

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 497 194**

51 Int. Cl.:

B29C 35/00 (2006.01)

B29C 35/02 (2006.01)

B29C 43/12 (2006.01)

B29C 70/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2011 E 11182673 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.07.2014 EP 2457708**

54 Título: **Procedimiento de moldeo en autoclave**

30 Prioridad:

26.11.2010 JP 2010278599

19.07.2011 JP 2011171356

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

22.09.2014

73 Titular/es:

**KABUSHIKI KAISHA ASHIDA SEISAKUSHO
(100.0%)**

**3-16, Shinomiya 5-chome, Kadoma-shi
Osaka-fu Osaka 571-0017, JP**

72 Inventor/es:

ASHIDA, TAKESHI

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 497 194 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

Procedimiento de moldeo en autoclave

Campo de la técnica

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de moldeo en autoclave para un producto moldeado de un material compuesto usado en aviones, automóviles y otras industrias generales.

Antecedentes de la invención

10 Un producto moldeado que tiene una forma de sección transversal pretendida se ha obtenido convencionalmente mediante el procedimiento conocido en el que un material compuesto con forma de lámina, es decir, un material preimpregnado fabricado mediante impregnación de un material de refuerzo tal como una fibra de carbono, una fibra de aramida o una fibra de vidrio, con una resina termoendurecible denominada matriz tal como una resina epoxi o una resina fenólica, se calienta y se conforma a presión.

15 Estas fibras se conforman en capas de fibras en forma de placas. Una pluralidad de capas de fibras se lamina para formar el material compuesto de modo que las fibras de la capas estén dispuestas en diferentes direcciones. Haciendo esto puede obtenerse un producto ligero en peso y fuerte, ya que la fibra de carbono, la fibra de vidrio, etc., tienen un coeficiente de elasticidad elevado, y el producto se usa ampliamente en aviones, automóviles y otras industrias generales.

El material compuesto que incluye la resina termoendurecible como matriz tiene un comportamiento que es blando a temperaturas ambiente y se cura de forma reactiva calentando a una temperatura predeterminada.

20 Una de las tecnologías para moldear el material compuesto es la tecnología en la que se usa un aparato de prensado en caliente. Según esta tecnología, el material compuesto se dispone entre un molde metálico superior y un molde metálico inferior a modo de sándwich tal como se muestra en la Fig. 14. El material compuesto, después, se calienta y se presuriza en base al gráfico patrón de la Fig. 15 para controlar la temperatura y la presión con el transcurso del tiempo. Cuando se ha finalizado la curación de la resina, se obtiene un producto moldeado que tiene una forma de sección transversal predeterminada tal como se muestra en la Fig. 14. Los moldes metálicos tienen generalmente calentadores eléctricos o bobinas especializadas en los mismos para calentar el material. Los moldes metálicos se calientan mediante conducción térmica o inducción electromagnética y el calor se usa para el moldeo.

25 El material compuestos está formado de una fibra de carbono, una fibra de aramida o similares y la resina se denomina matriz, como se ha mencionado anteriormente. Tomando como ejemplo una resina epoxi, cuando se calienta a aproximadamente 90-100 °C, temperatura a la que la viscosidad de la resina es la más baja, la resina que tiene viscoelasticidad a una temperatura ambiente alcanza un punto de reblandecimiento y la fluidez aumenta. Manteniendo la temperatura, el aire contenido en el material y el aire confinado entre las capas laminadas se expulsa y no se deja un hueco denominado vacío en el producto. Esta etapa se denomina etapa de residencia.

30 Después de finalizar esta etapa, el material compuesto se calienta en continuo a una temperatura predeterminada y, simultáneamente, se comienza con la presurización para obtener una presión predeterminada. La presión se aumenta de modo que pueda alcanzarse una presión predeterminada un poco antes de obtener la temperatura predeterminada, y la temperatura predeterminada y la presión se mantienen. El curado comienza a la temperatura predeterminada y la temperatura se mantiene hasta completar el curado. Normalmente, el curado se completa en aproximadamente una hora. La velocidad de aumento de la temperatura varía en función del espesor total del material laminado. Para ser específicos, cuanto mayor sea el espesor del material, más lento será el aumento de temperatura. Cuando la temperatura aumenta rápidamente al calentar el material, se causa una variación en la temperatura y, por lo tanto, se causa una variación en el estado de curado. Además, la variación en el estado de curado puede causar fracturas debido a la falta de resistencia. La velocidad del aumento de temperatura se determina en base a la experiencia, experimentos, etc. Como para la velocidad de aumento de la presión, solo es necesario aumentar la presión de modo que la curva de presión alcance la presión predeterminada un poco antes de que la temperatura alcance la temperatura predeterminada.

35 El perfil de presión mencionado anteriormente solo es un ejemplo en el que la presión comienza a aumentar después de la etapa de residencia. No obstante, la presión puede aumentarse al mismo tiempo que la etapa de residencia o antes de la etapa. Además, la etapa de residencia misma puede omitirse.

40 Un producto moldeado de un material compuesto de este tipo también puede obtenerse mediante un procedimiento de moldeo en autoclave además de con el procedimiento mencionado anteriormente que usa el aparato de prensado en caliente.

45 Según el procedimiento de moldeo en autoclave, el material compuesto se dispone en una cámara de moldeo. Después, se suministra aire presurizado, nitrógeno o gas mixto formado por los mismos, y el material compuesto se calienta a una temperatura predeterminada con un medio de calentamiento y se presuriza para el moldeo.

En esta ocasión, el aire calentado se hace circular en la cámara de moldeo de modo que el calor se aplique uniformemente al material compuesto.

Los documentos siguientes se enumeran como tecnologías convencionales relacionadas con el aparato de prensado en caliente mencionado anteriormente y el procedimiento de moldeo en autoclave.

5 (Documento 1) Publicación de patente no examinada N° 2010-115822

(Documento 2) Publicación de patente no examinada N° 2006-88049

(Documento 3) Publicación de patente no examinada N° 2009-51074

10 Documentos JPS61173911, JPS5751422, sección "Curing" (ASM Handbook, Vol. 21: Composites; ASM International, Materials Park, Ohio, Estados Unidos; ISBN 978-0-87170-703-1), documentos JPS61290036 y JP2003053740

15 Según el procedimiento de moldeo que usa el aparato de prensado en caliente mencionado anteriormente, ya que el material compuesto se moldea mediante presión de superficie aplicada en una dirección por el molde metálico superior y el molde metálico inferior, no se aplica presión a las caras perpendiculares a la presión de superficie. En consecuencia, la densidad del material compuesto en la dirección perpendicular a la dirección de la presión de superficie es insuficiente y no puede obtenerse una fuerza inherente, lo que supone un problema. En un producto que tiene una sección transversal irregular y complicada, el problema es más grave. Cuando un producto moldeado de material compuesto que incluye diferentes secciones transversales se va a conformar usando el aparato de prensado en caliente, el moldeo unificado es difícil y, por lo tanto, deben unirse conjuntamente una pluralidad de miembros, complicando el procedimiento. Además, en el caso del aparato de prensado en caliente, ya que los calentadores eléctricos y bobinas especializadas deben disponerse en los moldes metálicos superior e inferior, los moldes metálicos mismos se encarecen. Además, debido a que se requiere que los moldes metálicos tengan resistencia a la fatiga y robustez frente a la presión, es fácil que sean grandes y pesados, lo que también supone un problema en el coste de los moldes metálicos.

20 Por otra parte, es adecuado un procedimiento de moldeo en autoclave para moldear un producto que tiene una forma de sección transversal complicada. No obstante, existen diversos problemas en el calentamiento y la presurización.

25 Se usan generalmente aire o nitrógeno caliente para suministrar calor al material compuesto. El material compuesto se dispone en una bolsa de vacío y después se dispone en una cámara de moldeo y se necesita aplicar calor uniformemente al material compuesto calentando aire u otros gases. Para este fin, es necesario disponer un medio de circulación como un motor eléctrico y un ventilador para hacer circular el aire caliente y un medio de calentamiento como un calentador para el suministro continuo de calor. Esto hace que el aparato sea grande y requiere controlar el aparato.

30 El aire, nitrógeno o gas mixto formado por los mismos usado en el procedimiento de moldeo en autoclave como el mencionado anteriormente tiene menos conductividad térmica en comparación con el de un metal como el molde metálico. Por lo tanto, el gas sirve como material termoaislante. Además, la relación de aumento de la temperatura del material compuesto es pequeña, parcialmente debido a que el gas tiene una capacidad térmica más reducida por unidad de flujo. Además, es necesario hacer circular el gas con un flujo preferente para permitir que el gas caliente entre en contacto con el material compuesto de forma uniforme, lo que ha sido difícil.

Sumario de la invención

35 El propósito de la presente invención es mejorar el procedimiento de moldeo en autoclave en el sector de materiales compuestos y proporcionar un procedimiento de moldeo eficaz de un material compuesto. Es decir, usando principalmente vapor saturado, que no se ha usado nunca en un procedimiento de moldeo en autoclave en el sector de los materiales compuestos, puede aplicarse uniformemente una cantidad grande de calor al producto que se va a moldear o al material compuesto que tiene una forma de sección transversal complicada. Además, la presión y la temperatura para el moldeo puede controlarse fácilmente sin disponer un medio de calentamiento o un medio de circulación de gas/aire en la cámara de moldeo. Mejorando la relación de aumento de la temperatura para solucionar el problema de temperaturas no uniformes, se acortan considerablemente el tiempo de aumento de la temperatura, el tiempo de curado y, en consecuencia, el tiempo de realización de la producción.

40 El procedimiento de moldeo en autoclave de la presente invención incluye una etapa de disponer el material compuesto formado de una sustancia de fibra y una matriz en una bolsa de vacío, y después se dispone el mismo en la cámara de moldeo, y una etapa de suministrar calor y presión para el moldeo. Para solucionar los problemas mencionados anteriormente, se suministra vapor saturado que tiene una temperatura predeterminada necesaria para el material compuesto a la cámara de moldeo como fuente de calor y fuente de presurización predeterminada. Al menos bien la temperatura o bien la presión en la cámara de moldeo se controla de modo que el interior de la cámara de moldeo se mantenga para que tenga la temperatura predeterminada y la presión requerida para llevar a cabo el curado del material compuesto.

5 El aparato de moldeo en autoclave es el aparato para disponer el material compuesto formado del sustrato de fibra y la matriz en la bolsa de vacío, disponiéndolo en la cámara de moldeo 1 y después suministrando calor y presión para el moldeo. Para solucionar los problemas mencionados anteriormente, el aparato de moldeo en autoclave comprende un miembro para suministrar vapor saturado como fuente de calor y fuente de presurización predeterminada para suministrar vapor saturado que tenga una temperatura predeterminada necesaria para el material compuesto 13 a la cámara de moldeo y un medio de control para controlar el suministro del vapor saturado para mantener el interior de la cámara de moldeo a la temperatura predeterminada y la presión necesaria para el material compuesto 13.

10 En la presente invención, cuando el agua y el vapor están en un estado de equilibrio a una presión predeterminada, el vapor se denomina vapor de agua saturado. La presión del vapor en este estado se denomina como presión de vapor saturado o una presión de vapor máxima del agua. En otras palabras, la presión del vapor saturado se determina por la temperatura. Por ejemplo, cuando la temperatura es de 130 °C, la presión es de 0,3 MPa. En el presente documento se indica una presión absoluta.

15 En la presente invención, el sustrato de fibra puede ser cualquier fibra como una fibra de carbono, una fibra de aramida, una fibra de vidrio o similar que se ha usado en un material compuesto. Además, la resina termoendurecible puede ser cualquiera de una resina epoxi, una resina fenólica o similar que se ha usado en este tipo de material compuesto.

20 En la presente invención, la matriz es un término técnico usado en el sector de materiales compuestos para indicar una resina termoendurecible o una resina termoplástica. La resina termoendurecible incluye una resina epoxi (EP), una resina fenólica (PF), una resina de poliéster insaturado (UP) y similares. La resina termoplástica incluye una resina de polipropileno (PP), una resina de poliamida (PA), una resina de ABS (ABS) y similares.

Además, el material compuesto incluye el sustrato de fibra inyectado con la matriz, recubierto con la misma o laminado con la misma, además del sustrato de fibra impregnado con la matriz.

25 La bolsa de vacío mencionada anteriormente puede ser una fabricada de un material como nailon, poliimida, etc., que son conocidos en este tipo de moldeo en autoclave, y no es necesario decir que es suficiente que el material sea resistente al calor y resistente al agua.

30 En el procedimiento según la presente invención, se usa vapor saturado, del que nunca se ha considerado su uso en un autoclave convencional en el sector de los materiales compuestos. Pueden aplicarse uniformemente calor y presión al producto que se va a moldear o al material compuesto que tiene una forma de sección transversal complicada, que se dispone en una bolsa de vacío resistente al vapor, usado la presión predeterminada y la temperatura del vapor saturado y usando eficazmente una cantidad grande de calor del vapor saturado, sin disponer un medio de calentamiento o un medio de circulación de gas/aire en la cámara de moldeo. Además, la fabricación no uniforme como falta de resistencia parcial en el producto moldeo puede evitarse.

35 Además, cuando se suministra la cantidad grande de calor atribuida al vapor saturado, se causa con dificultad una no uniformidad en la temperatura dentro de la cámara de moldeo, y el tiempo de curado del material compuesto puede reducirse considerablemente, lo que es una ventaja significativa. Además, existe una ventaja que la presente invención puede materializar solo modificando un autoclave existente.

40 Aunque el aparato necesita tener un medio de suministro de vapor saturado, etc, no es necesario disponer un calentador y un medio de circulación de gas como un ventilador, una placa de corriente o una placa inductiva en la cámara de moldeo como en la tecnología convencional. En consecuencia, el coste del equipamiento del aparato se reduce. Además, ya que se suministra vapor saturado, pueden aplicarse uniformemente calor y presión al material compuesto solo llenando la cámara de moldeo con el vapor saturado sin rectificar la corriente de aire en la cámara de moldeo, lo que representa otra ventaja.

Otras ventajas de la invención serán evidentes en la descripción siguiente de las realizaciones de la invención.

45 **Modo preferente de la invención**

El procedimiento de moldeo en autoclave de la presente invención se realiza preferentemente tal como sigue.

50 A saber, como fuente de presurización complementaria necesaria para el moldeo, se suministra a la cámara de moldeo el aire, nitrógeno o gas mixto formado por los mismos que tiene una presión predeterminada superior a la presión de vapor saturado. El suministro del vapor saturado y el aire, nitrógeno o gas mixto formado por los mismos que tiene la presión predeterminada se controla, y al menos uno de entre la temperatura o la presión se controla de modo que la temperatura y presión predeterminadas en la cámara de moldeo necesarias para el material compuesto puede mantenerse para llevar a cabo un procedimiento de curado.

Así, añadiendo el aire, nitrógeno o el gas mixto formado por los mismos complementario que tiene la presión predeterminada, se facilita el control de la presión y la temperatura para el moldeo.

Mientras tanto, el aire, nitrógeno o el gas mixto formado por los mismos que tiene la presión predeterminada usado como fuente de presurización complementaria puede tener temperatura ambiente o puede precalentarse a una temperatura predeterminada. Cuando se usa el gas mixto, la relación de mezcla puede determinarse arbitrariamente.

5 El vapor saturado que tiene la presión predeterminada necesaria para el material compuesto se calienta para obtener vapor sobrecalentado o una temperatura determinada superior a la del vapor saturado para permitir que el vapor sobrecalentado sirva como fuente de calor y la fuente de presurización predeterminada. El vapor sobrecalentado se suministra a la cámara de moldeo. Es preferente que el procedimiento de curado se lleve a cabo controlando al menos bien la temperatura o bien la presión en la cámara de moldeo de modo que puedan
10 mantenerse la temperatura y la presión predeterminadas necesarias para el material compuesto.

Así, usando el vapor sobrecalentado obtenido calentando el vapor saturado, la cantidad de calor de un intervalo de presión del lado inferior que la presión de vapor saturado se compensa. En consecuencia, puede controlarse un intervalo completo de presión y temperatura. Además, suministrando una cantidad grande de calor atribuido al vapor sobrecalentado, se produce con dificultad una temperatura no uniforme en la cámara de moldeo, y el tiempo de curado del material compuesto puede acortarse considerablemente. Además, la presente invención puede materializarse solo modificando un autoclave existente, lo que representa una ventaja.
15

Mientras tanto, el vapor saturado contiene, en general, muy poca agua, y se denomina vapor saturado húmedo y vapor húmedo. Cuando X kg del vapor saturado seco de y (1-X) kg de agua están contenidos en el vapor húmedo de 1 kg, X se refiere a la fracción seca y (1-X) se refiere a la fracción húmeda. Cuando el vapor saturado seco se calienta adicionalmente, la temperatura aumenta. Así, el vapor que tiene la temperatura superior a la temperatura correspondiente a la presión de vapor saturado se denomina vapor sobrecalentado. Aunque el vapor saturado produce un vapor blanco, el vapor sobrecalentado es un gas transparente e incoloro y no forma condensación antes de que la temperatura disminuya a la temperatura de saturación. Cuando el vapor sobrecalentado se sopla sobre una sustancia, la temperatura superficial aumenta y el agua contenida en la sustancia se evapora. Este comportamiento se usa en un secador, un horno de cocción, etc., debido a estas propiedades.
20
25

El vapor sobrecalentado que se usa en la presente invención puede obtenerse calentando el vapor saturado de 100 °C y 0,1 MPaG, es decir, una presión estándar o una presión atmosférica a 130 °C y para que tenga 0,1 MPaG.

A continuación se describe un procedimiento preferente. A saber, solo el vapor saturado se suministra con la cámara de moldeo parcialmente abierta para calentar la cámara de moldeo a una temperatura predeterminada, y el estado se mantiene durante un periodo determinado para llevar a cabo la etapa de residencia. Después de ello, la cámara de moldeo se cierra herméticamente y se suministran el vapor saturado y el aire, nitrógeno o el gas mixto formado por los mismos que tiene la presión predeterminada. Después, el procedimiento se lleva desde la etapa de aumento de la presión a la etapa de curado.
30

Es preferente que después de que se haya completado la etapa de curado de la matriz, se suministre agua fría en la cámara de moldeo para enfriar el material compuesto. Después, el material compuesto se transfiere a una cámara de secado y se suministra el aire. Después del secado, el material compuesto se libera de la bolsa de vacío.
35

El aparato de moldeo en autoclave de la presente invención se materializa preferentemente tal como sigue.

A saber, un medio de suministro de aire comprimido 33 está dispuesto como fuente de presurización complementaria para suministrar a la cámara de moldeo el aire, nitrógeno o gas mixto formado por los mismos que tiene una presión predeterminada superior a la presión de vapor saturado necesaria para el moldeo. Así, el aire, nitrógeno o el gas mixto formado por los mismos que tiene la presión determinada puede añadirse para la complementación. En consecuencia, se facilita el control de la presión y la temperatura para el moldeo.
40

Además, como la fuente de calor y una fuente de presurización predeterminada, es preferente que esté dispuesto un medio de suministro de vapor sobrecalentado 36 que incluye un medio de calentamiento de vapor saturado 35 para el calentamiento de vapor saturado que tiene la presión predeterminada necesaria para el material compuesto 13. El medio de suministro de vapor sobrecalentado 36 calienta el vapor saturado para convertirlo en vapor sobrecalentado que tiene la temperatura predeterminada superior a la del vapor saturado y después suministra el vapor sobrecalentado a la cámara de moldeo.
45

Así, la cantidad de calor de un intervalo de presión del lado inferior, inferior a la presión del vapor saturado, se compensa. En consecuencia, puede controlarse un intervalo completo de presión y temperatura. Además, suministrando la cantidad grande de calor atribuida al vapor sobrecalentado, se produce una temperatura no uniforme en la cámara de moldeo con dificultad, y el tiempo de curado del material compuesto puede acortarse considerablemente, lo que supone una gran ventaja. Además, la presente invención puede materializarse modificando solo un aparato de autoclave existente, lo que también representa una ventaja.
50

Es preferente que tenga la estructura siguiente. A saber, una válvula de reducción de la presión 23 para el vapor está dispuesta en el medio de suministro de vapor saturado 32 para obtener la presión pretendida. La válvula de vapor principal automática 24 y la válvula de control de la temperatura automática 25 están conectadas en paralelo
55

una a otra. La válvula de reducción de la presión 23, la válvula de vapor principal automática 24 la válvula de control de la temperatura automática 25 se controlan con el medio de control 34.

Disponiendo estas válvulas, la temperatura y la presión en la cámara de moldeo 1 se controla fácilmente de forma individual, facilitando el control como un todo.

5 Es preferente que esté dispuesta una pluralidad de boquillas 7 para suministrar el vapor saturado a la cámara de moldeo 1 de modo que pueden inyectar el vapor saturado a sustancialmente la totalidad material compuesto 13, y que las boquillas 7 también puedan servir como boquillas para suministrar el aire, nitrógeno o el gas mixto formado por los mismos que tiene una presión predeterminada.

10 Con esta estructura de uso de las boquillas para el fin doble mencionado anteriormente, se hacen idénticos los destinos del suministro de calor y los destinos de suministro de presión, lo que simplifica la estructura y reduce la distribución no uniforme de la presión y la temperatura. Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una vista esquemática de la totalidad del aparato de autoclave de la realización 1.

La Fig. 2 es una vista plana esquemática de una parte principal de aparato de autoclave de la realización 1.

15 La Fig. 3 es un gráfico patrón para controlar la temperatura y la presión del aparato de autoclave de la realización 1 con el transcurso del tiempo.

La Fig. 4 es un diagrama de flujo que muestra el proceso del procedimiento de moldeo de la realización 1.

La Fig. 5 es un gráfico que muestra los cambios de una temperatura ambiente y la presión dentro de la cámara de moldeo del aparato de autoclave de la realización 1 con el transcurso del tiempo.

20 La Fig. 6 es una vista esquemática de boquillas de aire que muestra otra forma de la parte principal del aparato de autoclave de la realización 1.

La Fig. 7 es un gráfico que muestra la comparación en la resistencia al doblado de especímenes moldeados con un aparato de prensado en caliente convencional y con el procedimiento de la presente invención.

La Fig. 8 es un gráfico patrón para controlar la temperatura y la presión del aparato de autoclave de la realización 2 con el transcurso del tiempo.

25 La Fig. 9 es un diagrama de flujo que muestra un proceso del procedimiento de moldeo de la realización 2.

La Fig. 10 es una vista esquemática del medio de suministro de vapor sobrecalentado del aparato de autoclave de la realización 3 de la presente invención.

La Fig. 11 es un gráfico patrón para controlar la temperatura y la presión del aparato de autoclave de la realización 3 con el transcurso del tiempo.

30 La Fig. 12 es un diagrama de flujo que muestra el proceso del procedimiento de moldeo de la realización 3 de la presente invención.

La Fig. 13 es un diagrama de flujo que muestra el proceso del procedimiento de moldeo de la realización 4.

La Fig. 14 es una vista esquemática del aparato de prensado en caliente convencional y de un espécimen moldeado con el aparato de prensado en caliente.

35 La Fig. 15 es un gráfico patrón para controlar la temperatura y la presión del aparato de prensado en caliente convencional con el transcurso del tiempo.

Realizaciones preferentes de la invención

Realización 1

40 A continuación se describen en detalle, en base a los dibujos, realizaciones preferentes del procedimiento de moldeo en autoclave y el aparato para el procedimiento de la presente invención. En una primera realización, se usa una resina termoendurecible como matriz.

Una estructura esquemática se muestra en las Fig. 1 y 2 para mostrar el aparato de autoclave completo de la presente invención.

45 El aparato comprende principalmente una cámara de moldeo 1, una cámara de secado 2, una bomba de vacío de anillo de agua 3, un panel de control 4, una línea de transporte automática 5, es decir, una cinta transportadora, una caldera 6, tuberías conectadas a la misma y una pluralidad de válvulas. La estructura detallada de las mismas se describirá más adelante.

A saber, el aparato de moldeo en autoclave se usa para moldear un material compuesto 13 disponiendo el mismo en una bolsa de vacío 15 y después en la cámara de moldeo 1, y calentando y presurizando el mismo. El material compuesto 13 se obtiene impregnando un sustrato de fibra, es decir, una fibra de carbono en la presente realización, con una resina termoendurecible, una resina epoxi en la presente realización, como matriz. El aparato de moldeo en autoclave comprende un medio de suministro de vapor saturado 32, un medio de suministro de aire comprimido 33 y un medio de control 34. El medio de suministro de vapor saturado 32 sirve como fuente de calor y presurización predeterminada para suministrar a la cámara de moldeo 1 el vapor saturado que tiene la temperatura predeterminada necesaria para el material compuesto 13, que es de 130 °C en la presente realización. El medio de suministro de aire comprimido 33 suministra a la cámara de moldeo 1 el aire, nitrógeno o un gas mixto formado por los mismos que tiene una presión predeterminada, que es de 0,31 MPaG en la presente realización, como fuente de presurización complementaria necesaria para el moldeo. MPaG es una unidad para indicar una presión manométrica, es decir, una presión diferencial a la presión atmosférica. El medio de control 34 controla el suministro del vapor saturado, y el aire, nitrógeno o el gas mixto formado por los mismos que tiene una presión predeterminada de modo que el interior de la cámara de moldeo pueda mantenerse a la temperatura predeterminada, que es de 130 °C en la presente realización, y a la presión predeterminada, que es de 0,3 MPaG en la presente realización, necesarias para el material compuesto 13.

El medio de suministro de vapor saturado 32 está provisto de una válvula de reducción de la presión 23 para cambiar la presión del vapor vivo, que se lleva a ebullición en la caldera 6 y tiene 0,4 MPaG y 150 °C en la presente realización, a una presión pretendida de 0,2 MPaG en la presente realización. Además, el medio de suministro de vapor saturado 32 está provisto de una válvula de vapor principal automática 24 y una válvula de control de la temperatura automática 25 que están conectadas en paralelo entre sí. La válvula de reducción de la presión 23, la válvula de vapor principal automática 24 la válvula de control de la temperatura automática 25 se controlan con el medio de control 34.

Se dispone una pluralidad de boquillas 7, a saber, 20 boquillas/fila x 2 filas = 40 boquillas en la presente realización, para suministrar el vapor saturado a la cámara de moldeo 1 de modo que las boquillas 7 puedan inyectar el vapor saturado a sustancialmente la totalidad del material compuesto 13. Las boquillas 7 pueden servir también como boquillas para suministrar el aire, nitrógeno o el gas mixto formado por los mismos que tiene una presión predeterminada, que se describirán más adelante como un ejemplo de modificación de la presente invención.

Una estructura específica del aparato de autoclave se describirá en detalle más adelante.

La cámara de moldeo 1 está provista de una tubería de vapor 8 que tiene una pluralidad de boquillas de vapor 7, a saber, 40 boquillas en la presente realización, de un modo tal que el vapor saturado que sale de la caldera 6 y se inyecta en la cámara de moldeo 1 pueda abarcar totalmente el interior de la cámara de moldeo 1. Además, una tubería de refrigeración 10 está provista de una pluralidad de boquillas de refrigeración 9 que se abre de modo que abarque totalmente el interior de la cámara de moldeo 1 como en el caso de la tubería de vapor 8 que tiene las boquillas de vapor 7. También está dispuesta una boquilla de aire 11 que se abre para inyectar el aire comprimido en la cámara de moldeo 1. La caldera 6, la tubería de vapor 8 y las boquillas de vapor 7 comprenden el medio de suministro de vapor saturado 32.

Una tubería de drenaje 12 está dispuesta para drenar la humedad condensada y el agua de refrigeración que se acumula en la parte inferior de la cámara de moldeo 1. Está dispuesta una boquilla de vacío 16 para someter al vacío el material compuesto 13 que se encuentra sobre una forma de molde 14, envuelta en la bolsa de vacío 15 junto con la forma de molde 14, y se produce un vacío de forma preliminar. Está dispuesto un acoplador de vacío 18 para conectar una manguera flexible 17a conectada a una boquilla de vacío 16 con la bolsa de vacío 15. Además, también están dispuestos una puerta 19 para cerrar herméticamente la cámara de moldeo 1 y un dispositivo de apertura y cierre 20 para la puerta 19.

En la presente realización, el material compuesto 13 es un objeto en capas de una fibra de carbono y se usa como resina termoendurecible una resina epoxi, pudiendo usarse también, no obstante, una resina fenólica, etc.

Un material constituyente de la bolsa de vacío 15 es, en la presente realización, nailon, aunque también puede usarse un material que tenga resistencia al calor y resistencia al agua como una goma de silicona.

En la presente realización, un material constituyente de la forma de molde 14 es FRP, aunque también pueden usarse diversos materiales tales como un tablero de nácar, yeso, etc., ya que la necesidad de una fuente de calor incorporada, que debe estar dispuesta en el molde metálico usado como aparato de prensado en caliente, y el espesor y la resistencia de la forma de molde 14 de la presente invención pueden ser requisitos mínimos siempre que la forma de molde 14 pueda resistir el vapor saturado y el aire comprimido.

Están dispuestos soplantes 21, 22 para calentar el interior de la cámara de secado 2 en el exterior de la cámara de secado 2. La cámara de secado 2 tiene un espacio suficiente como para alojar la bolsa de vacío 15 transportada por una línea de transporte automática 5.

La bomba de vacío de anillo de agua 3 realiza la recogida, compresión y descarga mediante la rotación de una rueda con paletas mediante agua de sellado. A diferencia de una bomba de vacío de tipo circulación, la bomba de

vacío de anillo de agua 3 no permite que el aceite fluya a la tubería para producir el vacío y, en consecuencia, no se disemina por el interior de la cámara de moldeo 1.

El medio de control 34 comprende el panel de control 4. El panel de control 4 es un panel de operación para controlar el proceso del transporte automático de la bolsa de vacío 15 y para el moldeo como ajuste, etc. del suministro de vapor saturado y aire comprimido, que se describirá más adelante. Además del panel de control 4, el medio de control 34 comprende también: la válvula de reducción 23, la válvula de vapor principal automática 24 y la válvula de control de la temperatura automática 25 para controlar el vapor tal como se ha mencionado anteriormente; una válvula de reducción de la presión 29 para el aire comprimido y una válvula de introducción de aire automática 30 para controlar el aire comprimido; y un mecanismo de operación que incluye el dispositivo de apertura/cierre de la puerta 20, una válvula de introducción de agua de refrigeración automática 26, una válvula de drenaje automática 31, la bomba de vacío 3, etc.

La línea de transporte automática 5 es para transportar de forma automática el material compuesto 13, que se carga en forma de capas en la forma de molde 14, se envuelve con la bolsa de vacío 15 y se somete a un vacío preliminar, dentro y en el exterior de la cámara de moldeo 1 y de la cámara de secado 2 en línea, y para transportarlo automáticamente al sitio, que no se muestra en las figuras, en el que la bolsa de vacío 15 se elimina y el producto moldeado se desmoldea.

Ahora, se explicará la tubería que incluye válvulas.

La tubería de calor 8 que conduce a la tubería que tiene una pluralidad de boquillas de vapor 7 se explica más adelante desde el lado de entrada de la misma. La tubería de calor 8 para enviar el vapor saturado puesto en ebullición en la caldera 6 se conduce desde una brida que conecta la tubería desde la caldera 6 a la válvula de reducción de la presión 23 que reduce la presión del vapor con respecto a la presión original. Después, la cantidad de vapor se controla. Desde la válvula de reducción de la presión 23, la válvula de vapor principal automática 24 que sirve principalmente para aumentar la temperatura y la válvula de control de la temperatura automática 25 que sirve principalmente para mantener la temperatura predeterminada están conectadas en paralelo entre sí, desde donde la tubería de vapor 8 se extiende a la parte que tiene las boquillas de vapor 7.

La tubería de refrigeración 10 que conduce a la tubería que tiene una pluralidad de boquillas de refrigeración 9 es la tubería para transportar el agua de refrigeración desde el tanque de agua, que no se muestra en los dibujos. La tubería de refrigeración 10 está conectada desde una brida que conecta la tubería que proviene del tanque de agua a una válvula de introducción de agua de refrigeración automática 26 que controla la cantidad de agua y conduce a la parte que tiene las boquillas de refrigeración 9.

Una tubería de aire 27 que conduce a la parte que tiene la boquilla de aire 11 es la tubería para enviar el aire comprimido desde un compresor 28. La tubería de aire 27 conduce desde una brida que conecta la tubería que viene desde el compresor 28; a la válvula de reducción de presión 29 para reducir la presión de aire con respecto a la presión original; después a la válvula de introducción de aire automática 30 para controlar la cantidad de aire; y también a la parte que tiene la boquilla de aire 11. El compresor 28, la tubería de aire 27 y la boquilla de aire 11 comprenden el medio de suministro de aire comprimido 33. Mientras tanto, aunque puede usarse nitrógeno solo en vez del aire comprimido, el medio se denomina como medio de suministro de aire comprimido por motivos de conveniencia.

En la tubería de drenaje 12, está dispuesto un puerto de drenaje en el fondo de la cámara de moldeo 1 para drenar la humedad condensada o el agua de refrigeración acumulada en el fondo de la cámara de moldeo 1, desde la que la tubería 12 se extiende hacia abajo, a la que está conectada una válvula de drenaje automática 31 y después conduce al tanque de drenaje que no se muestra en el dibujo. La válvula de drenaje automática 31 también sirve para liberar la presión en la cámara de moldeo 1, en otras palabras, también tiene una función de descarga.

Una línea de vacío que conduce a la boquilla de vacío 16 está dispuesta de un modo tal que la bomba de vacío de anillo de agua 3 esté conectada a la boquilla de vacío 16 dispuesta en la cámara de vacío 1. La bomba de vacío de anillo de agua 3 realiza la recogida, la compresión y la descarga suministrando agua a la bomba y haciendo girar una rueda con paletas dispuesta en una carcasa. La boquilla de vacío 16 está conectada a la manguera flexible 17a, un acoplador de vacío 18 está conectado al lado opuesto de la manguera flexible 17a, y el puerto de descarga de la bolsa de vacío 15 está dispuesto en el lado frontal. El puerto de descarga está conectado al acoplador de vacío 18 con una manguera flexible 17b. El aire remanente dentro de la bolsa de vacío 15 se descarga con la bomba de vacío 3.

Ahora, el flujo de la bolsa de vacío 15 se explica en base a la Fig. 2. La Fig. 2 es una vista plana esquemática que muestra la totalidad del aparato de la presente invención. El material compuesto 13 está dispuesto sobre la forma de molde en el sitio de embolsado 15 y se somete al vacío preliminarmente. Esto se denomina etapa de embolsado. La bolsa de vacío 15 que se somete al vacío preliminarmente está dispuesta en una posición inicial de la línea de transporte automática 5. Después se ajustan la temperatura, presión y tiempo predeterminados en el panel de control 4. El transporte automático se inicia presionando un botón de comienzo del transporte automático.

La bolsa de vacío 15 fluye de izquierda a derecha en la Fig. 2. Cuando la bolsa de vacío 15 alcanza un elemento en frente de la cámara de moldeo 1, se detiene temporalmente. El elemento que está integrado con la puerta 19 se mueve a la cámara de moldeo 1 mediante el dispositivo de apertura/cierre de la puerta 20 con la bolsa de vacío 15 dispuesta en este elemento. La cámara de moldeo 1 se cierra después herméticamente con la puerta 19. Cuando la bolsa de vacío 15 alcanza una posición predeterminada, se conecta a la boquilla de vacío 16 mediante el acoplador de vacío 18 y comienza la producción de vacío. Esto se denomina como una etapa de instalación en la cámara de moldeo. El procedimiento de moldeo se explicará posteriormente. La bolsa de vacío 15 después de finalizar una etapa de descarga y refrigeración se lleva a cabo en la cámara de moldeo 1, se mueve hacia la derecha mediante la línea de transporte automático 5, y se lleva a la cámara de secado 2. Esto se denomina etapa de instalación en una cámara de secado. Después, la bolsa de vacío 15 se seca en la cámara de secado 2, que es una etapa de secado. Después de finalizar la etapa de secado, la bolsa de vacío 15 se mueve hacia la derecha de nuevo mediante la línea de transporte automática 5 y se detiene en la posición de detención. La bolsa de vacío 15 se lleva a un sitio de liberación, en el que la bolsa de vacío 15 se elimina y el producto moldeado se libera de la forma. Esto se denomina etapa de desmoldeo.

En la presente realización, la bolsa de vacío 15 se seca en la cámara de secado 2. No obstante, la zona circundante la bolsa de vacío 15 en la cámara de moldeo 1 puede secarse mediante producción de vacío. En este caso, la necesidad de una cámara de secado 2 es eliminada.

Ahora se explicará un ejemplo de un procedimiento de moldeo en autoclave en base a las Fig. 3 y 4. La Fig. 3 muestra un gráfico patrón para controlar la temperatura y la presión con el transcurso del tiempo y muestra un diagrama de una presión de vapor saturado, una presión de aire comprimido y una presión de aire de descarga que varía en sincronización con el transcurso del gráfico patrón. Un eje vertical de cada uno de los diagramas muestra una presión manométrica, es decir, la presión diferencial de la presión atmosférica. La Fig. 4 muestra un diagrama de flujo del procedimiento de moldeo.

El vapor saturado de una presión original de 0,4 MPaG y una temperatura de 150 °C se prepara con la caldera 6 de antemano, y la presión se reduce a 0,2 MPaG con la válvula de reducción de la presión 23. La cantidad de vapor se controla mediante la válvula de vapor principal automática 24, y la válvula de drenaje automática 31 se abre para introducir el vapor saturado en la cámara de moldeo 1 sin presión, es decir, a presión atmosférica. Después, el interior de la cámara de moldeo 1 se calienta a 90 °C. Esta etapa se denomina como etapa de aumento de la temperatura.

Después, la temperatura de 90 °C se mantiene durante 1 a 1,5 horas abriendo y cerrando apropiadamente la válvula de control de la temperatura automática 25 y descargando abriendo la válvula de drenaje automática 31. Esta se denomina etapa de residencia.

Después, la válvula de drenaje automática 31 se cierra una vez y la presión de descarga se ajusta a 0,3 MPaG. Cuando la presión dentro de la cámara de moldeo 1 es 0,295 MPaG o inferior, la válvula de drenaje automática 31 se mantiene cerrada. Cuando la presión sea de 0,305 MPaG o superior, la válvula de drenaje automática 31 se abre. Cuando la presión cae a 0,295 MPaG o un valor inferior, la válvula de drenaje automática 31 se cierra. La temperatura y la presión se controlan de modo que la temperatura ambiente en la cámara de moldeo 1 pueda ser de 130 °C y la presión de 0,3 MPaG como valores diana para el curado. La válvula de vapor principal automática 24 opera de nuevo y el vapor saturado se introduce y se calienta a 130 °C. El interior de la cámara de moldeo 1 está sin presión, es decir, por debajo de la presión atmosférica, a 100 °C o menos. Cuando la temperatura excede los 100 °C, la presión dentro de la cámara de moldeo 1 aumenta a 0,2 MPaG, que es la presión de vapor saturado en el momento de 130 °C.

Cuando la temperatura ambiente dentro de la cámara de moldeo 1 alcanza 130 °C se introduce el aire comprimido que tiene la presión un poco superior a 0,3 MPaG, es decir, 0,31 MPaG por ejemplo.. Esto es debido a que el aire no se permite penetrar en la cámara de moldeo 1 cuando la presión del aire comprimido es inferior a la presión dentro de la cámara de moldeo 1. La presión del aire comprimido se determina mediante la capacidad del compresor 28 como en el caso del vapor saturado. Por ejemplo, el aire comprimido de 0,6 MPaG se suministra desde el compresor 28 a la tubería de aire 27, y la presión se reduce a 0,31 MPaG con la válvula de reducción de presión 29. La escasez de presión en la cámara de moldeo 1 se complementa con el aire comprimido, y la presión en el interior de la cámara de moldeo 1 alcanza 0,3 MPaG en su debido momento. Esto se denomina un proceso de aumento de la presión.

La temperatura ambiente y la presión en el interior de la cámara de moldeo 1 se mantienen respectivamente a 130 °C y 0,3 MPaG, y el estado se mantiene durante un tiempo de curado predeterminado. El tiempo de curado se determina mediante el material compuesto 13. Por ejemplo, en el caso del material compuesto ordinario 13 que tiene la resina termoendurecible como sustrato en la presente realización, este dura aproximadamente 1 hora para completar la reacción de curado. No obstante, la temperatura en la cámara de moldeo 1 se reduce mediante la absorción de calor por el aire introducido, la absorción de calor por el objeto de moldeo, es decir, el material compuesto 13 o la cámara de moldeo 1, y se libera calor desde la cámara de moldeo 1 cuando no se toman medidas. Por lo tanto, es necesario introducir el vapor de forma apropiada. Cuando la presión en la cámara de moldeo 1 se reduce y la temperatura en la misma alcanza 130 °C, se necesita introducir aire.

5 Cuando la temperatura y la presión en la cámara de moldeo 1 son 130 °C y 0,3 MPaG, respectivamente, la introducción del vapor y el aire se detiene de nuevo, y la temperatura y la presión en la cámara de moldeo 1 se reduce con el transcurso del tiempo por las razones mencionadas anteriormente. Básicamente, la reducción de la temperatura se compensa con la introducción del vapor y la reducción de la presión se compensa con la introducción de aire. Cuando se introduce de nuevo el vapor, la temperatura y la presión en la cámara de moldeo 1 se aumentan, y cuando exceden los valores de referencia de las condiciones para la descarga, la válvula de drenaje automática 31 se abre y la presión se reduce. Cuando la temperatura en la cámara de moldeo 1 es 130 °C, el vapor no puede introducirse y, por lo tanto, el aire se introduce. Después, la presión en la cámara de moldeo 1 se aumenta de nuevo y la temperatura se reduce. La temperatura y la presión en la cámara de moldeo 1 se comprueban de nuevo, y cuando se encuentra que son diferentes a 130 °C y 0,3 MPaG, respectivamente, se introduce el vapor de nuevo. Así, la temperatura y la presión en la cámara de moldeo 1 se equilibran suministrando y descargando el vapor y el aire, y el procedimiento se repite hasta que expira el tiempo requerido para el curado. Esto se denomina etapa de curado.

15 Cuando se finaliza la etapa de curado, el valor de referencia de la válvula de drenaje automática 31 se ajusta a 0,2 MPaG y la válvula de drenaje automática 31 se controla. Después, el aire se introduce desde el compresor 28 para reemplazar el aire. Cuando la temperatura en la cámara de moldeo 1 se reduce a 100 °C o menos, la válvula de drenaje automática 31 se abre a la atmósfera y el aire comprimido en la cámara de moldeo 1 se descarga de una sola ráfaga. Al mismo tiempo, el agua de refrigeración se descarga desde las boquillas de refrigeración 9 para enfriar la bolsa de vacío 15. El agua de refrigeración que fluye al fondo de la cámara de moldeo 1 se descarga al tanque de drenaje a través de la válvula de drenaje automática 31. Esto se denomina etapa de descarga y refrigeración.

20 La Fig. 5 es un gráfico que muestra los cambios de la temperatura ambiente y la presión dentro de la cámara de moldeo 1 con el transcurso del tiempo. Como se muestra en la Fig. 5, sensores numerados del uno al ocho están dispuestos en la cámara de moldeo 1 y la temperatura ambiente se registra por medio de los ocho sensores de temperatura. El sensor de temperatura número ocho opera como un sensor para controlar la temperatura. La presión se registra mediante un sensor de presión que no se muestra en el dibujo.

25 El gráfico mencionado anteriormente muestra los datos registrados después del moldeo a una temperatura de 130 °C, presión de 0,3 MPaG y un tiempo de curado de 40 minutos, como condiciones de curado.

30 En cuanto a la distribución de temperatura a la temperatura ambiente de 130 °C en la etapa de curado, la variación de los datos registrados por los ocho sensores de temperatura es de entre 2 °C, lo que indica que la variación de temperatura en la cámara de moldeo es muy pequeña. Cuanto mayor sea la presión, más pequeña será la variación de temperatura, ya que el número de moléculas de gas aumenta y la conductividad térmica aumenta.

35 La distribución de temperatura también está relacionada con el tiempo de curado. Para ser exactos, desde el tiempo en el que el sensor de temperatura dispuesto en la posición en la que la temperatura es la mínima alcanza la temperatura diana de 130 °C, la medición del tiempo de curado comienza. Por lo tanto, cuando menor sea la variación de temperatura, menor será el lapso de tiempo para alcanzar 130 °C entre la posición de la temperatura más alta y la posición de la temperatura más baja. En consecuencia, el tiempo completo para la etapa de curado, o en otras palabras, el tiempo de curado sustantivo, se reduce.

40 En la presente realización, la bolsa de vacío 15 que aloja el material compuesto 13 se transporta automáticamente. No obstante, puede transportarse manualmente.

Además, las válvulas se controlan automáticamente en la presente realización, pero pueden controlarse manualmente según los procedimientos de operación.

45 En resumidas cuentas, el procedimiento de moldeo en autoclave de la presente invención es para moldear el material compuesto, que comprende el sustrato de fibra y la resina de matriz, disponiendo el material compuesto en la bolsa de vacío y después en la cámara de moldeo, calentándolo y presurizándolo. En este procedimiento, como fuente de calor y la fuente de presurización predeterminada, el vapor saturado que tiene la temperatura predeterminada necesaria para el moldeo del material compuesto se suministra a la cámara de moldeo. Además, como fuente de presurización complementaria necesaria para el moldeo, se suministra el aire, nitrógeno o gas mixto formado por los mismos que tiene la presión predeterminada a la cámara de moldeo cuando surge la necesidad. El suministro del vapor saturado y el aire, nitrógeno o el gas mixto que tiene la presión predeterminada se controla de modo que la temperatura predeterminada y la presión predeterminada en la cámara de moldeo necesarias para el material compuesto pueden mantenerse para llevar a cabo la etapa de curado.

55 En el procedimiento mencionado anteriormente, es preferente el procedimiento siguiente. A saber, solo se suministra el vapor saturado con la cámara de moldeo 1 parcialmente abierta. Después de calentar la cámara de moldeo 1 a la temperatura predeterminada, el estado se mantiene durante un periodo predeterminado, que es la etapa de residencia. Después de ello, la cámara de moldeo 1 se cierra herméticamente y se suministran el vapor saturado y el aire, nitrógeno o el gas mixto formado por los mismos que tiene una presión predeterminada. Después, el procedimiento se lleva desde la etapa de aumento de la presión a la etapa de curado. La etapa de residencia, la etapa de aumento de la presión y la etapa de curado pueden llevarse a cabo de forma consecutiva y fácilmente

controlando el vapor saturado y el aire, nitrógeno o el gas mixto formado por los mismos que tiene la presión predeterminada a la vez.

Además, el siguiente es el procedimiento preferente. A saber, después de finalizar la etapa de curado de la resina termoendurecible, se suministra agua de refrigeración a la cámara de moldeo 1 para enfriar el material compuesto 13. Después, el material compuesto 13 se transfiere a la cámara de secado 2 y se suministra a la misma el aire para el secado. Después de ello, la bolsa de vacío 15 se libera del material compuesto 13. Así, ya que el material compuesto 13 se aloja en la bolsa de vacío 15, el enfriamiento directo con el agua de refrigeración puede llevarse a cabo inmediatamente y el secado también puede llevarse a cabo con aire caliente.

Ejemplo de modificación 1

La realización 1 mencionada anteriormente se modifica parcialmente para presentar otra forma de realización, que se describe a continuación.

La Fig. 6 muestra una vista esquemática de una boquilla de aire que muestra otra forma de la parte principal del aparato de autoclave de la presente invención. Una pluralidad de boquillas 7 para suministrar vapor saturado a la cámara de moldeo 1 sirve también como boquillas 11 para suministrar aire comprimido, las cuales están dispuestas en una parte superior de la cámara de moldeo 1 en la realización mencionada anteriormente. En consecuencia, el aire comprimido se derrama sobre la bolsa de vacío 15 de un modo similar al que se derrama el vapor saturado sobre la bolsa de vacío 15, y la variación de la presión local al material compuesto 13, es decir, el producto que se va a moldear, se reduce. Así, puede fabricarse un producto moldeado estable que no tiene variación de procesamiento.

En la Fig. 6, en la que no se explican los códigos de los miembros, nos referimos a la explicación de la realización 1.

Ejemplo de modificación 2

El material preimpregnado de curado rápido puede moldearse mediante el procedimiento y el aparato de la presente invención. El material preimpregnado de curado rápido como el material compuesto 13 comprende una resina termoendurecible como matriz que reacciona y se cura en un periodo corto. El material preimpregnado de curado rápido puede ser, por ejemplo, Tough-Qure (denominación comercial) fabricado por Mitsubishi Rayon Co., Ltd. En esta ocasión, el tiempo de curado reactivo es de 30 minutos a 130 °C, mientras que es de 1 hora a 130 °C en el caso de materiales preimpregnados ordinarios. Además, ya que el vapor saturado que se usa a este respecto tiene una cantidad de calor elevada, la variación de temperatura se reduce, el tiempo de curado sustantivo se acorta, y la productividad, obviamente, se mejora. Cuando mayor sea el tiempo de curado, más pequeña es la energía térmica expulsada y, por lo tanto, se ahorra energía. Una ventaja de la propiedad de curado rápido puede maximizarse mediante la reducción de la variación de temperatura.

Realización 2

La realización 1 mencionada anteriormente es un ejemplo de moldeo en el que la condición de temperatura de curado es la temperatura del vapor saturada y la condición de presión de curado es mayor que la del vapor saturado.

Cuando el moldeo se realiza en la condición de la misma presión de curado como la presión del vapor saturado, el aire, nitrógeno o el gas mixto formado por los mismos que tiene una presión predeterminada usado como fuente de presurización complementaria no es necesario. Por lo tanto, en la presente realización 2, la necesidad del medio de suministro de aire comprimido 33, que está dispuesto en el aparato descrito en la reivindicación 1, se elimina.

Ahora, se proporciona una explicación detallada a continuación en base a las Fig. 8 y 9. La Fig. 8 es un gráfico patrón para controlar la temperatura y la presión con el transcurso del tiempo y los diagramas de presión del vapor saturado y la descarga se mueva en sincronización con el progreso del gráfico patrón. El eje vertical de cada uno de los diagramas muestra una presión manométrica, es decir, una presión diferencial de la presión atmosférica. La Fig. 9 es un diagrama de flujo que muestra el procedimiento de moldeo.

El procedimiento de moldeo es sustancialmente el mismo que el de la realización 1. La explicación de la parte sustancialmente igual se omite a este respecto, y las partes que son diferentes de la realización 1 se explican a continuación.

Un material compuesto 13 se prepara impregnando un sustrato de fibra, es decir, una fibra de carbono como matriz en esta realización con la resina termoendurecible, es decir, una resina epoxi en la presente realización, se dispone en la bolsa de vacío 15, que se dispone después en la cámara de moldeo 1 y se calienta y se presuriza para el moldeo. En detalle, el procedimiento de moldeo se lleva a cabo usando el medio de suministro de vapor saturado 32 como fuente de calor y la fuente de presurización predeterminada y el medio de control 34. El medio de suministro de vapor saturado 32 suministra el vapor saturado de la temperatura predeterminada necesario para el material compuesto 13, que es de 130 °C en la presente realización. El medio de control 34 controla el suministro a la cámara de moldeo 1 del vapor saturado para mantener la temperatura predeterminada que es de 130 °C en la

presente realización, y la presión determinada que es de 0,2 MPaG en la presente realización, que se necesitan para el material compuesto 13.

En la realización 1 mencionada anteriormente, la presión de aire se controla en base al diagrama de control de la presión del aire mostrado en la Fig. 3, pero no es necesario un diagrama como este en la presente realización 2.

5 El procedimiento de moldeo es el siguiente. A saber, el vapor saturado que tiene una presión original de 0,4 MPaG y una temperatura de 150 °C se prepara con la caldera 6 y la presión se reduce a 0,2 MPaG con la válvula de reducción de la presión 23. La cantidad de vapor se controla mediante la válvula de vapor principal automática 24. La válvula de drenaje automática 31 se abre y el vapor saturado se introduce en la cámara de moldeo 1 sin presión, es decir, a presión atmosférica. La temperatura se aumenta a 90 °C. Esta es la etapa de aumento de temperatura.

10 Después, la temperatura de 90 °C se mantiene durante 1 a 1,5 horas mediante descarga abriendo y cerrando apropiadamente la válvula de control de la temperatura automática 25 y abriendo la válvula de drenaje automática 31. Esta se denomina etapa de residencia.

15 Después, la válvula de drenaje automática 31 se cierra una vez y la presión de descarga se ajusta a 0,2 MPaG. Cuando la presión dentro de la cámara de moldeo 1 es 0,195 MPaG o inferior, la válvula de drenaje automática 31 se mantiene cerrada. Cuando la presión se vuelve de 0,205 MPaG o superior, la válvula de drenaje automática 31 se abre. Cuando la presión es de 0,195 MPaG o un valor inferior de nuevo, la válvula de drenaje automática 31 se cierra. La temperatura y la presión diana como condiciones de curado se ajustan de modo que la temperatura ambiente en la cámara de moldeo 1 pueda ser de 130 °C y la presión pueda ser de 0,2 MPaG. La válvula de vapor principal automática 24 opera de nuevo y el vapor saturado se introduce para aumentar la temperatura a 130 °C. El interior de la cámara de moldeo 1 está sin presión, es decir, por debajo de la presión atmosférica, a 100 °C o menos. Cuando la temperatura excede 100 °C, la presión dentro de la cámara de moldeo 1 aumenta hacia 0,2 MPaG, que es la presión de vapor saturado en el momento de 130 °C. Este es el procedimiento de aumento de la presión.

20 Después, la temperatura ambiente en el interior de la cámara de moldeo 1 se mantiene a 130 °C y la presión a 0,2 MPaG, y el estado se mantiene durante un tiempo de curado predeterminado. Como se ha mencionado en la reivindicación 1, el tiempo de curado se determina mediante el material compuesto 13.

25 Cuando la temperatura es de 130 °C y la presión es de 0,2 MPaG en la cámara de moldeo 1, la introducción de vapor se detiene una vez. Después, tanto la temperatura como la presión en la cámara de moldeo 1 se reduce con el transcurso del tiempo por las razones mencionadas anteriormente. Básicamente, la reducción en la temperatura y en la presión se complementa mediante la introducción de vapor. Cuando se introduce de nuevo vapor, la temperatura y la presión en la cámara de moldeo 1 aumentan, y cuando exceden los valores de referencia de las condiciones de descarga, la válvula de drenaje automática 31 se abre y la presión se reduce. La temperatura y la presión en la cámara de moldeo 1 se comprueban de nuevo, y cuando se encuentra que son diferentes a 130 °C y 0,2 MPaG, respectivamente, se introduce vapor de nuevo. La temperatura y la presión en la cámara de moldeo 1 se equilibran suministrando y descargando vapor. Este procedimiento de operación se repite hasta que expira el tiempo de curado predeterminado. Esta es la etapa de curado.

30 La explicación de la etapa de refrigeración se omite a este respecto ya que es la misma que en la realización 1.

Realización 3

35 Lo siguiente es la descripción del procedimiento de moldeo en la condición de que la presión de curado es inferior a la presión de vapor saturado. Cuando la estructura es sustancialmente la misma que en la realización 1 mencionada anteriormente, la descripción relevante se omite en la presente descripción de la realización 3.

Como se muestra en la Fig. 10, el medio de calentamiento de vapor saturado 35 está dispuesto para calentar el vapor saturado para convertirlo en vapor sobrecalentado. El vapor saturado que corresponde a la presión de la condición de curado se calienta con el medio de calentamiento de vapor saturado 35 para convertirlo en vapor sobrecalentado de modo que pueda obtenerse la temperatura de condición de curado.

45 El medio de calentamiento de vapor saturado 35 es un calentador eléctrico en la presente realización y está dispuesto en la tubería de vapor 8. Alternativamente, la tubería de vapor 8 puede ramificarse en el lado de salida de la válvula de reducción de la presión 23 y la ramificación se dispone de un modo de aireación alrededor de la tubería de vapor 8 en el lado de entrada de la válvula de reducción de la presión 23 de modo que pueda realizarse el sobrecalentamiento mediante intercambio de calor. Así, el vapor saturado después de la reducción de la presión puede calentarse directamente mediante el vapor saturado a alta temperatura antes de la reducción de la presión.

50 En la presente realización, el aire, nitrógeno o el gas mixto formado por los mismos que tiene una presión predeterminada que sirve como fuente de presurización complementaria no es necesario, tampoco. Por lo tanto, el medio de suministro de aire comprimido 33 dispuesto en la realización 1 mencionada anteriormente se elimina. El procedimiento de moldeo es equivalente al de la realización 2. Mientras tanto, puede usarse una caldera que genera un vapor sobrecalentado en vez de la caldera que genera vapor saturado. En esta ocasión, el medio de calentamiento de vapor saturado mencionado anteriormente se elimina.

Lo siguiente es la explicación detallada en base a las Fig. 11 y 12. La Fig. 11 muestra un gráfico patrón para controlar la temperatura y la presión de la presente realización 3 con el transcurso del tiempo y diagramas que muestran la presión del vapor sobrecalentado y la descarga que varía en sincronización con el transcurso del tiempo del gráfico patrón. Un eje vertical de cada uno de los diagramas indica una presión manométrica, es decir, una presión diferencial de la presión atmosférica. La Fig. 12 es un diagrama de flujo del procedimiento de moldeo.

El procedimiento de moldeo es sustancialmente el mismo que el de la realización 1. La explicación de la parte sustancialmente igual se omite a este respecto, y las partes que son diferentes de la realización 1 se explican a continuación.

El material compuesto 13 se prepara impregnando un sustrato de fibra, es decir, una fibra de carbono en esta realización con la resina termoendurecible, es decir, una resina epoxi en la presente realización, como matriz se dispone en la bolsa de vacío 15, que se dispone después en la cámara de moldeo 1 y se calienta y se presuriza para el moldeo. El procedimiento de moldeo se lleva a cabo mediante el medio de suministro de vapor sobrecalentado 36 y el medio de control 34. El medio de suministro de vapor sobrecalentado 36 suministra a la cámara de moldeo 1 el vapor sobrecalentado que tiene la temperatura predeterminada necesaria para el material compuesto 13, que es de 130 °C en la presente realización, como la fuente de calor y la fuente de presurización predeterminada. El medio de control 34 controla el suministro del vapor sobrecalentado para mantener el interior de la cámara de moldeo 1 a la temperatura predeterminada y la presión predeterminada necesarias para el material compuesto 13, que son respectivamente de 130 °C y de 0,1 MPaG en la presente realización.

En la realización 1 mencionada anteriormente, la presión de aire se controla en base al diagrama de control de la presión del aire mostrado en la Fig. 3, pero no es necesario en la presente realización.

Ahora, a continuación, se describirá el procedimiento de moldeo. El vapor saturado que tiene la presión original de 0,4 MPaG y la temperatura de 150 °C se prepara de antemano con la caldera 6, y la presión se reduce a 0,1 MPaG y la temperatura a 120 °C con la válvula de reducción de la presión 23. Después el vapor saturado de 0,1 MPaG y 120 °C se calienta para obtener el vapor sobrecalentado de 0,1 MPaG y 130 °C. La cantidad del vapor se controla mediante la válvula de vapor principal automática 24. La válvula de drenaje automática 31 se abre y el vapor sobrecalentado se introduce en la cámara de moldeo 1 sin presión, es decir, a presión atmosférica. La temperatura se aumenta a 90 °C. Esta es la etapa de aumento de temperatura.

Después, la temperatura de 90 °C se mantiene durante 1-1,5 horas abriendo y cerrando apropiadamente la válvula de control de la temperatura automática 25 y descargando mediante la apertura de la válvula de drenaje automática 31. Esta es la etapa de residencia.

Después, la válvula de drenaje automática 31 se cierra una vez y la presión de descarga se ajusta a 0,1 MPaG. Cuando la presión dentro de la cámara de moldeo 1 es 0,095 MPaG o inferior, la válvula de drenaje automática 31 se mantiene cerrada. Cuando la presión dentro de la cámara de moldeo 1 sea de 0,105 MPaG o superior, la válvula de drenaje automática 31 se abre. Cuando la presión cae a 0,095 MPaG o un valor inferior de nuevo, la válvula de drenaje automática 31 se cierra. La temperatura y la presión diana como condiciones de curado se ajustan de modo que la temperatura ambiente pueda ser de 130 °C y la presión sea de 0,1 MPaG en el interior de la cámara de moldeo 1. La válvula de vapor principal automática 24 opera de nuevo y el vapor sobrecalentado se introduce para aumentar al temperatura a 130 °C. El interior de la cámara de moldeo 1 no está bajo presión, es decir, está a presión atmosférica, cuando la temperatura es de 100 °C o inferior, y cuando excede de 100 °C, la presión en el interior de la cámara de moldeo 1 aumenta hacia 0,1 MPaG, que es la presión predeterminada. Esta es la etapa de aumento de la presión.

La temperatura ambiente y la presión en el interior de la cámara de moldeo 1 se mantienen, respectivamente, a 130 °C y 0,1 MPaG, y el estado se mantiene durante un tiempo de curado predeterminado. Como se ha mencionado en la reivindicación 1, el tiempo de curado se determina mediante el material compuesto 13.

Cuando la temperatura en el interior de la cámara de moldeo 1 es de 130 °C y la presión es de 0,1 MPaG, la introducción del vapor se detiene una vez. Después, tanto la temperatura como la presión en la cámara de moldeo 1 se reducen con el transcurso del tiempo por las razones mencionadas anteriormente. Básicamente, la reducción de la temperatura y de la presión se complementa con la introducción del vapor. Cuando el vapor se introduce de nuevo, la temperatura y la presión en la cámara de moldeo 1 aumentan. Cuando la presión excede el valor de referencia de la condición de descarga de 0,105 MPaG, la válvula de drenaje automática 31 se abre y la presión se reduce. Cuando la presión es de 0,095 MPaG o inferior, la válvula de drenaje automática 31 se cierra. La temperatura y la presión en la cámara de moldeo 1 se comprueban de nuevo, y cuando se encuentra que son diferentes a 130 °C y 0,1 MPaG, respectivamente, se resume la etapa de introducción de vapor. La temperatura y la presión en la cámara de moldeo 1 se equilibran suministrando y descargando vapor de este modo, y el proceso de operación se repita hasta que expira el tiempo de curado predeterminado. Esta es la etapa de curado.

La etapa de refrigeración es la misma que en la realización 1 y, por lo tanto, la descripción del mismo se omite a este respecto.

Realización 4

El moldeo del material compuesto 13 que usa una resina termoplástica como matriz se explica a continuación en base a la Fig. 13.

5 Básicamente, ya que la presente realización es sustancialmente la misma que la realización 1 mencionada anteriormente, la descripción de la misma parte que la de la reivindicación 1 se omite a este respecto.

La resina termoplástica usada como matriz es una resina de polipropileno en la presente realización. Alternativamente, una resina de poliamida, una resina de ABS, etc., también pueden usarse.

La Fig. 13 es un diagrama de flujo que muestra el procedimiento de moldeo correspondiente a la etapa de curado mostrada en la Fig. 4 en la realización 1. La etapa es una etapa de conformado.

10 El procedimiento se desplaza a la etapa de conformado desde la etapa de aumento de la temperatura y de la presión introduciendo vapor saturado. Las condiciones de conformado se ajustan a 150 °C y 0,6 MPaG, que son superiores a aquellas en el caso de usar una resina termoendurecible.

15 Cuando las condiciones no se mantienen, se realiza el control siguiente. A saber, cuando la presión aumenta como se muestra en el diagrama de flujo, por ejemplo, la presión se reduce mediante descarga. Cuando la temperatura aumenta, por ejemplo, el aire se introduce para reducir la temperatura. Cuando la presión se reduce, el aire se introduce para restaurar la presión.

Dichos control se explica específicamente en la descripción de la realización 1.

20 La conformación de la resina termoplástica está finalizada cuando la resina se reblandece. Por lo tanto, el tiempo necesario antes de la etapa de descarga y refrigeración se acorta en comparación con el caso de usar la resina termoplástica.

En este sentido, el procedimiento en la presente realización no es diferente del procedimiento de un moldeo en autoclave convencional que usa el resina termoplástica. No obstante, lo que es diferente es que la fuente de calor y de presurización es vapor, que no se ha usado en el sector técnico de moldeo en autoclave del material compuesto, y que se controla la temperatura y la presión.

25 Ejemplo para comparación

En primer lugar, se moldea un material con forma de C de un miembro moldeado preliminarmente como se muestra en la Fig. 14 mediante un aparato de prensado en caliente convencional con control de la temperatura y de la presión tal como se muestra en la Fig. 15.

30 Según este procedimiento de moldeo, se extrae una lámina de material preimpregnado de una bobina, y se deja que pase a través de un aparato de prensado en caliente para formar un material con forma de C que tiene una sección transversal uniforme.

35 Otro material con forma de C de la misma forma que se ha mencionado anteriormente se conforma mediante el procedimiento y el aparato de la presente invención en base a la realización 1. Los especímenes que tienen cada uno una anchura de 10 mm y una longitud de 80 mm se cortan desde una pared lateral, es decir, la parte lateral paralela a la dirección de prensado del aparato de prensado en caliente, por ejemplo, del material con forma de C. Los especímenes se someten a un ensayo de doblado según la norma K7171 de la Norma Industrial Japonesa o JIS de forma abreviada. Todas las condiciones tales como el tipo del material compuesto y el número de capas del material compuestos dispuesto en la forma de molde son idénticas.

40 Se preparan tres especímenes, A, B y C. Específicamente, el espécimen A es el que se ha cortado del material con forma de C moldeado mediante el procedimiento y el aparato de la presente invención tal como se describe en la realización 1 en condiciones de la temperatura de curado de 130 °C, la presión de 0,2 MPaG y el tiempo de curado de 1 hora. El espécimen B es el que se ha cortado del material con forma de C moldeado mediante el mismo procedimiento y aparato en las condiciones de temperatura de curado de 130 °C, la presión de 0,3 MPaG y un tiempo de curado de 1 hora. El espécimen C es el que se ha cortado del material con forma de C moldeado
45 mediante el aparato de prensado en caliente en las condiciones de temperatura de curado de 130 °C, la presión de 0,3 MPaG y un tiempo de curado de 1 hora.

Cada uno de los especímenes se ha sometido a un ensayo de doblado y el gráfico que muestra la comparación de los especímenes en la resistencia al doblado se presenta en la Fig. 7.

50 La resistencia al doblado del espécimen C se encuentra que es obviamente inferior en comparación con el espécimen B que se ha preparado en las mismas condiciones de curado, ya que no se ha aplicado de forma suficiente una presión de superficie del aparato de prensado en caliente. En el caso del procedimiento y el aparato de la presente invención, la presión se aplica igualmente a cada cara, ya que el moldeo se realiza usando vapor.

Esto significa que se ha aplicado una presión suficiente al espécimen B, mientras que la presión de superficie aplicada al espécimen C ha sido insuficiente.

5 Como se observa en la composición entre el espécimen A y el espécimen B, cuando mayor sea la presión, mayor será la resistencia al doblado. Se ha hallado que la presión es un factor importante para la resistencia del producto moldeado.

Potencial de aplicación industrial

10 Según la presente invención, la presión isotrópica puede contribuir al moldeo del producto del material compuesto que tiene una forma de sección transversal no uniforme y complicada. Por lo tanto, la presente invención contribuye a garantizar la resistencia del material compuesto en su totalidad, a la productividad mejorada seleccionando un material que puede curarse en un periodo más corto, a la eficiencia económica simplificando la estructura del dispositivo y seleccionando una forma de molde barata y a desarrollar las industrias en las que un producto moldeado de material compuesto que tiene una forma de sección transversal complicada se necesita como un avión o un automóvil fabricando un producto moldeado estable que no tiene irregularidades de fabricación.

REIVINDICACIONES

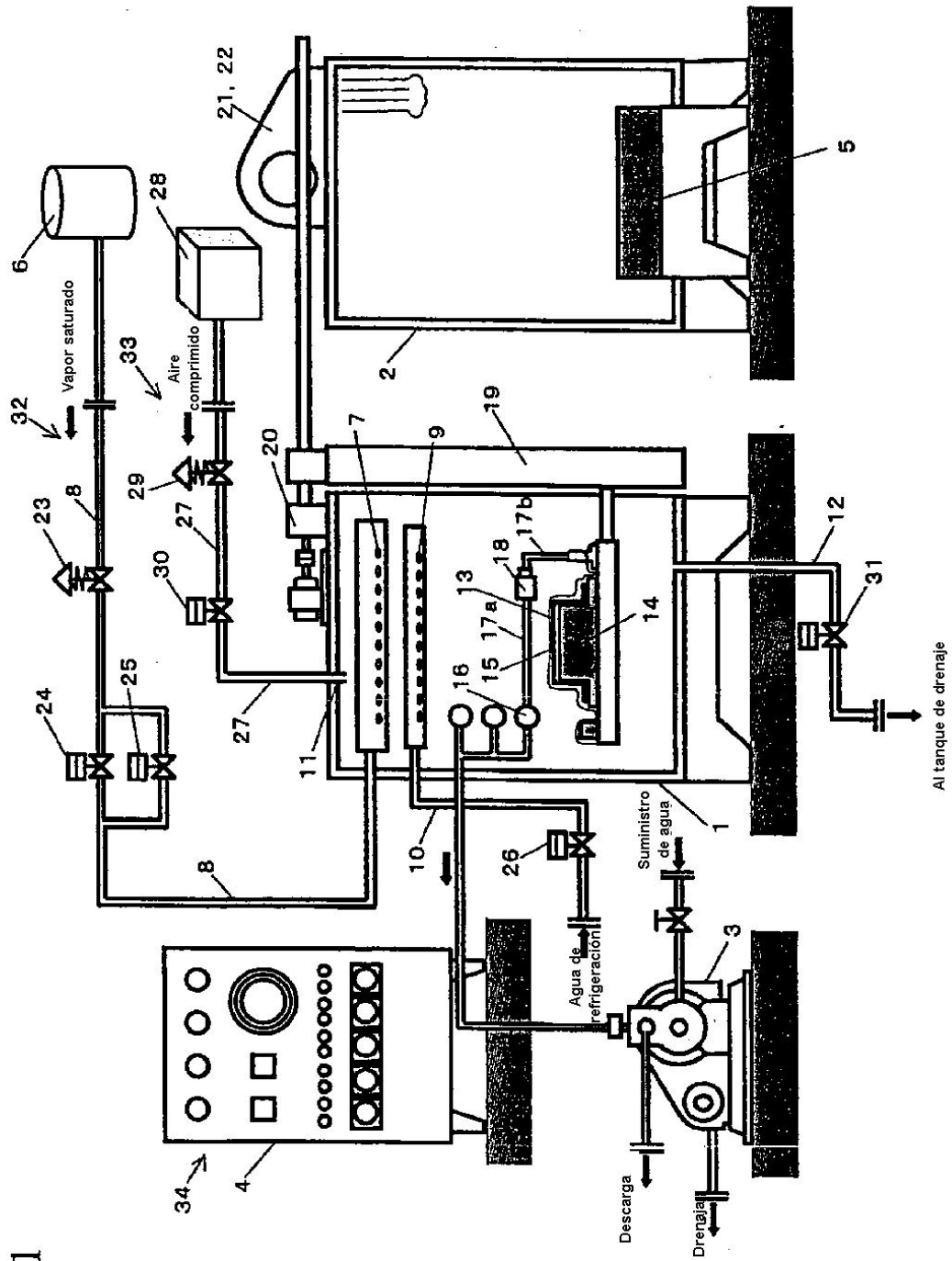
1. Un procedimiento de moldeo en autoclave para moldear un material compuesto (13) formado por un sustrato de fibra y una matriz de una resina termoendurecible o una resina termoplástica disponiendo el material compuesto en una bolsa de vacío (15) y después en una cámara de moldeo (1) y calentando y presurizando el mismo que comprende:

5 una etapa de suministro a la cámara de moldeo (1) de vapor saturado que tiene una temperatura predeterminada necesaria para el material compuesto (13) como fuente de calor y fuente de presurización predeterminada,

10 una etapa de suministro a la cámara de moldeo (1) del aire, nitrógeno o gas mixto formado por los mismos que tiene una presión predeterminada superior a la presión de vapor saturado como fuente de presurización superpuesta complementaria necesaria para el moldeo, y

15 una etapa de curado mediante el suministro controlado del vapor saturado y el aire, nitrógeno o el gas mixto formado por los mismos que tiene la presión predeterminada, controlando al menos la temperatura o la presión de modo que en el interior de la cámara de moldeo (1) pueda mantenerse a la temperatura predeterminada y a la presión necesaria para el material compuesto (13).

Fig.1



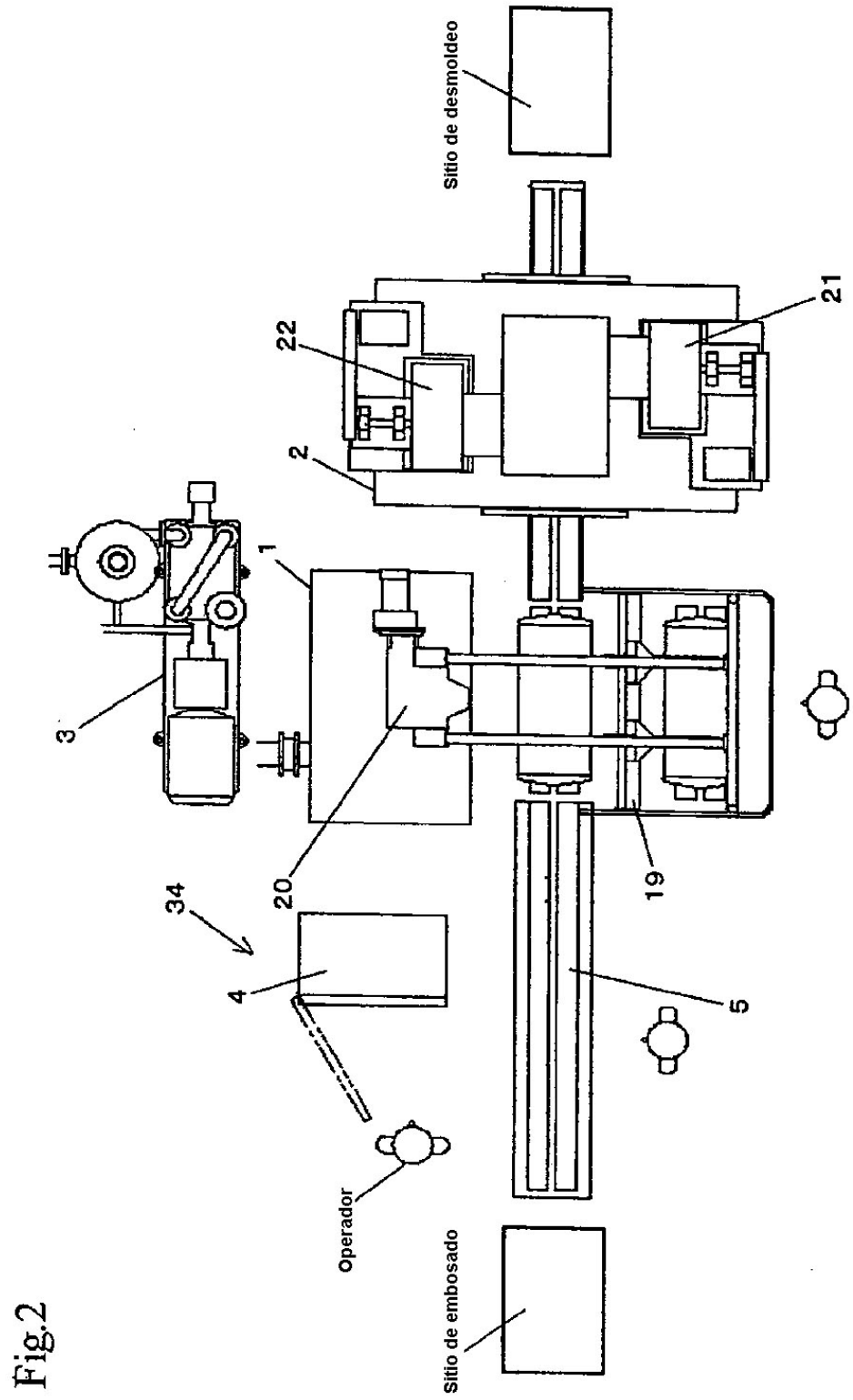


Fig.2

Fig.3

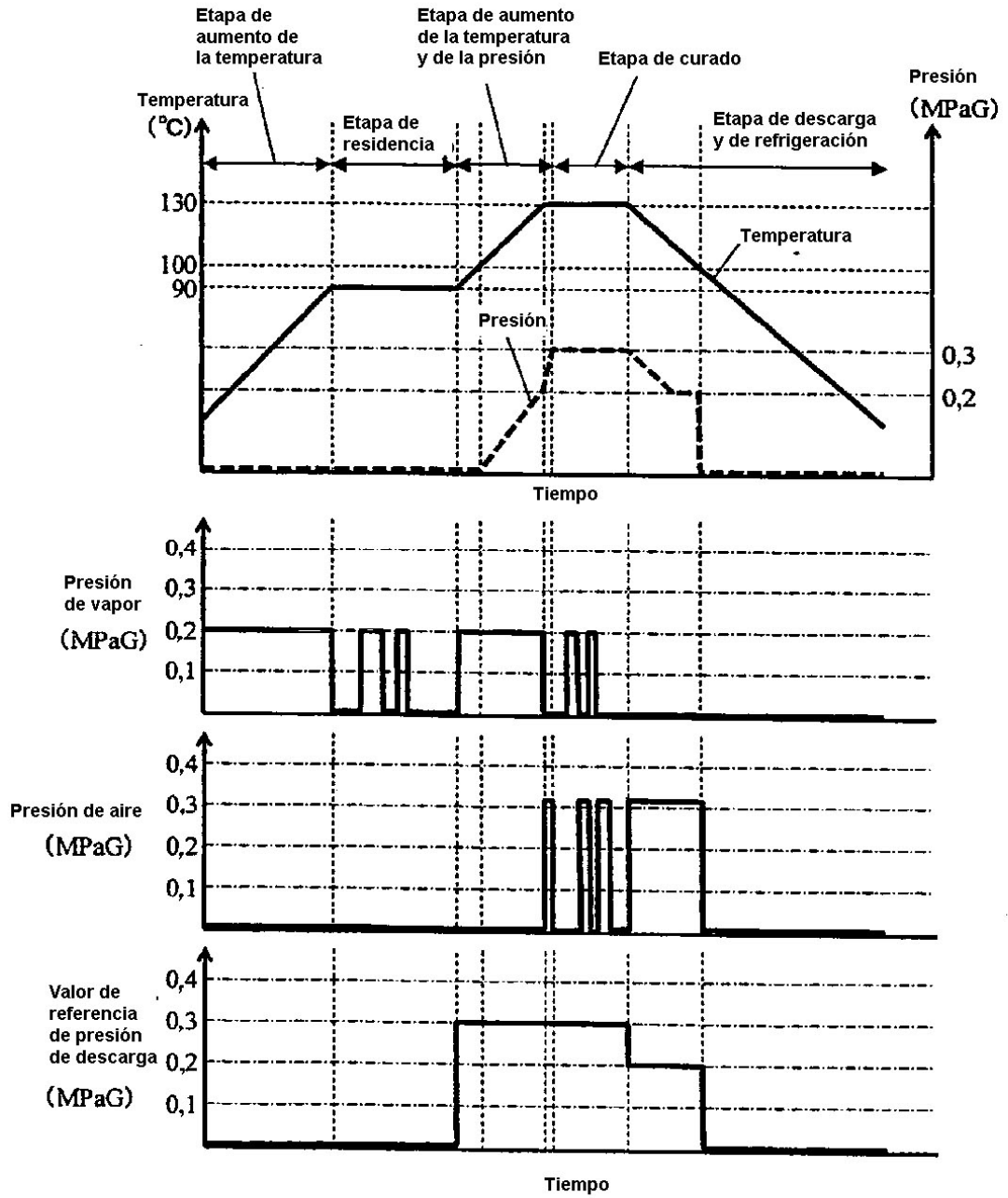


Fig.4

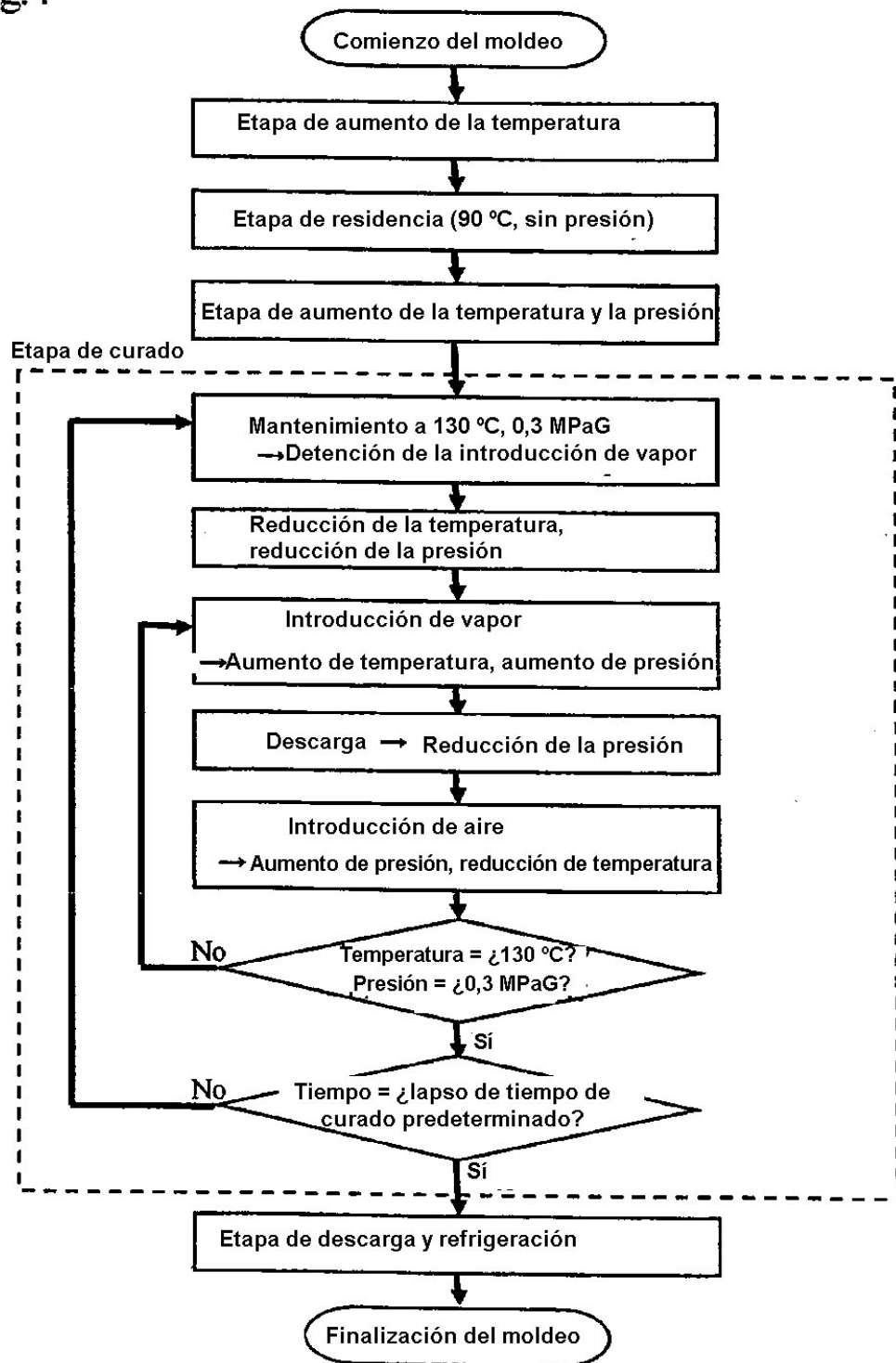


Fig.5

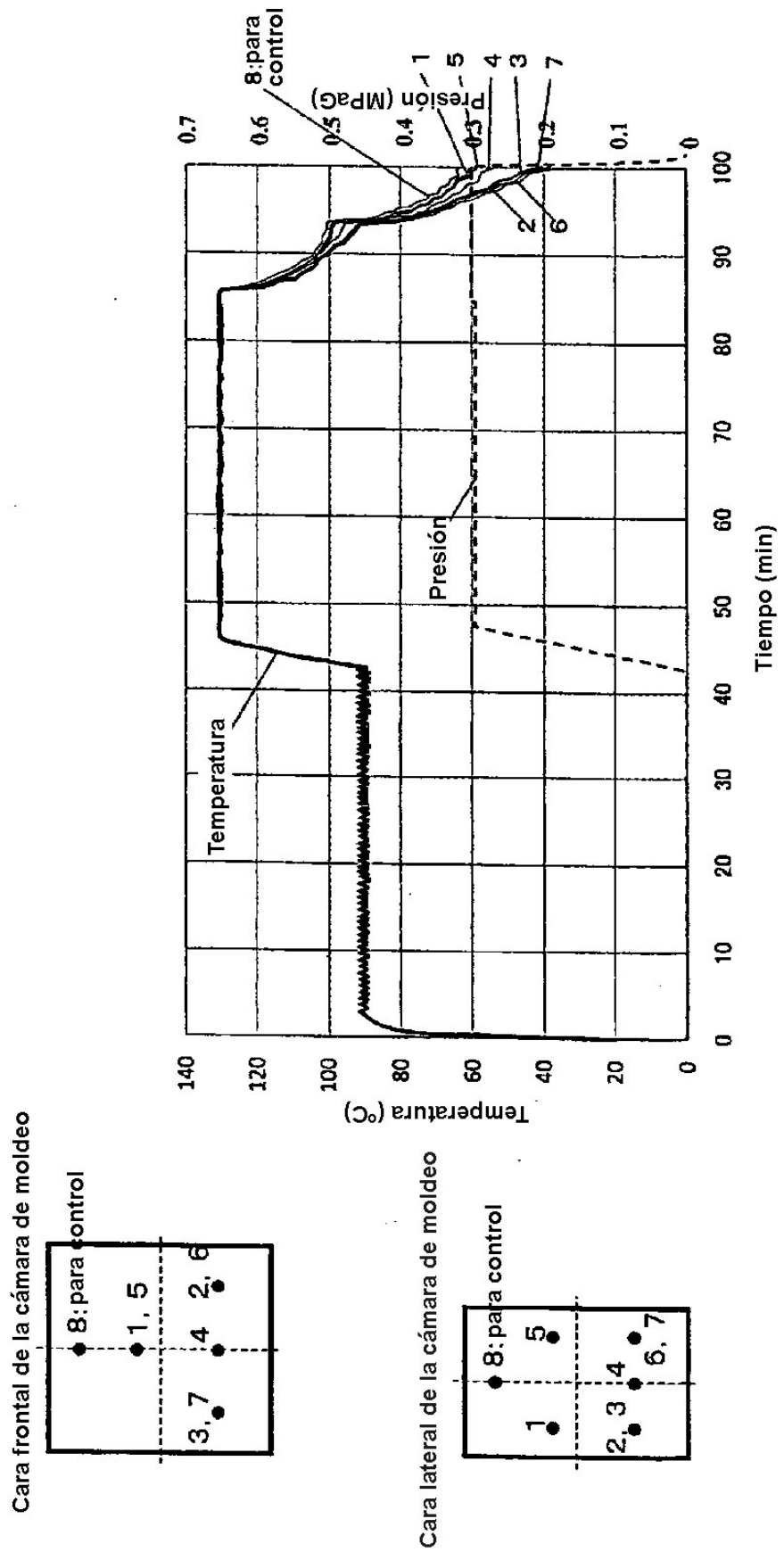
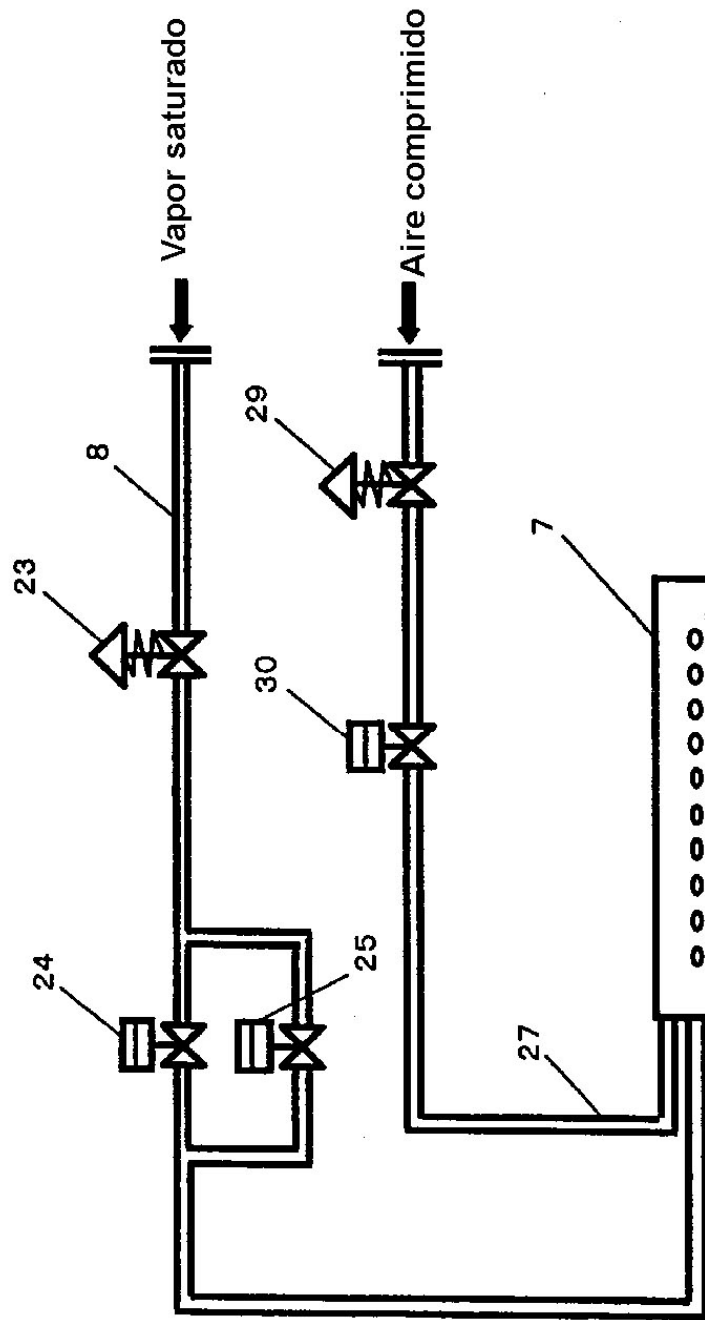


Fig.6



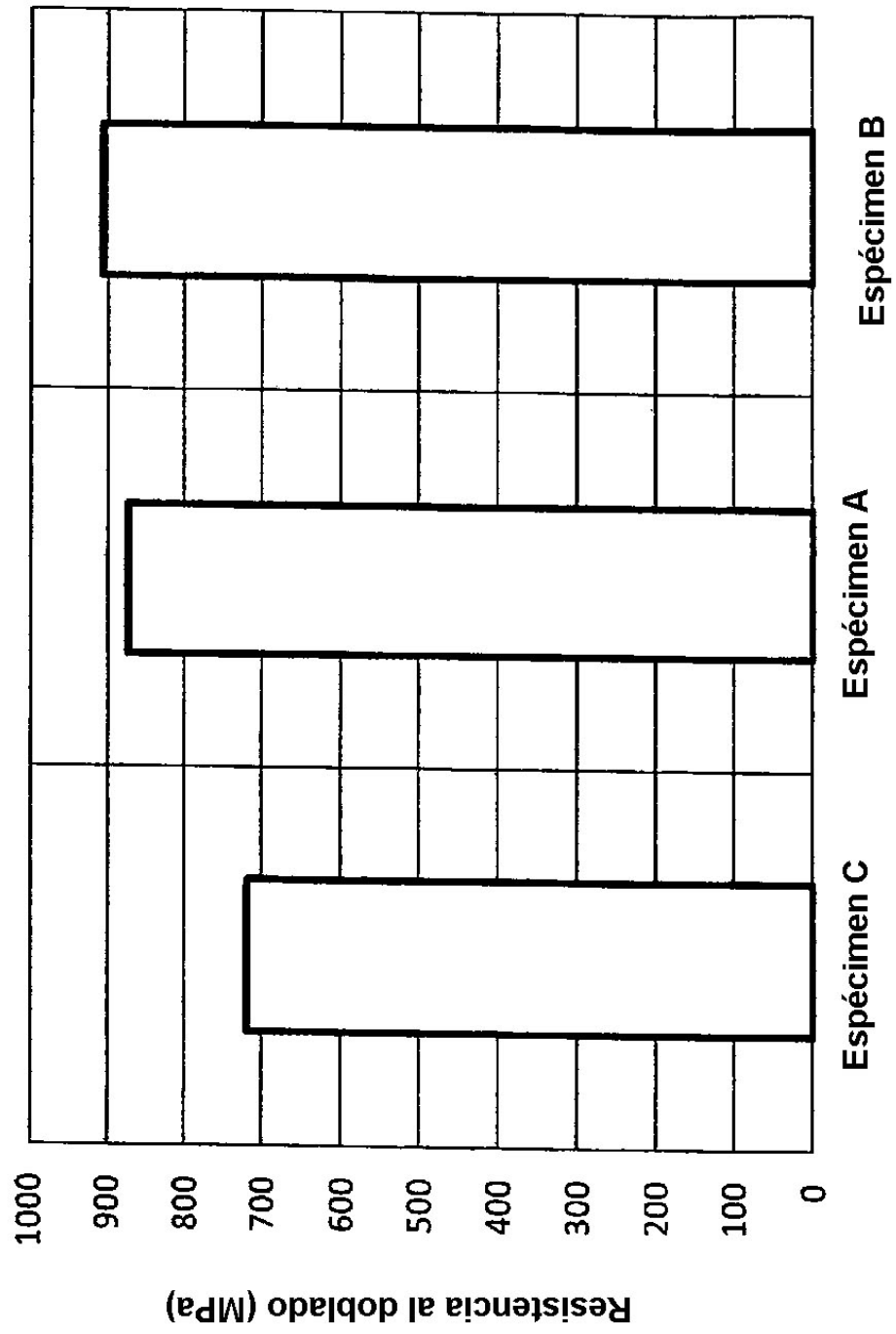


Fig.7

Fig.8

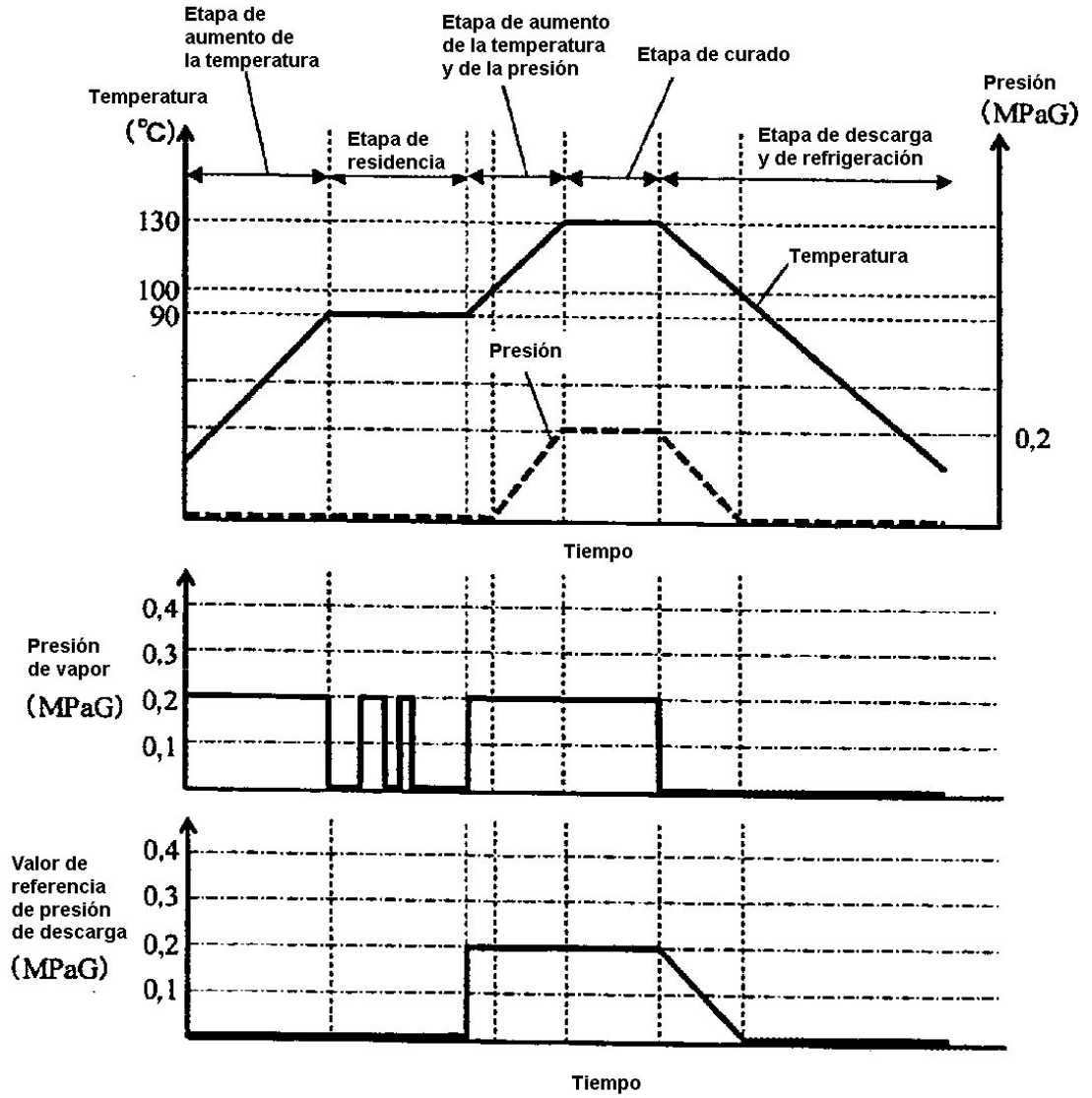


Fig.9

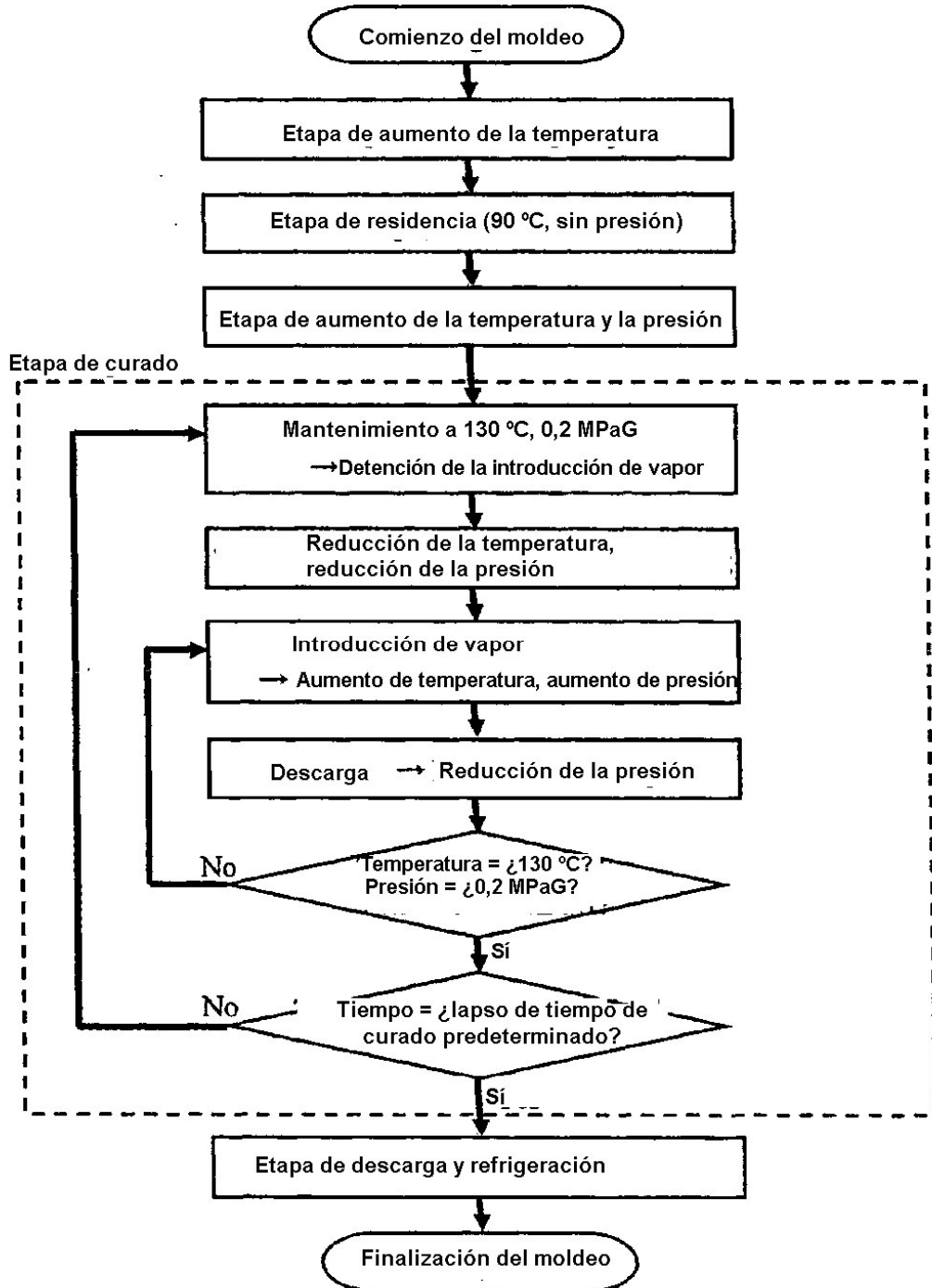


Fig.10

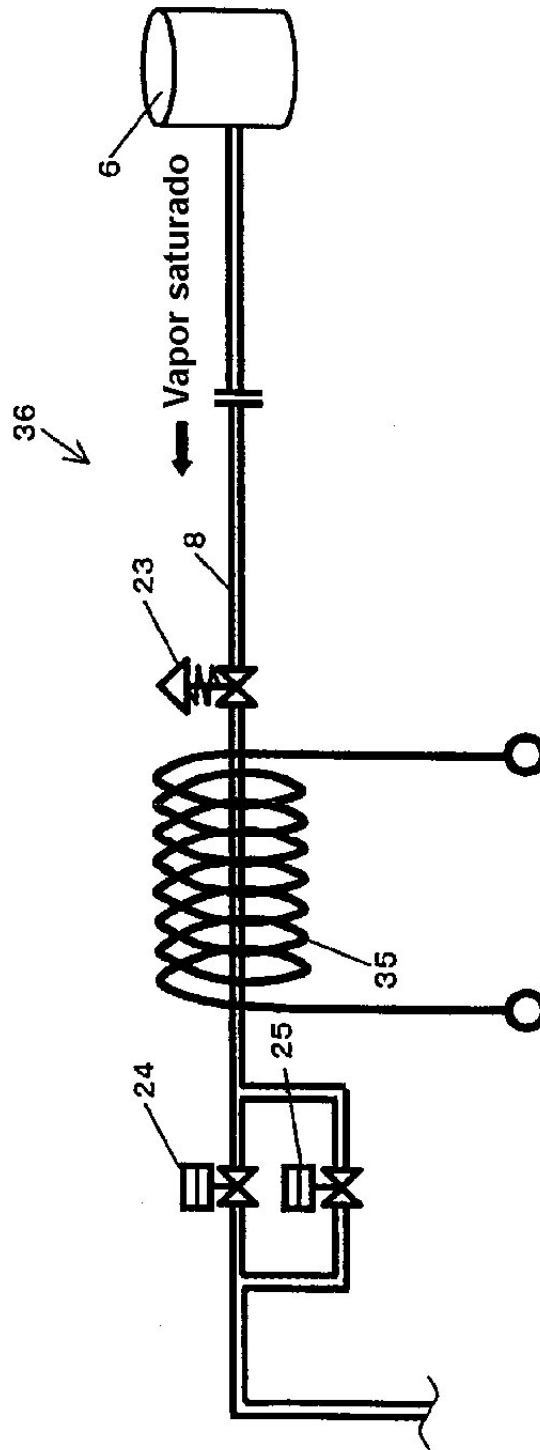


Fig.11

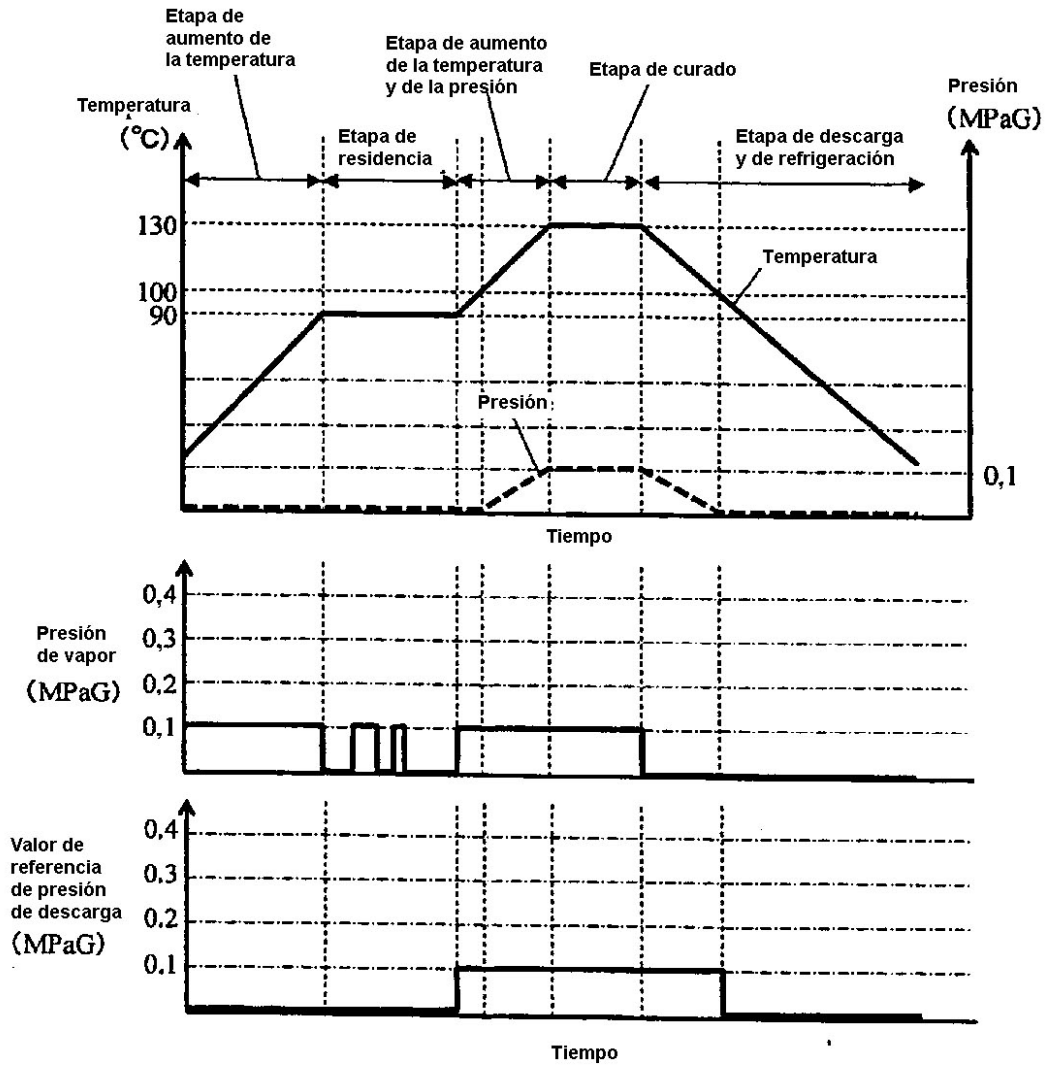


Fig.12

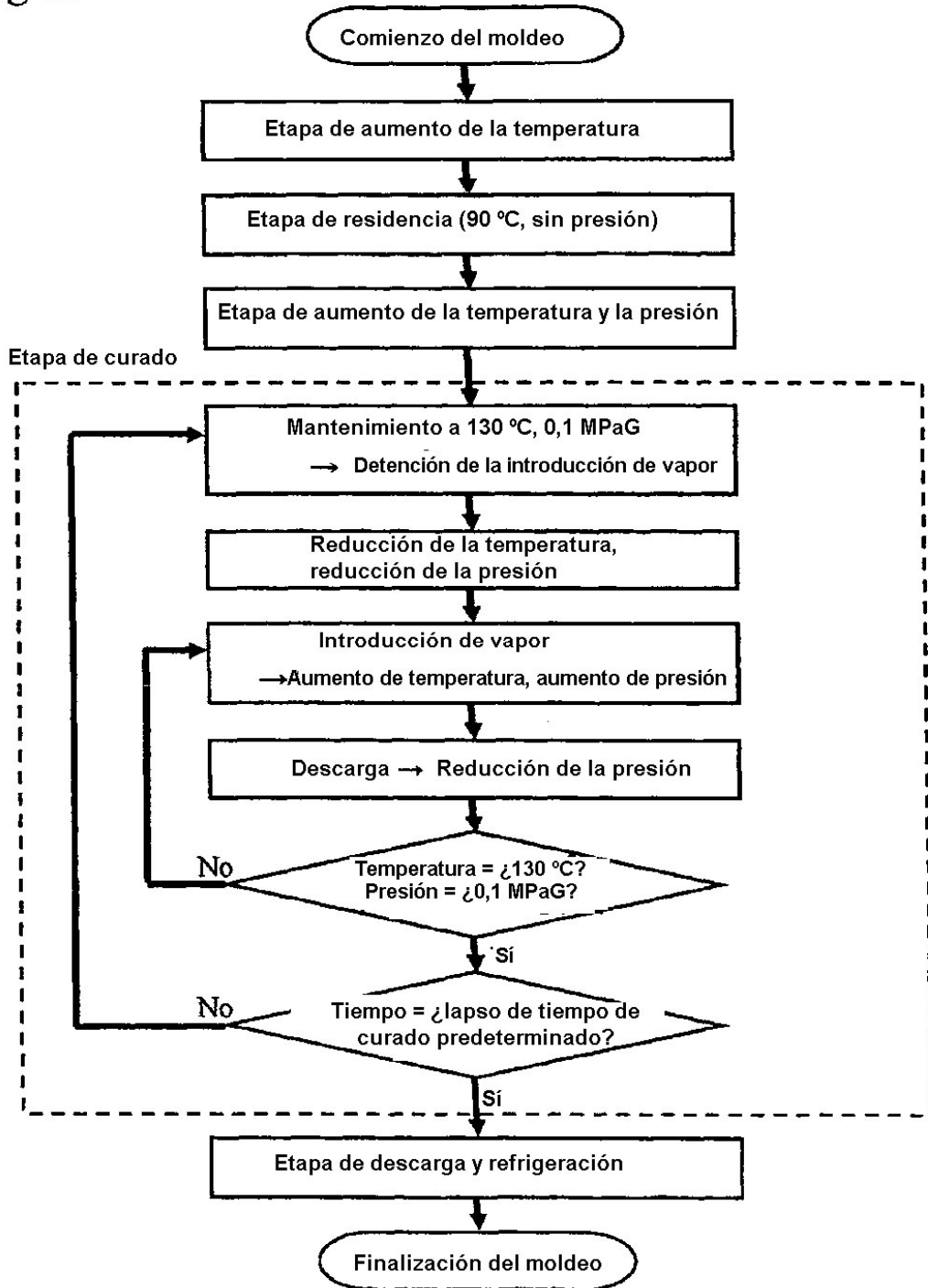
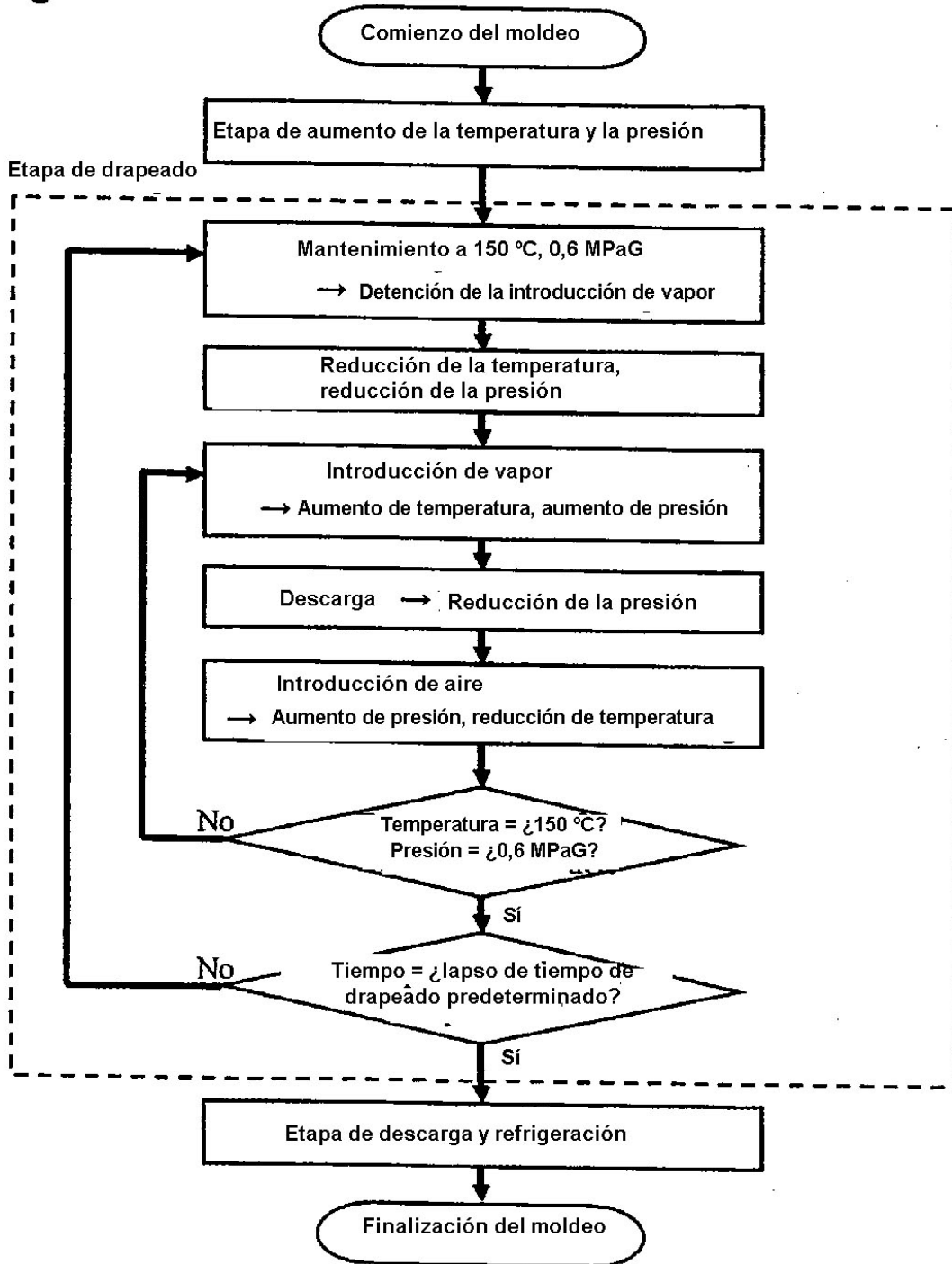


Fig.13



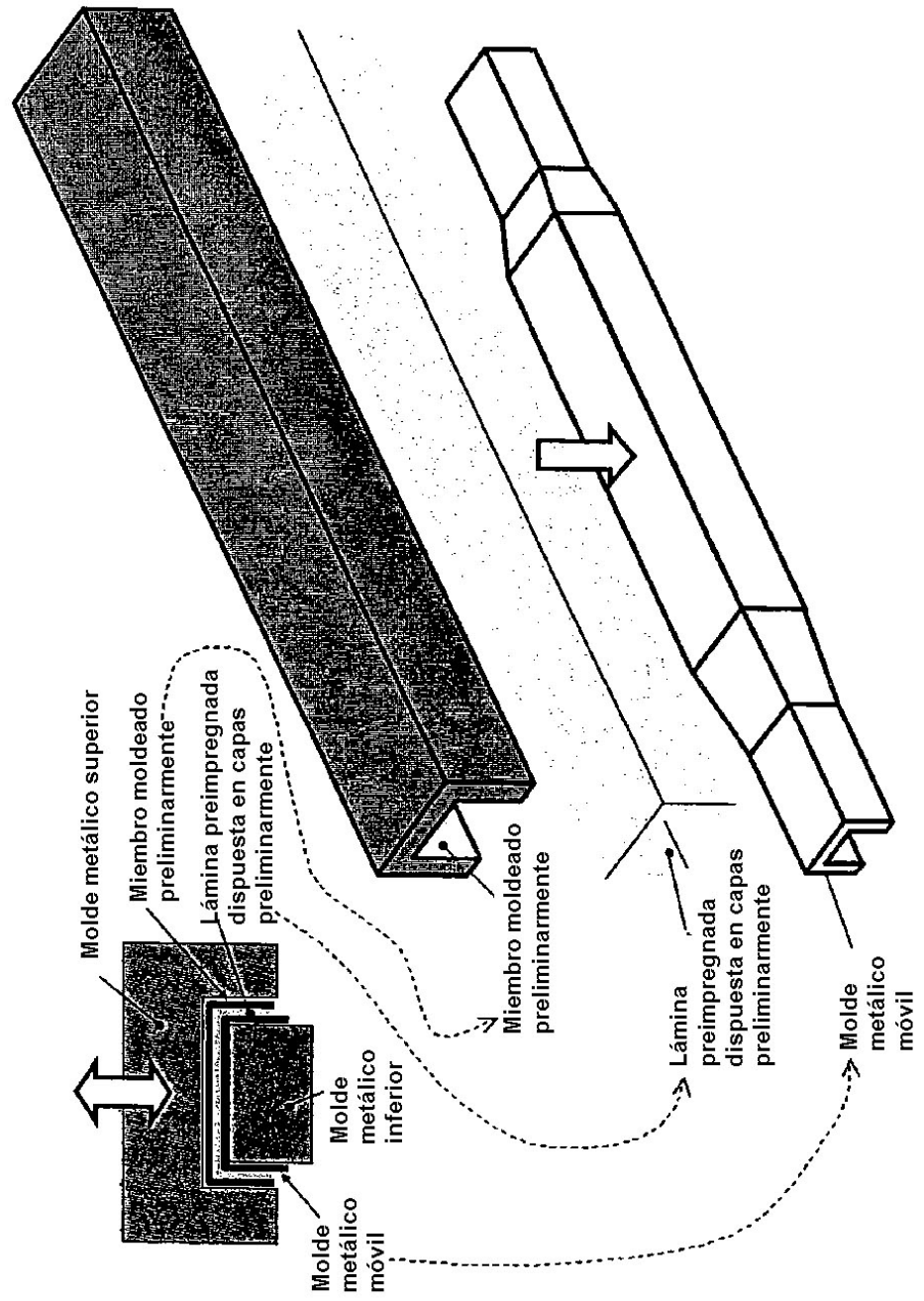


Fig.14

Fig.15

