a la presión atmosférica usando un dispositivo de presión tal como un autoclave según sea preciso. El laminado es presurizado

65

por presión más alta que la presión atmosférica, de modo que el grosor de una preforma se hace más fino y se puede producir una preforma para moldear plásticos reforzados con fibra que tiene un Vf alto.

Además, con respecto a la producción de una preforma, como se representa en la figura 6, un material subsidiario, tal como medio de distribución de resina 20 para un recorrido de flujo de la resina de matriz infundida en el moldeo por transferencia de resina, se dispone y forma igualmente al disponer el laminado 13 en una parte convexa hueca de la herramienta de formación-moldeo 1. Así, el paso de colocar por separado un material subsidiario en una preforma se puede omitir al producir plásticos reforzados con fibra según la presente invención, usando la preforma obtenida. Dado que el medio de distribución de resina 20 se hace típicamente de resina termoplástica tal como nylon, el medio de distribución de resina 20 se forma con la forma de una parte convexa hueca de la herramienta de formación-moldeo 1 por el paso de calentamiento y presión al producir una preforma, y encaja en la forma del laminado formado 13. Así, se obtiene la ventaja de que el embolsamiento se realiza fácilmente en el moldeo por transferencia de resina.

A continuación se describirá un proceso para producir plásticos reforzados con fibra que no pertenece a la presente invención. Los plásticos reforzados con fibra puede obtenerse por moldeo por transferencia de resina utilizando la herramienta de formación-moldeo a través de los pasos siguientes:

(A) un paso de colocación que consiste en colocar en la herramienta de formación-moldeo un laminado cuyos tejidos de fibra de refuerzo que tienen resina termoplástica y/o termoestable en su superficie son laminados;

(B) un paso de formación que consiste en formar el laminado rarificando el interior del espacio sellado para aplicar presión atmosférica al laminado después de cubrir todo el laminado con una hoja de caucho para sellar la herramienta de formación-moldeo;

(C) un paso de calentamiento y presurización que consiste en unir los tejidos de fibra de refuerzo a través de la resina termoplástica y/o termoestable en la superficie de los tejidos de fibra de refuerzo introduciendo un medio de calentamiento en un tubo para calentar y presurizar el laminado después de formarlo;

(D) un paso de colocación de material subsidiario que consiste en colocar también un medio de distribución de resina y capa de desprendimiento para infundir e impregnar una resina de matriz mientras que se libera el sellado de la hoja de caucho y la preforma obtenida se mantiene en la herramienta de formación-moldeo sin ser extraída del molde;

(E) un paso de embolsado con consiste en rarificar el interior del espacio sellado después de cubrir la preforma, el medio de distribución de resina y la capa de desprendimiento con una película de embolsado para sellar la herramienta de formación-moldeo;

(F) un paso de infundir e impregnar resina que consiste en infundir una resina de matriz mientras se rarifica el interior del espacio sellado para impregnar la resina de matriz en la preforma a través del medio de distribución de resina;

(G) un paso de curación de resina que consiste en calentar y curar la resina de matriz introduciendo un medio de calentamiento en el tubo; y

(H) un paso de extracción del molde que consiste en extraer del molde un producto moldeado de la herramienta de formación-moldeo.

Un proceso para producir plásticos reforzados con fibra se describirá a continuación con detalle con referencia a la figura 5. La figura 5(A) es una vista en sección transversal que representa un ejemplo de un estado de producir una preforma 19 usando la herramienta de formación-moldeo 1. La figura 5(B) representa un estado de calentar el laminado a una temperatura y tiempo predeterminados para producir la preforma 19 y a continuación quitar la hoja de caucho 14. La figura 5(C) representa un estado de rarificar el interior del espacio sellado por una bomba de vacío para realizar embolsado.

Los pasos (A) a (C) son básicamente los mismos que dicho proceso para producir la preforma. A continuación, el paso (D) se realiza después de la siguiente manera. Es decir, después de producir la preforma (figura 5(A)), se libera el sellado efectuado por la hoja de caucho 14 y la preforma obtenida no se extrae del molde y se mantiene en la herramienta de formación-moldeo (figura 5(B)), y se colocan en la preforma 19 materiales subsidiarios, tales como el medio de distribución de resina 20 y la capa de desprendimiento para infundir e impregnar una resina de matriz. Aquí, en el caso donde materiales subsidiarios, tales como el medio de distribución de resina 20 y la capa de desprendimiento, se disponen al producir la preforma, los materiales subsidiarios no tienen que disponerse de nuevo después de la formación.

A continuación, toda la preforma 19 y los materiales subsidiarios, tales como el medio de distribución de resina 20 y la capa de desprendimiento, se cubren con la película de embolsado 22 y se sellan (figura 5(C)). En esta ocasión, se

usa preferiblemente un sellante 23. Se coloca preferiblemente una chapa 21 sobre la entrada de resina 8 y el orificio de sangrado 9 de modo que la entrada de resina 8 y el orificio de sangrado 9 para una resina de matriz dispuestos en la herramienta de formación-moldeo 1 no sean bloqueados por la presión atmosférica cuando después se efectúe la rarificación.

5 Posteriormente, se impregna una resina de matriz en la preforma desde la entrada de resina 8 y se infunde a través del medio de distribución de resina 20 mientras el interior del espacio sellado es rarificado.

10 Después de impregnar una resina de matriz en la preforma 19, es preferible parar la infusión de una resina de matriz para cerrar la entrada de resina 8 y sangrar una resina de matriz excesivamente impregnada en la preforma a partir del orificio de sangrado 9. De esta manera, se sangra la resina excesivamente impregnada, de modo que el peso y las características dinámicas pueden mejorarse mejorando la fracción de volumen de fibra de refuerzo Vf de un producto moldeado. Una resina de matriz excesivamente impregnada en la preforma se sangra preferiblemente según sea preciso también a partir de la entrada de resina cerrada 8. Cabe esperar el efecto de uniformar Vf sangrando de esta manera una resina de matriz también por la entrada de resina 8.

15 Se introduce un medio de calentamiento en el tubo 4 después de infundir una resina de matriz de esta forma, y la matriz se calienta y cura para extraer de la herramienta de formación-moldeo un producto moldeado con la resina de matriz curada, de modo que se puede obtener plásticos reforzados con fibra.

20 De esta manera, se producen plásticos reforzados con fibra usando la herramienta de formación-moldeo, y el paso de moldeo se puede preparar sin extraer del molde la preforma, de modo que el tiempo requerido para moldeo se puede acortar preferiblemente. Dado que la preforma que tiene baja estabilidad de forma, no impregnada con una resina de matriz, no se tiene que sacar del molde, mover y colocar en una herramienta de moldeo, la posibilidad de dañar la preforma es tan baja que como resultado se pueden producir preferiblemente plásticos reforzados con fibra de excelente calidad.

25 Con respecto a la producción de plásticos reforzados con fibra, la preforma producida por dicho proceso también puede colocarse en una herramienta de moldeo por separado preparada para infundir, impregnar y curar la resina de matriz. En particular, en el caso donde la exactitud dimensional de la forma exterior se requiere con una exactitud sumamente alta, la preforma se coloca preferiblemente y moldea en un molde hembra con la forma exterior determinada. En particular, en el caso donde se requiere una exactitud dimensional de ± 1 mm o más, la preforma producida por dicho proceso se moldea preferiblemente en un molde hembra preparado por separado.

30 En el paso (D), se coloca preferiblemente una chapa de presión en el medio de distribución de resina y la capa de desprendimiento. El medio de distribución de resina 20 tiene típicamente irregularidades con el fin de distribuir resina. Así, la aspereza superficial de un producto moldeado con plásticos reforzados con fibra en el lado con el medio dispuesto, es áspero en comparación con el lado que contacta con la herramienta de formación-moldeo. Entonces, en el caso de mejorar la aspereza superficial, es preferible colocar una chapa de presión en los materiales subsidiarios tal como el medio de distribución de resina y la capa de desprendimiento para realizar la rarificación indicada más adelante, infusión de resina y curado en el estado. La colocación de una chapa de presión permite aplicar presión atmosférica a plásticos reforzados con fibra a través de la chapa de presión, de modo que la aspereza superficial en el lado con el medio dispuesto también puede reducirse mejorando la suavidad superficial.

45 **Ejemplos**

La presente invención se describirá a continuación más específicamente con referencia a ejemplos, ejemplos de referencia y ejemplos comparativos.

50 **<Ejemplo 1>**

La herramienta de formación-moldeo 1 representada en las figuras 1 y 2 se formó para realizar pruebas de calentamiento y de enfriamiento.

55 (Herramienta de formación-moldeo)

La figura 1 representa una vista en sección transversal de la herramienta de formación-moldeo 1 y la figura 2 representa una vista superior de la misma. Aquí, la figura 2 es una vista que representa solamente el tubo 4 y el tubo 5 dispuesto en la superficie trasera de la parte de chapa frontal 2 y la parte de chapa plana 3 a excepción de la parte de chapa frontal 2 y la parte de chapa plana 3 que forma una parte convexa hueca.

60 La parte de chapa frontal 2 que forma una parte convexa hueca se obtuvo formando SUS304 con un grosor de 3 mm en forma de C. La parte convexa tenía un ahusamiento de modo que la anchura era 300 mm en un extremo (extremo derecho en la figura 2) y 150 mm en el otro extremo (extremo izquierdo en la figura 2). La parte convexa tenía una longitud uniforme de 5000 mm (en la dirección de derecha a izquierda en la figura 2) y una altura de 100 mm (en la dirección de arriba abajo en la figura 1). El tamaño del producto era de 4800 mm de longitud de la parte

ES 2 619 164 T3

convexa de 5000 mm, y se trazó una línea de corte 50 del producto a 100 mm hacia dentro desde cada uno de ambos extremos.

5 Mientras tanto, la parte de chapa plana 3 era de SUS304 con un grosor de 10 mm, y de 1300 mm de anchura (en la dirección de arriba abajo en la figura 2) y de 6000 mm de longitud (en la dirección de derecha a izquierda en la figura 2). Se dispusieron doce agujeros 11 de 100 mm de diámetro en la dirección más larga en el centro de la dirección de la anchura de la parte de chapa plana 3, y se puso una abertura (no representada) en la parte de extremo en el lado más ancho de la parte convexa hueca con el fin de disponer un aislante térmico 10 más tarde. Se dispuso un canal, como el orificio de llenado 8 ($\varnothing 22$ mm) y el orificio de sangrado 9 ($\varnothing 14$ mm), de una resina de matriz cerca de
10 ambos extremos de la parte de chapa plana 3 (la parte de extremo en las direcciones derecha e izquierda en la figura 1). Se dispuso una ranura roscada como un agujero pasante para el canal, y en ella se montaron acopladores 26 y 27 en los que se podían montar tubos (diámetro exterior de 12 mm) para llenado y rarificación. Estos acopladores se enrollaron con una cinta de sellado para asegurar el sellado.

15 Se colocó un tubo de cobre con un diámetro de 18 mm (diámetro interior de 16 mm) como el tubo 4 en la superficie trasera de la parte de chapa frontal 2 con seis tubos en total como se representa en la figura 1. Entre ellos, cuatro tubos se colocaron en la superficie trasera de la chapa superior en la parte convexa hueca, y los otros dos tubos se colocaron en la superficie trasera de la chapa lateral. Cuatro tubos entre los seis tubos se dispusieron de manera que sobresaliesen 50 mm de la línea de corte 50, como se representa en la figura 2. Dado que la parte convexa
20 hueca tenía un ahusamiento y se adelgazaba a 150 mm en la punta, dos tubos dispuestos en el medio entre cuatro tubos del tubo 4 dispuestos en la superficie trasera de la chapa superior no estaban en la punta de la parte convexa, sino colocados dentro de 3000 mm de la parte de extremo en el lado más ancho de la parte convexa.

25 El tubo 4 se cubrió con cemento 6 conteniendo carbono (cemento conductor térmico) e integrado con la parte de chapa frontal 2.

La parte de chapa frontal 2 con el tubo 4 así integrado se integró con la parte de chapa plana 3 por soldadura estanca.

30 El tubo 5 se montó en la parte de chapa plana 3 mediante el mismo proceso que el tubo 4 montado en la superficie trasera de la parte de chapa frontal 2. El aislante térmico 10 hecho de lana de vidrio se colocó dentro de la parte convexa hueca desde la abertura prevista para la parte de chapa plana 3.

35 Además, el cordón de caucho de silicona 7 de 30 mm de diámetro se unió e integró con la parte de chapa plana 3 en el exterior de la entrada de resina 8 y el orificio de sangrado 9 por un adhesivo de silicona. El cordón de caucho de silicona 7 y la parte de chapa plana 3 se sellaron con el adhesivo de silicona.

40 Se conectó una línea de medio de calentamiento de un controlador de temperatura del molde (NCN-200, fabricado por Matsui Manufacturing, Co., Ltd.) al tubo 4 y así se preparó el tubo 5 de la herramienta de formación-moldeo 1. Se usó aceite de calentamiento (BARRELTHERM 400, fabricado por MATSUMURA OIL CO., LTD.) como el medio de calentamiento y se puede calentar hasta una temperatura de 200°C por el controlador de temperatura del molde.

(Pruebas de calentamiento y enfriamiento de la herramienta de formación-moldeo)

45 En la herramienta de formación-moldeo de la constitución descrita anteriormente se montó un termopar tipo K en la línea central en la dirección de la anchura (direcciones derecha e izquierda en la figura 1) de la parte de placa chapa superior de la parte convexa hueca a intervalos de 50 mm. Además, se montó un termopar tipo K en la línea central en la dirección de altura de la parte de placa lateral de la parte convexa a intervalos de 50 mm. Todos los termopares de tipo K se conectaron a un registrador de datos con el fin de supervisar la temperatura de los puntos
50 provistos de los termopares. A continuación, se colocó un aislante térmico, en el que se introdujo lana de vidrio en una bolsa de tela, con el fin de cubrir toda la herramienta de formación-moldeo 1.

55 La temperatura preestablecida del controlador de temperatura del molde se puso a una temperatura de 92°C para calentar la herramienta de formación-moldeo a partir de la temperatura ambiente. Como resultado, la herramienta de formación-moldeo estaba dentro de una temperatura de $90 \pm 1^\circ\text{C}$ en todos los puntos a los 90 minutos después de comenzar el calentamiento por el controlador de temperatura del molde, y se confirmó que el calentamiento se puede realizar muy rápidamente con alta precisión.

60 A continuación, la temperatura preestablecida del controlador de temperatura del molde se puso a una temperatura de 40°C para enfriar la herramienta de formación-moldeo de 90°C a 40°C. Como resultado, la herramienta de formación-moldeo se enfrió a 40°C o menos en todos los puntos a los 25 minutos después de que el controlador de temperatura del molde comenzase el enfriamiento, y se confirmó que el enfriamiento se puede realizar muy rápidamente.

65 <Ejemplo 2>

(Material base de fibra de refuerzo)

Un tejido de fibra de carbono unidireccional (una masa de fibra de carbono por área unitaria de 190 g/cm²) compuesto de fibra de carbono (T800S, fabricado por Toray Industries Inc.) se usó como un material base de fibra de refuerzo. Un material particulado de resina (temperatura de transición vítrea T_g = 70°C) que tiene resina termoplástica como el componente principal se adhirió a 27 g/cm² sobre una superficie del material base de fibra de refuerzo.

(Laminado)

El material base de fibra de refuerzo se cortó y laminó para preparar un laminado. La constitución del laminado era de 32 capas de tal manera que la fibra de carbono estuviese orientada en la dirección de [(45/0/ - 45/90)₄]_s, y la forma era una forma trapezoidal que tenía una altura de 4900 mm, una base inferior de 440 mm y una base superior de 290 mm. Cada valor numérico entre paréntesis significa ángulo en grados (°) de la fibra de carbono en cada una de las capas, 4 después del paréntesis significa laminación repitiendo (45/0/45/90) cuatro veces, y S después de los corchetes significa que el laminado en los corchetes se laminó más a simetría especular (S).

(Producción de preforma)

Como se representa en la figura 3(A), el laminado 13 se colocó en la parte convexa de la herramienta de formación-moldeo 1. Se preparó la hoja de caucho de silicona 14 y se montaron cuatro piezas de las hojas con una valla 15 compuesta de un ángulo en forma de L y un cordón plano hecho de aluminio (teniendo cada uno un grosor de 3 mm). La hoja de caucho de silicona 14 se colocó en el laminado 13 para cubrir el laminado 13, y el laminado 13 se selló entre la hoja de caucho de silicona 14 y el cordón de caucho de silicona 7. Después del sellado, el espacio entre la herramienta de formación-moldeo 1 y la hoja de caucho de silicona 14 se rarificó con una bomba de vacío formando el laminado 13 en la forma de la parte convexa hueca 2 de la herramienta de formación-moldeo 1, como se representa en la figura 3(B).

Después de la formación, se montó un termopar en la hoja de caucho de silicona 14 que cubría el laminado 13 con el fin de supervisar la temperatura del laminado 13. El termopar se montó en la misma posición que en el ejemplo 1, a saber, el punto correspondiente a la parte de placa superior y el punto correspondiente a la parte de placa lateral de la parte convexa hueca a intervalos de 50 mm.

A continuación, después de confirmar la situación de formación a través de la hoja de caucho de silicona 14 para confirmar la ausencia de defectos como arrugas y meandros de fibra destacados, toda la herramienta de formación-moldeo 1 se cubrió con un aislante térmico usado en el ejemplo 1 para poner a continuación la temperatura preestablecida del controlador de temperatura del molde a una temperatura de 92°C y calentar el laminado 13 después de formarlo de la misma manera que en el ejemplo 1. Después de 90 minutos, se confirmó que todos los puntos estaban dentro de una temperatura de 90 ± 1°C, y a continuación se produjo la preforma 19 manteniéndola en el mismo estado durante 2 horas.

Posteriormente, la temperatura preestablecida del controlador de temperatura del molde se puso a una temperatura de 40°C para enfriar la preforma 19 de la misma manera que en el ejemplo 2. Después de confirmar que toda la preforma 19 se había enfriado a una temperatura de 40°C o menos, se paró la rarificación realizada con una bomba de vacío para liberar la preforma 19 al aire y se observó la preforma 19 después de quitar la hoja de caucho de silicona 14.

Como resultado, se confirmó que la preforma era una preforma favorable a causa de la ausencia de defectos como arrugas y meandros de fibra. El grosor de la preforma 19 en los puntos correspondientes a la parte de placa lateral de la parte convexa hueca se midió en la dirección más larga a intervalos de 30 mm, y en consecuencia se confirmó que el grosor en todos los puntos estaba dentro del grosor previsto de 6,24 ± 0,1 mm y la exactitud dimensional de la preforma era sumamente favorable.

<Ejemplo de referencia 3>

El medio de distribución de resina 20 como los materiales subsidiarios para infundir e impregnar una resina de matriz se colocó en la preforma 19 como se representa en la figura 5(C) mientras que la preforma 19 obtenida en el ejemplo 2 se mantuvo colocada en la herramienta de formación-moldeo. El medio de distribución de resina 20 se preparó con dos piezas, que se colocaron con el fin de conectar a la entrada de resina 8 como el medio de distribución de resina para infundir una resina de matriz y el orificio de sangrado 9 como el medio de distribución de resina para rarificar una resina de matriz, respectivamente como se representa en la figura 5(C). Se colocó una chapa 21 en la entrada de resina 8 y el orificio de sangrado 9 mientras que el medio de distribución de resina 20 estaba entremedio. Se colocó una capa de desprendimiento, no representada en la figura 5(C), entre la preforma 19 y el medio de distribución de resina 20. La capa de desprendimiento era un material subsidiario colocado de modo que el medio de distribución de resina 20 no se uniese e integrase con un producto moldeado después del endurecimiento de una resina de matriz.

En cada uno de un acoplador 26 para la entrada de resina y un acoplador 27 para el orificio de sangrado se montó un tubo hecho de nylon con un diámetro exterior de 12 mm.

5 A continuación, la preforma 19, el medio de distribución de resina 20 y análogos se cubrieron con la película de embolsado 22 para sellar la herramienta de formación-moldeo 1 disponiendo un sellante 23 en la parte de extremo de la película de embolsado 22. Se montó un termopar en la película de embolsado 22 que cubría la preforma con el fin de supervisar la temperatura de la preforma 19. El termopar se montó en la misma posición que en el ejemplo 1, a saber, el punto correspondiente a la parte de placa superior y el punto correspondiente a la parte de placa lateral de la parte convexa hueca a intervalos de 50 mm.

10 Posteriormente, el tubo de rarificación se conectó a una bomba de vacío y se rarificó el interior del espacio sellado por la película de embolsado 22 para confirmar la ausencia de escapes y a continuación calentar la preforma 19 mientras que la temperatura preestablecida del controlador de temperatura del molde se puso a una temperatura de 72°C.

15 Se confirmó que la preforma 19 se calentó a una temperatura de 70°C, y a continuación se infundió una resina de matriz desde el tubo para llenado. La resina de matriz infundida desde el tubo permaneció en la entrada de resina 8 prevista para la herramienta de formación-moldeo 1, y a continuación se infundió e impregnó en la preforma 19 a través del medio de distribución de resina 20 colocado para conexión a la entrada de resina 8.

Se confirmó que la resina de matriz estaba impregnada en toda la preforma 19, y a continuación se cerró el tubo de llenado terminando la infusión de la resina de matriz.

25 Después de terminar la infusión de la resina de matriz, posteriormente se efectuó la rarificación del orificio de sangrado 9 para sangrar la resina de matriz excesivamente impregnada en la preforma 19 durante 1 hora. Se confirmó que la resina de matriz excedente había llegado al orificio de sangrado 9 a través del medio de distribución de resina dispuesto para conexión al orificio de sangrado, y que había salido por el tubo de rarificación.

30 Después de terminar el sangrado de la resina de matriz, toda la herramienta de formación-moldeo 1 se cubrió con un aislante térmico de la misma manera que en el ejemplo 1, y la temperatura preestablecida del controlador de temperatura del molde se puso a una temperatura de 132°C para calentar la resina de matriz impregnada en la preforma 19 a una temperatura de 130°C.

35 Posteriormente se confirmó que todos los puntos de la preforma 19 se habían calentado a una temperatura de $130 \pm 1^\circ\text{C}$ de la misma manera que en el ejemplo de referencia 3, la resina de matriz se mantuvo 2 horas y curó obteniendo un producto moldeado.

40 Después de terminar el curado, la temperatura preestablecida del controlador de temperatura del molde se puso a una temperatura de 40°C para realizar el enfriamiento, y después de confirmar que todos los puntos del producto moldeado estaban a 40°C o menos, el producto moldeado de plásticos reforzados con fibra se sacó del molde.

45 No solamente el producto moldeado, sino también la resina de matriz que quedaba en la entrada de resina 8 y el orificio de sangrado 9 dispuesto en la herramienta de formación-moldeo 1 se curaron de manera que se sacasen fácilmente del molde.

50 Se confirmó que el producto moldeado obtenido no tenía defectos como arrugas y meandros de fibra, y la fracción de volumen de fibra de carbono Vf del producto moldeado estaba dentro de $57,5 \pm 2,5\%$ previsto. La fracción de volumen de fibra de carbono se midió en base a un método de digestión de matriz (4) usando ácido sulfúrico según JIS K 7075 (2006).

<Ejemplo comparativo 1>

(Herramienta de formación-moldeo)

55 Se produjo la misma herramienta de formación-moldeo que en el ejemplo 1 a excepción de que no se facilitó el tubo 4 y el tubo 5 hechos de tubos de cobre, el material conductor térmico 6 y el aislante térmico 10 hecho de lana de vidrio.

60 (Pruebas de calentamiento y enfriamiento de la herramienta de formación-moldeo)

Se montó un termopar en la herramienta de formación-moldeo de la misma manera que en el ejemplo 1 con el fin de supervisar el calentamiento y el enfriamiento de la herramienta de formación-moldeo con un registrador de datos.

65 La herramienta de formación-moldeo se puso en un horno de aire caliente en este estado y el horno se puso a una temperatura de 92°C. Aquí, el horno de aire caliente usado era tal que el aire caliente 70 salía en una dirección

perpendicular a la dirección más larga de la herramienta de formación-moldeo para calentar el interior del horno, como se representa en la figura 7.

5 Cuando el estado de calentamiento de la herramienta de formación-moldeo se confirmó después de 90 minutos, la parte de placa lateral 60 de la parte convexa contra la que se sopló el aire caliente se había calentado con una precisión de $90 \pm 5^\circ\text{C}$, pero todavía los puntos a excepción de la parte estaban a menos de 85°C ; se confirmó que el estado de calentamiento variaba con la posición de la herramienta de formación-moldeo.

10 Por ello, se continuó el calentamiento hasta que todos los puntos estuvieron dentro de una temperatura de $90 \pm 5^\circ\text{C}$, y eso era 180 minutos después de comenzar el calentamiento del horno de aire caliente cuando todos los puntos se habían calentado dentro del rango de temperatura.

<Ejemplo comparativo 2>

15 Se hizo una parte convexa sólida hecha de SUS304, que tenía la misma forma externa que la parte convexa hueca del molde de formación-moldeo usado en el ejemplo 1. Posteriormente, el tubo 18 para un recorrido de flujo de un medio de calentamiento se colocó en la parte inferior de la parte convexa con 6 tubos en total usando los mismos tubos de cobre que los usados en el ejemplo 1, como se representa en la figura 4. La parte convexa 17 se soldó e integró con la parte de chapa plana 3 produciendo una herramienta de formación-moldeo 16.

20 En esta herramienta de formación-moldeo se montó un termopar de la misma manera que en el ejemplo 1 con el fin de supervisar el calentamiento y el enfriamiento de la herramienta de formación-moldeo con un registrador de datos. De la misma manera que en el ejemplo 1, el tubo 18 se conectó a una línea de medio de calentamiento del controlador de temperatura del molde y la temperatura preestablecida del controlador de temperatura del molde se puso a una temperatura de 92°C para calentar la herramienta de formación-moldeo.

25 Cuando el estado de calentamiento de la herramienta de formación-moldeo se confirmó después de 90 minutos, se confirmó que todos los puntos estaban a menos de 90°C y la diferencia de temperatura era 10°C o más, dependiendo del punto. A continuación se continuó el calentamiento y, cuando se confirmó de nuevo el estado de calentamiento a los 180 minutos después de comenzar el calentamiento, todos los puntos estaban a menos de 90°C .

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para producir una preforma **caracterizado porque** la preforma para moldeo por transferencia de resina asistido por vacío se produce usando una herramienta de formación-moldeo para moldeo por transferencia de resina asistido por vacío de plásticos reforzados con fibra, obtenida integrando una parte de chapa frontal (2) y una parte de chapa plana (3) para formar una parte convexa hueca, donde un agujero (11) está colocado en una región de la parte de chapa plana (3) que está rodeada por la parte de chapa frontal (2) que forma la parte convexa hueca, y en la que un tubo metálico como un recorrido de flujo de un medio de calentamiento (4) está integrado con la superficie trasera de la parte de chapa frontal (2) por un material conductor térmico (6) y un cordón de caucho (7) está integrado con el exterior de una región usada para formación o moldeo en la parte de chapa plana (3), donde el grosor de la parte de chapa frontal (2) es 1 mm o más y 15 mm o menos, donde el diámetro del cordón de caucho (7) es 10 mm o más y 100 mm o menos, y donde una entrada de resina (8) y un orificio de sangrado de una resina de matriz (9) para moldeo por transferencia de resina asistido por vacío están colocados en la parte de chapa plana (3) entre la parte convexa y el cordón de caucho (7) mediante los pasos siguiente:
- (A) un paso de colocación que consiste en colocar en la herramienta de formación-moldeo un laminado (13) cuyos tejidos de fibra de refuerzo que tienen resina termoplástica y/o termoestable en su superficie son laminados;
- (B) un paso de formación que consiste en formar el laminado rarificando el interior del espacio de sellado después de cubrir todo el laminado (13) con una hoja de caucho transparente o translúcida (14) para sellar la herramienta de formación-moldeo;
- (B1) un paso de verificación que consiste en verificar si el laminado (13) tiene un defecto, tal como arruga, o no a través de la hoja de caucho mientras se sigue aplicando presión atmosférica al laminado (13) continuando la rarificación; y
- (C) un paso de calentamiento y presurización que consiste en unir los tejidos de fibra de refuerzo a través de la resina termoplástica y/o termoestable en la superficie de los tejidos de fibra de refuerzo introduciendo un medio de calentamiento en el tubo (4, 5) para calentar y presurizar el laminado (13) después de formarlo.
2. El proceso para producir una preforma según la reivindicación 1, en el que se coloca un material subsidiario como un recorrido de flujo de una resina de matriz en moldeo por transferencia de resina asistido por vacío conjuntamente con el laminado (13) en el paso de colocación (A).
3. El proceso para producir una preforma según la reivindicación 1 o 2, en el que la tasa de aumento de temperatura de la herramienta de formación-moldeo es 0,5°C/minuto o más y 3°C/minuto o menos en un rango de temperatura de calentamiento de 40°C o más y 130°C o menos en el paso de calentamiento y presurización (C).
4. Un proceso para producir plásticos reforzados con fibra, **caracterizado porque** la preforma obtenida por el proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 se coloca en una herramienta de moldeo diferente de la herramienta de formación-moldeo para infundir, impregnar y curar una resina de matriz.
5. Un proceso para producir plásticos reforzados con fibra, **caracterizado porque** el moldeo por transferencia de resina asistido por vacío se realiza usando una herramienta de formación-moldeo (1) para moldeo por transferencia de resina asistido por vacío de plásticos reforzados con fibra, obtenida integrando una parte de chapa frontal (2) y una parte de chapa plana (3) para formar una parte convexa hueca, donde un agujero (11) está colocado en una región de la parte de chapa plana (3) que está rodeada por la parte de chapa frontal (2) que forma la parte convexa hueca, y en la que un tubo metálico como un recorrido de flujo de un medio de calentamiento (4) está integrado con la superficie trasera de la parte de chapa frontal (2) por un material conductor térmico (6) y un cordón de caucho (7) está integrado con el exterior de una región usada para formación o moldeo en la parte de chapa plana (3), donde el grosor de la parte de chapa frontal (2) es 1 mm o más y 15 mm o menos, donde el diámetro del cordón de caucho (7) es 10 mm o más y 100 mm o menos, y donde una entrada de resina (8) y un orificio de sangrado de una resina de matriz (9) para moldeo por transferencia de resina asistido por vacío están colocados en la parte de chapa plana (3) entre la parte convexa y el cordón de caucho (7) mediante los pasos siguientes:
- (A) un paso de colocación que consiste en colocar en la herramienta de formación-moldeo un medio de distribución

de resina (20) y capa de desprendimiento como un recorrido de flujo de una resina de matriz en moldeo por transferencia de resina asistido por vacío conjuntamente con un laminado (13) cuyos tejidos de fibra de refuerzo que tienen resina termoplástica y/o termoestable en su superficie son laminados;

5 (B) un paso de formación que consiste en formar el laminado rarificando el interior del espacio de sellado después de cubrir todo el laminado (13) con una hoja de caucho transparente o translúcida (14) para sellar la herramienta de formación-moldeo;

10 (B1) un paso de verificación que consiste en verificar si el laminado (13) tiene un defecto, tal como arruga, o no a través de la hoja de caucho mientras se sigue aplicando presión atmosférica al laminado (13) continuando la rarificación;

15 (C) un paso de calentamiento y presurización que consiste en unir los tejidos de fibra de refuerzo a través de la resina termoplástica y/o termoestable en la superficie de los tejidos de fibra de refuerzo introduciendo un medio de calentamiento en un tubo (18) para calentar y presurizar el laminado (13) después de formarlo;

20 (D) un paso de embolsado que consiste en rarificar el interior del espacio sellado después de cubrir la preforma (19), el medio de distribución de resina (20) y la capa de desprendimiento con una película de embolsado (22) para sellar la herramienta de formación-moldeo mientras se libera el sellado de la hoja de caucho (14) y la preforma obtenida (19), el medio de distribución de resina (20) y la capa de desprendimiento se mantienen en la herramienta de formación-moldeo sin sacarlos del molde;

25 (E) un paso de infundir e impregnar resina que consiste en infundir una resina de matriz mientras se rarifica el interior del espacio sellado para impregnar la resina de matriz en la preforma (19) a través del medio de distribución de resina (20);

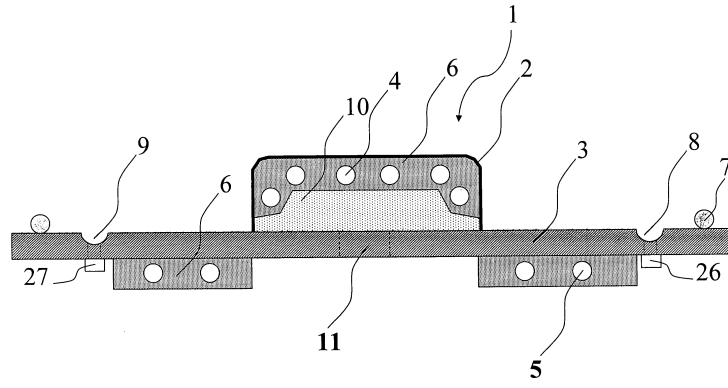
(F) un paso de curación de resina que consiste en calentar y curar la resina de matriz introduciendo un medio de calentamiento en el tubo (18); y

30 (G) un paso de extracción del molde que consiste en extraer un producto moldeado de la herramienta de formación-moldeo (1).

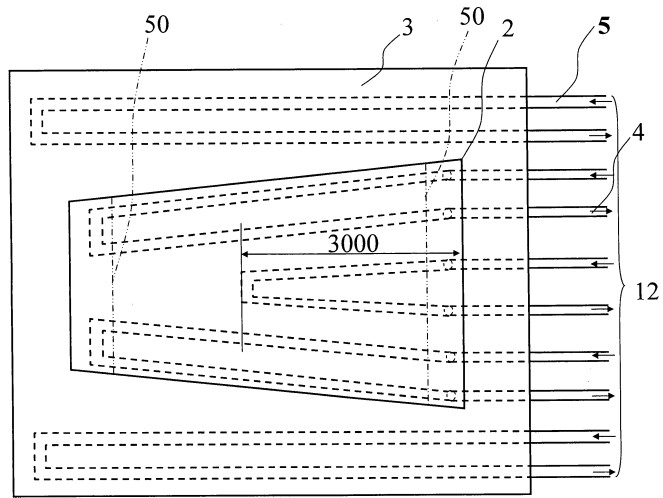
35 6. El proceso para producir plásticos reforzados con fibra según la reivindicación 5, en el que una chapa de presión se coloca sobre el medio de distribución de resina (20) y la capa de desprendimiento en el paso de embolsado (D) y a continuación la herramienta de formación-moldeo (1) se sella con una película de embolsado.

40 7. El proceso para producir plásticos reforzados con fibra según la reivindicación 5 o 6, en el que la tasa de aumento de temperatura de la herramienta de formación-moldeo (1) es 0,5°C/minuto o más y 3°C/minuto o menos en un rango de temperatura de calentamiento de 40°C o más y 130°C o menos en el paso de calentamiento y presurización (C).

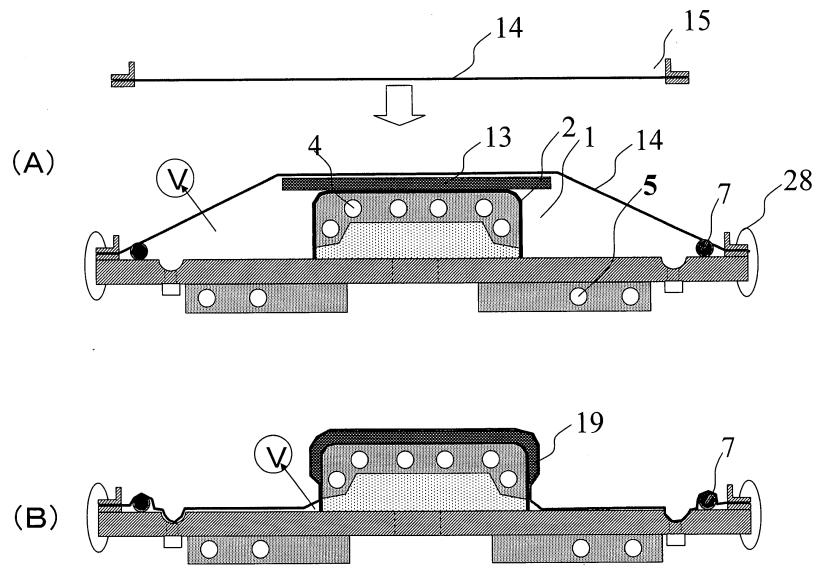
【Fig.1】



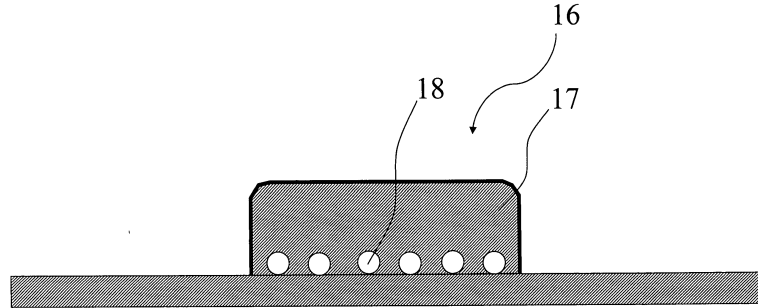
【Fig.2】



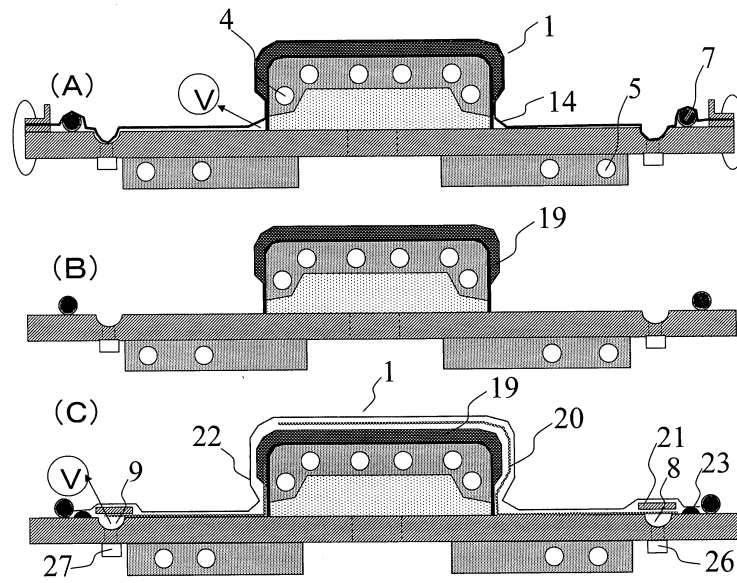
【Fig.3】



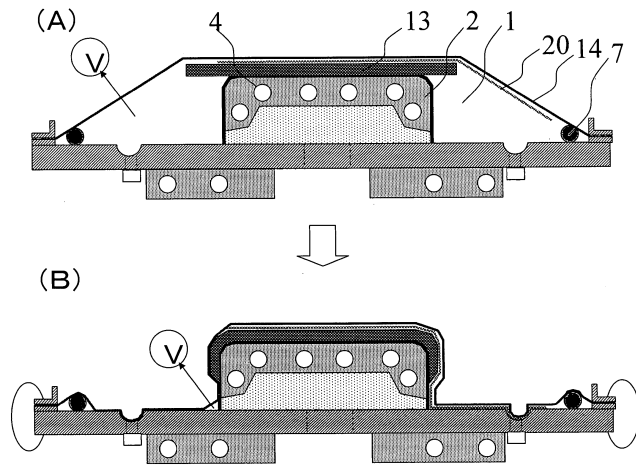
【Fig.4】



【Fig.5】



【Fig. 6】



【Fig. 7】

