

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 443 917**

51 Int. Cl.:

B29D 99/00 (2010.01)
B29C 70/44 (2006.01)
B29C 43/12 (2006.01)
B29C 43/36 (2006.01)
B29C 53/02 (2006.01)
B29C 53/04 (2006.01)
B64C 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.10.2007 E 07118136 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2013 EP 2047972**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para conformar un material compuesto**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.02.2014

73 Titular/es:
SAAB AB (100.0%)
581 88 Linköping, SE

72 Inventor/es:
PETERSSON, MIKAEL y
WEIDMANN, BJÖRN

74 Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 443 917 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 y dispositivo para conformar un material compuesto

Campo de la invención

5 La presente invención versa acerca de un procedimiento y un dispositivo para la conformación de materiales compuestos, por ejemplo por termoformación.

Antecedentes de la invención

10 En la actualidad, la conformación de materiales compuestos, tales como hojas preimpregnadas (capas de material fibroso impregnadas previamente con resina), formando detalles se lleva a cabo habitualmente mediante termoformación. En la termoformación, se coloca una preforma de material compuesto en una herramienta de conformación, de forma que una parte del material compuesto sobresale sobre el borde de la herramienta. La herramienta y el material compuesto están cubiertos con una lámina de vacío, tal como una plancha de caucho que es sellada herméticamente en torno a la herramienta. La disposición es calentada y el aire bajo la lámina de vacío es aspirado al exterior. Debido a la mayor temperatura, el material compuesto se reblandece y es conformado sobre la herramienta de conformación mediante la fuerza ejercida por la lámina de vacío puesta sobre la superficie de la parte saliente de la preforma. Más adelante, se coloca el artículo conformado en su estado sin tratar en un horno de curado para que sea curado. Se presentan ejemplos de tecnología relacionada en los documentos EP1136236 A1, EP1609584 A1 y US 4548859 A1.

20 Cuando se utiliza el procedimiento mencionado anteriormente para conformar artículos complejos de material compuesto, tales como vigas alargadas con forma de C con rebordes longitudinales, un problema común es que el material no sigue estrechamente el contorno de la herramienta de conformación según se conforma el material sobre la herramienta. Es decir, el radio del material que se dobla sobre el borde de la herramienta se vuelve mayor que el radio del borde de la herramienta de conformación, el denominado efecto Mickey-mouse. Este efecto se produce debido al hecho de que la presión de la lámina de vacío es demasiado reducida al principio del procedimiento de conformación. El problema es aún mayor para preformas pesadas que tienden a autoconformarse sobre la herramienta debido a su propio peso al principio del procedimiento de conformación.

25 Un problema adicional es que pueden surgir pliegues en los artículos, debido a la fricción entre capas fibrosas en la preforma dado que las capas se deslizan las unas sobre las otras durante la conformación de la preforma. En el caso de la conformación de materiales compuestos que comprenden termopartículas para una mayor resistencia a impactos, la tendencia a la formación de pliegues es aún mayor dado que los termopartículas aumenta, además, el rozamiento entre las capas.

30 Los intentos anteriores por solucionar los problemas mencionados anteriormente han incluido un apilamiento y una conformación manuales sobre la herramienta. El uso de mano de obra para apilar y conformar el material sobre la herramienta lleva mucho tiempo y supone costes elevados. Otro procedimiento conocido para solucionar los problemas mencionados anteriormente es soportar la preforma de material compuesto con una lámina desprendible durante la conformación. La desventaja de esta solución es que no se puede llevar a cabo una conformación adicional del artículo, y que la propia lámina desprendible puede ser un inventivo para la creación de pliegues en el material compuesto.

35 En el documento JP2006312260 A se describe un procedimiento y una disposición conocidos adicionales para una conformación de materiales compuestos. Según el presente documento, se coloca una preforma de material compuesto sobre una herramienta de conformación, de forma que una porción de la preforma sobresale en cada lado de la herramienta. Cada una de las porciones salientes de la preforma está soportada mediante medios de soporte que están dispuestos en ambos lados de la herramienta. La herramienta, la preforma y el medio de soporte están cubiertos por una bolsa de vacío. Durante la operación, se proporciona un vacío bajo la bolsa de vacío y se calienta la preforma de material compuesto. Más adelante, se permite que los medios de soporte desciendan, por lo que la preforma está formada sobre la herramienta de conformación.

40 En el documento EP1393875 A se muestra otra disposición para conformar un material compuesto. La disposición comprende una herramienta de conformación sobre la que se coloca una preforma de material compuesto. En cada lado de la herramienta de conformación hay dispuesto un medio de soporte para soportar la porción en saliente de la preforma de material compuesto. Un molde de compresión, que puede estar dotado de una cámara de presión de material estanco al aire, está dispuesto para empujar a la preforma de material compuesto contra la herramienta de conformación. Durante la conformación de la preforma se hace descender a los medios de soporte simultáneamente con el molde de compresión.

45 Un objeto de la presente invención es proporcionar una conformación mejorada de materiales compuestos en formas complejas. Esto se consigue por medio de un procedimiento que está definido en la introducción, el procedimiento se caracteriza por las etapas reivindicadas en la reivindicación 1. Un objeto de la presente invención también es proporcionar un dispositivo para conformar un artículo de material compuesto. Esto se consigue por

medio de un dispositivo que está definido en la introducción, el dispositivo se caracteriza por las características reivindicadas en la reivindicación 9.

Sumario de la invención

5 La invención versa acerca de un procedimiento de conformación de un artículo de material compuesto, tal como una viga para conjuntos aeronáuticos o similares. El procedimiento comprende las etapas de disponer una preforma de material compuesto en la superficie superior de una herramienta de conformación, estando dispuesta una porción de la preforma para sobresalir fuera de la superficie superior de la herramienta y soportar la porción saliente con varios medios de soporte dispuestos sucesivamente en una dirección hacia fuera desde la herramienta (2) y/o dispuestos junto a la herramienta (2), en el que los medios (5a-n) de soporte hacen contacto con el lado inferior de la porción saliente de la preforma; disponer una lámina estanca al aire sobre la disposición; forzar a la lámina estanca al aire hacia la preforma; hacer descender los medios de soporte en un orden predeterminado hasta que se conforma la preforma sobre la herramienta; detener y/o retirar los medios de soporte. De ese modo, se puede conformar con precisión una preforma de material compuesto sobre una herramienta de conformación en un artículo de forma predeterminada. La forma del artículo resultante se corresponde estrechamente a la forma y al perfil de la herramienta. El procedimiento es rápido, sencillo y rentable y requiere poca mano de obra.

10 La porción saliente de la preforma está soportada por varios medios de soporte dispuestos sucesivamente en una dirección hacia fuera desde la herramienta. Por ello, se permite que el movimiento de la preforma con respecto a la herramienta en una dirección hacia fuera desde la herramienta sea realizado en pasos más pequeños y la conformación contra la herramienta sea más sencillo de controlar. De forma alternativa, o en combinación la porción saliente de la preforma está soportada por varios medios de soporte dispuestos de forma sucesiva a lo largo de la herramienta. La presencia de una pluralidad de los medios de soporte permite la conformación de formas complicadas, en particular cuando hay medios dispuestos de soporte tanto sucesivamente en una dirección hacia fuera desde la herramienta como medios de soporte dispuestos a lo largo de la herramienta.

20 Los medios de soporte son bajados en un orden predeterminado. De ese modo se consigue que la conformación se lleve a cabo de una forma controlada y eficaz, consiguiéndose de esta manera una conformación optimizada de la preforma sobre la herramienta con respecto al contorno de la herramienta y la forma y las propiedades de la preforma de material compuesto.

25 Los medios de soporte pueden ser bajados en un orden predeterminado en una dirección hacia fuera desde la herramienta, de forma que la preforma sigue muy estrechamente el contorno de la herramienta de conformación durante la conformación y de forma que se minimice el radio de curvatura de la preforma de material compuesto sobre el borde de la herramienta de conformación.

30 Los medios de soporte también pueden ser bajados en un orden predeterminado a lo largo de la herramienta. De ese modo se consigue que se pueda iniciar la conformación de la preforma en un punto predeterminado a lo largo de la herramienta. Esto permite la conformación de la preforma sobre una herramienta de superficies curvas. También permite la conformación de una preforma con un corte transversal variable sobre la herramienta. Por consiguiente, se pueden formar preformas sobre la herramienta en artículos con formas complejas.

35 Un primer medio de soporte dispuesto junto a la herramienta puede ser bajado cuando la fuerza de la lámina estanca al aire que actúa sobre dicho medio de soporte es mayor que un valor predeterminado. Por ello, se puede controlar la operación de conformación para que se inicie cuando la presión de conformación sea lo suficientemente elevada para garantizar que se conforma la preforma estrechamente sobre el borde de la herramienta, evitando de esta manera la autoconformación de la preforma; radios excesivos en las curvas; y la formación de pliegues en el artículo conformado.

40 Al menos un medio sucesivo de soporte, dispuesto adyacente a dicho primer medio de soporte, puede ser bajado cuando la fuerza que actúa sobre dicho medio sucesivo de soporte es mayor que un valor predefinido y la fuerza que actúa sobre el medio precedente de soporte se reduce por debajo de un valor predefinido, de forma que la operación de conformación prosigue de una forma controlada garantizando que la preforma de material compuesto se conforma con precisión sobre la herramienta de conformación.

45 La invención también versa acerca de un dispositivo para conformar un artículo de material compuesto, tal como una viga para conjuntos aeronáuticos o similares, el dispositivo comprende: una herramienta de conformación que comprende una superficie superior y una superficie lateral para conformar al menos una preforma de material compuesto en un artículo que tiene un perfil predeterminado; y una lámina estanca al aire caracterizada porque el dispositivo comprende varios medios de soporte dispuestos sucesivamente en una dirección hacia fuera desde la herramienta (2) y/o dispuestos a lo largo de la herramienta (2), en la que los elementos (5a-n) de soporte están dispuestos para estar en contacto de apoyo con el lado inferior de la parte saliente de la preforma, y en la que los medios (5a-n) de soporte están dispuestos para ser bajados en un orden predeterminado. De ese modo, se consigue un dispositivo para conformar artículos de material compuesto. El dispositivo permite una conformación precisa de preformas de material compuesto sobre la herramienta de conformación en artículos que tienen una

forma predeterminada. El dispositivo es rápido, fiable y permite una producción automatizada de artículos conformados de material compuesto.

5 Los medios de soporte están dispuestos sucesivamente en una dirección hacia fuera desde la herramienta. Con ello se consigue que la preforma sigue muy estrechamente el contorno de la herramienta de conformación durante la conformación y que se minimice el radio de curvatura de la preforma de material compuesto sobre el borde de la herramienta.

10 De forma alternativa o en combinación, los medios de soporte están dispuestos sucesivamente a lo largo de la herramienta. De ese modo, se consigue que se pueda iniciar la conformación de la preforma en un punto predeterminado a lo largo de la herramienta. Esto permite la conformación de la preforma sobre una herramienta de superficies curvas. También permite la conformación de una preforma con un corte transversal variable sobre la herramienta. Por consiguiente, se pueden formar preformas sobre la herramienta en artículos con formas complejas.

Cada medio de soporte puede comprender un medio de elevación/descenso y está dispuesto, preferentemente, en un brazo, formando de esta manera una disposición de soporte, de forma que se obtiene un movimiento controlado flexible del soporte, permitiendo que se eleven y/o se bajen los medios de soporte en un orden predeterminado.

15 **Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 ilustra de forma esquemática desde una vista lateral el dispositivo para conformar un artículo de material compuesto.

La Figura 2 ilustra de forma esquemática desde una vista lateral una parte del dispositivo para conformar un artículo de material compuesto.

20 Las Figuras 3a - 3c ilustran de forma esquemática desde una vista en planta alternativas del dispositivo para conformar un artículo de material compuesto.

La Figura 4 ilustra de forma esquemática una parte del dispositivo de conformación de una preforma de material compuesto según la invención.

25 Las Figuras 5a - 5c ilustran de forma esquemática el procedimiento de conformación de una preforma de material compuesto según la invención.

Las Figuras 6a, 6b y 6c ilustran de forma esquemática la conformación de una preforma de material compuesto según la técnica anterior.

Descripción detallada de las realizaciones preferentes

30 La Figura 1 ilustra un dispositivo 1 para conformar una preforma 3 de material compuesto sobre una herramienta 2 que incluye una lámina estanca al aire 9, preferentemente la conformación se lleva a cabo al calentar la preforma hasta su temperatura de reblandecimiento y al aplicar presión sobre la preforma para forzarla a conformarse sobre la herramienta 2, lo que se denomina termoformación.

35 El dispositivo 1 según la invención para conformar un artículo de material compuesto comprende un recipiente 21 que incluye una base 4, que está rodeada por una pared inclinada 13. La base 4 soporta una herramienta calentable 2 de conformación que tiene una superficie superior 2a y superficies laterales 2a y 2c. La herramienta se extiende en la dirección longitudinal del recipiente 21. El dispositivo 1 incluye, además, una o más disposiciones 14a-n de soporte, comprendiendo cada una un medio alargado plano 5a-n de soporte y un brazo 6a-n. Los medios 5a-n de soporte están dispuestos en los brazos 6a-n. Las disposiciones 14a-n de soporte comprenden, además, medios 8a-n de elevación/descenso dispuestos en un extremo de los brazos 6a-n. Los medios 8a-n de elevación/descenso podrían ser cilindros hidráulicos o neumáticos, o resortes.

40 Cada uno de los brazos puede estar dispuesto, además, para pivotar en torno a un eje 7a-n de pivote. Además, el dispositivo comprende una lámina estanca al aire 9.

45 En el presente documento se contempla que la expresión "material compuesto" sea un material de refuerzo impregnado con un material matricial. El material de refuerzo podría ser, por ejemplo, fibra, tal como fibra de carbono, fibra de vidrio, fibra aramídica o combinaciones de las mismas. El material matricial podría ser cualquier resina plástica, por ejemplo una resina plástica termoendurecible, tal como epoxi.

50 En el presente documento se contempla que la expresión "lámina estanca al aire" sea una lámina flexible estanca al aire que sea lo suficientemente resistente como para conformar la preforma sobre la herramienta mediante la fuerza de una presión excesiva o insuficiente que actúe sobre la lámina. Por ejemplo, la lámina estanca al aire podría ser una lámina de vacío, tal como una lámina de caucho, o una plancha de caucho.

La Figura 1 ilustra una disposición con tres disposiciones 14a-n de soporte dispuestas en cada lado de la herramienta 2, sin embargo es posible disponer un número cualquiera de disposiciones 14a-n de soporte en el dispositivo 1. También es posible disponer un número idéntico o distinto de disposiciones 14a-n de soporte en cada lado de la herramienta 2. De ese modo se consigue, por ejemplo, que se pueda formar una viga con forma de C.

Como se describe en la figura 2, las disposiciones 14a-n de soporte están dispuestas de forma que los brazos 6a-n sobresalen desde la pared inclinada 13 hacia los lados de la herramienta 2b y 2c. Los brazos 6a-n sobresalen a través de ranuras 20 en la pared inclinada, que se extiende desde la base 4 hacia la parte superior de la pared 13. Como se describe en la figura 1, los ejes 7a-n de pivote y los medios 8a-n de elevación/descenso están dispuestos en el otro lado de la pared inclinada 13, en el exterior del recipiente. Por lo tanto, el lado orientado alejándose de la herramienta. De ese modo las partes amovibles de las disposiciones 14a-n de soporte están protegidas por la pared inclinada 13, de forma que la lámina estanca al aire no obstruya el movimiento de las partes amovibles.

La lámina estanca al aire 9, por ejemplo una plancha de caucho, está dispuesta para ser conectada herméticamente a la parte superior de la pared inclinada circundante 13 por medio de una junta 12 de estanqueidad. Una toma 10 de vacío permite que el aire sea aspirado del dispositivo 1 por medio de una bomba 15 de vacío. El dispositivo 1 comprende, además, sensores de presión o de carga (no mostrados). Los sensores podrían estar dispuestos en las disposiciones 14a-n de soporte para medir la fuerza procedente de la preforma que actúa sobre cada una de las disposiciones 14a-n de soporte. Hay conectada una unidad (no mostrada) de control remoto a las disposiciones 14a-n de soporte. La unidad de control remoto recibe señales desde los sensores y controla el accionamiento de los medios 8a-n de elevación/descenso. De esta manera, se puede controlar individualmente el movimiento de las disposiciones 14a-n de soporte por medio del circuito de control.

En vez de ello, las disposiciones 14a-n de soporte pueden estar dispuestas para ser bajadas mediante medios mecánicos, por ejemplo resortes que están dimensionados para comprimirse linealmente debido a la fuerza ejercida desde la lámina de vacío.

Cada una de las disposiciones 14a-n de soporte puede comprender un medio alargado plano 5a-n de soporte con una longitud que es sustancialmente igual a la longitud de la herramienta 2. Cada una de las disposiciones 14a-n de soporte está dispuesta de forma que el medio 5a-n de soporte es paralelo a un eje longitudinal a través del centro de la herramienta 2. Hay dispuestos sucesivamente varias disposiciones 14a-n de soporte, en paralelo entre sí en una dirección sustancialmente hacia fuera desde la herramienta, formando de esta manera varias líneas A, B, C, etc., figura 3a.

De forma alternativa, cada una de las disposiciones 14 a-n de soporte puede comprender un medio alargado plano 5a-n de soporte con una longitud que es sustancialmente más corta que la longitud de la herramienta 2. Varias disposiciones 14a-n de soporte están dispuestas a lo largo de la herramienta 2, de forma que los medios alargados planos 5a-n de soporte están dispuestos los unos junto a los otros en una dirección a lo largo de la herramienta 2, formando, de esta manera, una primera línea A, que tiene aproximadamente la misma longitud que la herramienta (2). Además, hay dispuestas sucesivamente disposiciones 14a-n de soporte, formando de esta manera líneas sucesivas B, C, etc. en una dirección hacia fuera desde la herramienta, figura 3b.

De forma alternativa, puede haber dispuestas sucesivamente varias líneas A, B, C, D, etc. en paralelo a la herramienta 2 en una dirección hacia fuera desde la herramienta 2. Cada línea comprende bien una disposición 14 a-n de soporte, que comprende un medio alargado plano 5a-n de soporte con una longitud sustancialmente idéntica a la longitud de la herramienta, o bien varias disposiciones 14 a-n de soporte que comprenden medios 5a-n de soporte con longitudes sustancialmente más cortas que la longitud de la herramienta 2, figura 3c.

Como se describe en la figura 4, los miembros alargados planos están dispuestos en una relación separada los unos de los otros y respecto al borde de la herramienta 2 de conformación. La distancia (a) entre el borde de la herramienta 2 y el primer medio 5a de soporte puede ser de 0,1-1 mm. La distancia (b) entre dos medios sucesivos 5a-n de soporte puede ser de 0,1-1 mm. La distancia (c) entre dos medios 5a-n de soporte dispuestos los unos junto a los otros puede ser de entre 0,1-1 mm. La distancia entre el medio (5a-n) de soporte garantiza que los medios 5a-n de soporte forman una superficie regular capaz de soportar la preforma 3 de material compuesto. La distancia estrecha entre los miembros (5a-n) garantiza que la preforma 3 de material compuesto no se deforma antes de conformarse sobre la herramienta 2.

La Figura 5a ilustra el procedimiento de conformación de un material compuesto según la invención. Una preforma 3 de material compuesto está dispuesta sobre la superficie superior de la herramienta 2 de conformación de manera que una porción de la preforma 3 sobresalga desde al menos uno de los bordes 2b, 2c de la herramienta 2. Las disposiciones 14a-n de soporte están dispuestas de forma que los medios planos alargados 5a-n de soporte estén a nivel con la superficie de la herramienta 2 y en contacto de apoyo con el lado inferior de la parte saliente de la preforma 3, es decir, el lado de la preforma 3 que está orientado hacia la superficie de la herramienta 2a. Los medios planos alargados 5a-n de soporte evitan que la preforma se mueva hacia atrás hacia la base 4 del dispositivo 1. La distancia entre el primer medio 5a de soporte y el borde de la herramienta 2, y la distancia entre los medios sucesivos 5a-n de soporte es tan corta que la preforma 3 no puede autoconformarse. Uno de los medios de apoyo 5a-n de soporte está dispuesto en el exterior de la preforma 3, soportando la lámina estanca al aire 9.

Hay dispuesta una lámina estanca al aire 9 sobre la parte superior del dispositivo 1 y sellada herméticamente con una junta 12 de vacío a la parte superior del dispositivo 1. Hay conectada una bomba 15 de vacío a la toma 10 de vacío. Se calienta el dispositivo 1 hasta una temperatura por la se reblandece el material compuesto. La temperatura podría encontrarse en el intervalo de 40-100 °C. Se pone en marcha la bomba 15 de vacío. La bomba 15 de vacío

crea un vacío bajo la lámina estanca al aire 9, creando de esta manera una presión baja debajo de la lámina estanca al aire 9; la presión baja podría ser de hasta -100 kPa. La presión baja fuerza a la lámina estanca al aire 9 hacia abajo, forzando de esta manera a la preforma 3 hacia la superficie de la herramienta 2 y también fuerza a la porción saliente de la preforma 3 hacia las disposiciones 14a-n de soporte. Por lo tanto, la fuerza sobre la preforma es proporcional a la presión baja.

Cuando la lámina estanca al aire 9 fuerza a la preforma 3 hacia abajo, la preforma ejerce una fuerza sobre los medios 5a-n de soporte. Se establece un valor predeterminado de la fuerza ejercida para cada medio 5a-n de soporte, al que se baja el medio de soporte.

Cuando la fuerza procedente de la lámina estanca al aire 9 que actúa sobre la preforma 3 de material compuesto ha alcanzado un valor predeterminado, en el que se garantiza una conformación precisa de la preforma 3 de material compuesto sobre la herramienta 2, se hace descender el primer medio 5a de soporte, (figura 5b). Después de un periodo de tiempo, se hace descender el segundo medio 5b de soporte, (figura 5c). Después de otro periodo de tiempo se hace descender el tercer medio 5c de soporte, (figura 5d). El procedimiento continúa hasta que todos los medios 5a-n de soporte han sido bajados y se forma la preforma 3 de material compuesto sobre la herramienta 2. Con esto se consigue una conformación controlada de la preforma 3 de material compuesto sobre la herramienta 2, correspondiéndose el radio de curvatura de la preforma 3 con el radio del borde de la herramienta 2.

Cuando se han hecho descender los medios 5a-n de soporte hasta el punto en el que la preforma 3 de material compuesto está formada sobre la herramienta 2 y se detienen y se retiran los medios 5a-n de soporte, figura 5d. Con esto, los medios 5a-n de soporte pueden ser plegados hacia la pared inclinada 13 al pivotar los brazos 6a-n en torno al eje 7a-n.

Cada uno de los varios medios alargados planos 5a-n de soporte con una longitud sustancialmente idéntica a la longitud de la herramienta 2 pueden estar dispuestos sucesivamente en paralelo entre sí en una dirección hacia fuera desde la herramienta 2. El descenso del primer medio 5a de soporte, más cercano a la herramienta 2 comienza cuando la fuerza procedente de la lámina estanca al aire 9 sobre la preforma 3 ha alcanzado un valor predeterminado específico. El valor predeterminado está basado en las características del material que va a ser formado y en la geometría de la herramienta y puede ser determinado por el experto. La lámina estanca al aire 9 fuerza a la preforma 3 hacia abajo. La preforma 3 permanece soportada sobre el primer medio 5a de soporte, hasta que una parte de la preforma está conformada sobre la herramienta 2, entonces se relaja la preforma 3 debido a que se ejerce menos presión procedente de la lámina estanca al aire 9 sobre la preforma, y se reduce la fuerza que actúa sobre el primer medio 5a de soporte. Cuando se reduce la fuerza que actúa sobre el medio 5a de soporte por debajo de un valor predeterminado se comienza el descenso del medio 5b de soporte. La lámina estanca al aire 9 fuerza a la preforma 3 hacia abajo. La preforma 3 permanece soportada sobre el medio 5b de soporte, hasta que se conforma una parte adicional de la preforma 3 sobre la herramienta 2. Entonces, se relaja la preforma 3 y se reduce la fuerza que actúa sobre el segundo medio 5b de soporte. Cuando se reduce la fuerza que actúa sobre el medio 5b de soporte por debajo de un valor predeterminado se comienza el descenso del medio 5c de soporte. El procedimiento continúa hasta que se bajan todos los medios 5a-n de soporte y se forma la preforma 3 sobre la herramienta 2.

De forma alternativa, varios medios alargados planos 5a-n de soporte con una longitud que es sustancialmente más corta que la longitud de la herramienta 2 pueden estar dispuestos unos junto a otros en una dirección a lo largo de la herramienta 2, formando de esta manera una primera línea A que comprende los miembros 5a, 5a', 5a". Hay medios adicionales de soporte dispuestos unos junto a otros a lo largo de la herramienta 2, formando de esta manera líneas sucesivas B, C, etc. en una dirección hacia fuera desde la herramienta 2, por ejemplo 5b, 5b', 5b"; 5c, 5c', 5c". Se comienza el descenso de uno de los medios de soporte en la línea A, más cercana a la herramienta 2, cuando la fuerza procedente de la lámina estanca al aire 9 sobre la preforma 3 es mayor que un valor predefinido. El valor predeterminado está basado en las características del material que va ser formado y la geometría de la herramienta y puede ser determinado por el experto. La lámina estanca al aire 9 fuerza a la preforma 3 hacia abajo. La preforma 3 permanece soportada sobre el primer medio 5a' de soporte, hasta que una parte de la preforma está conformada sobre la herramienta 2, entonces la preforma 3 se relaja debido a que se ejerce menos presión procedente de la lámina estanca al aire 9 sobre la preforma, y se reduce la fuerza que actúa sobre el primer medio 5a' de soporte. Cuando se reduce la fuerza que actúa sobre el medio 5a' de soporte por debajo de un valor predeterminado, se inicia el descenso de uno o de varios o del resto de los medios restantes de soporte, por ejemplo 5a, 5a" en la línea A. La lámina estanca al aire fuerza a la preforma 3 hacia abajo. La preforma permanece soportada sobre los medios 5a, 5a" hasta que una parte de la preforma 3 está conformada sobre la herramienta 2. Entonces se reduce la fuerza sobre el referido medio de soporte y se inicia el descenso de uno o de varios o del resto de los medios de soporte en la línea B según el procedimiento descrito anteriormente. Se repite el procedimiento hasta que se conforma la preforma 3 sobre la herramienta 2.

La fuerza que actúa sobre la preforma 2 puede ser medida en las disposiciones 14a-n de soporte por medio de un sensor. Una unidad de control controla el descenso de cada uno de los medios 5a-n de soporte al accionar un medio 8a-n de elevación/descenso asociado con cada uno de los medios 5a-n de soporte.

De forma alternativa, los medios 5a-n de soporte pueden ser bajados mediante medios mecánicos 8a-n, por ejemplo resortes que están dimensionados para comprimirse linealmente con una fuerza predeterminada específica que actúa sobre los medios 5a-n de soporte.

5 Cuando se han hecho descender los medios 5a-n de soporte hasta el grado en el que se conforma la preforma 3 de material compuesto sobre la herramienta, se detienen y se retiran los medios 5a-n de soporte. Los medios 5a-n de soporte pueden ser plegados hacia la pared inclinada 19 por medio del giro de los brazos 6a-n en torno al eje 7a-n.

Finalmente, se retira el artículo conformado de la herramienta 2 y es transportado hasta un horno de curado, por ejemplo una autoclave en el que se cura el artículo.

10 La Figura 6a ilustra la conformación de un artículo de material compuesto según la técnica anterior. En la primera etapa se coloca una preforma 3 de material compuesto sobre la superficie 2a de una herramienta 2 de conformación, se aplica una lámina de vacío 9 sobre la disposición. Se calienta la disposición. La Figura 6b ilustra la conformación de la preforma, en la que se crea una presión baja debajo de la lámina de vacío. La Figura 6c ilustra la preforma cuando es conformada sobre la herramienta. La Figura 6c ilustra el radio adicional que se crea según se forma la preforma sobre el borde de la herramienta 2.

15 Aunque se han divulgado realizaciones particulares en el presente documento en detalle, esto se ha hecho únicamente con fines ilustrativos, y no se pretende que sean limitantes con respecto a las reivindicaciones adjuntas. También se pueden combinar las realizaciones divulgadas. En particular, los inventores han contemplado que se puedan realizar diversas sustituciones, alteraciones, y modificaciones a la invención sin alejarse del ámbito de la invención según está definido por las reivindicaciones. Por ejemplo, se podrían proporcionar diversas superficies de
20 conformación en la herramienta, haciendo que sea posible, de esta manera, conformar diversos tipos de artículos, por ejemplo, vigas con forma de C o vigas con forma de sombrero. Se podría llevar a cabo el forzamiento de la lámina de vacío hacia la preforma al ejercer una presión excesiva sobre la lámina de vacío, por ejemplo, utilizando una autoclave o una cámara de presión. Se podrían utilizar distintos procedimientos para calentar el dispositivo, por ejemplo aire caliente, gases calientes, o fluidos calientes o calentamiento eléctrico. Se podrían incluir en el
25 dispositivo distintos medios para hacer descender los medios de soporte. Los medios de soporte podrían estar dispuestos para pivotar hacia la herramienta, los medios de soporte podrían estar dispuestos para sobresalir de la herramienta de conformación o de la base del dispositivo.

REIVINDICACIONES

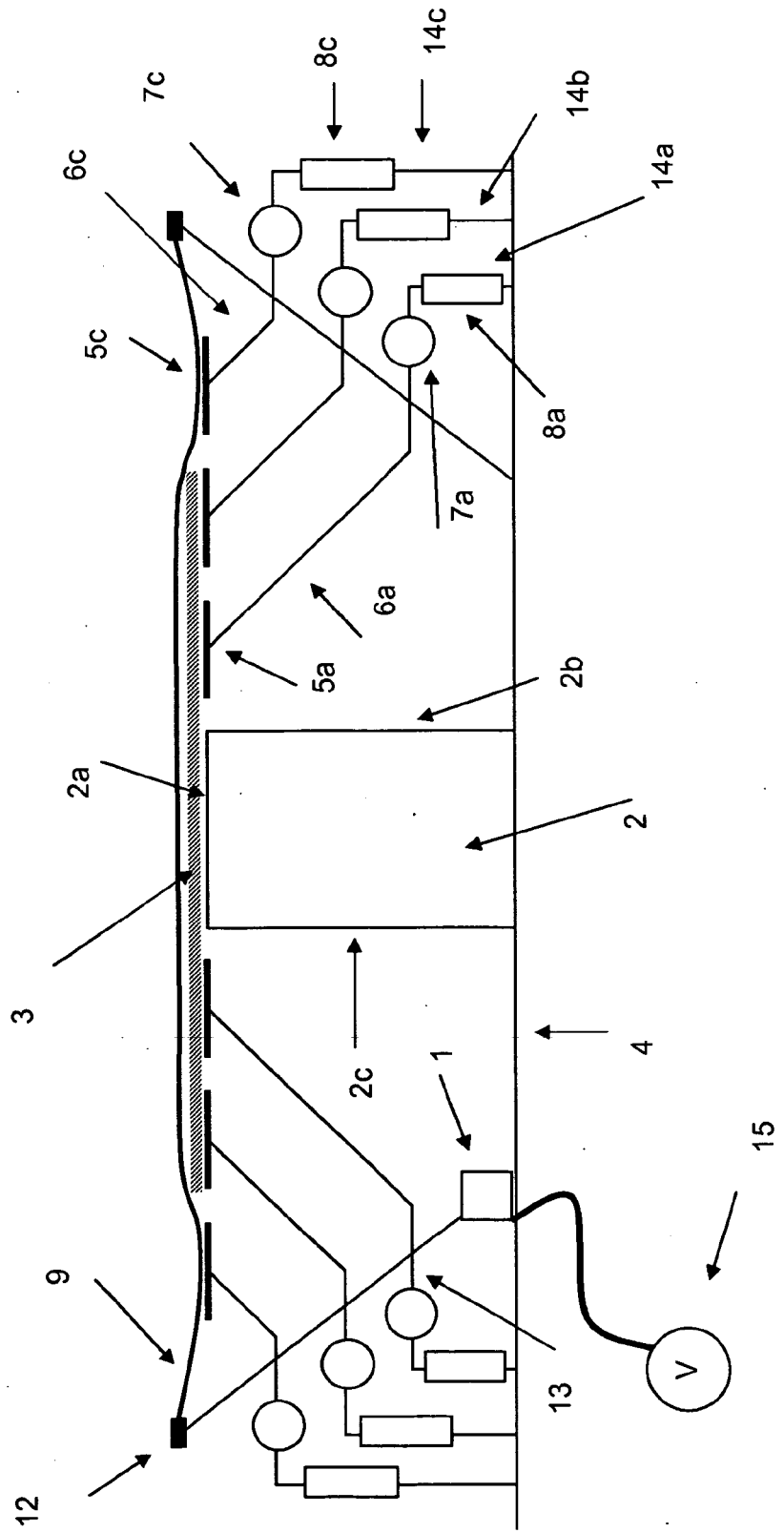
1. Un procedimiento de conformación de un artículo de material compuesto, tal como una viga para conjuntos aeronáuticos o similares **que comprende las etapas de:**
- 5
- disponer una preforma (3) de material compuesto sobre la superficie superior de una herramienta (2) de conformación, estando dispuesta una porción de la preforma (3) para sobresalir fuera de la superficie superior de la herramienta (2) y para soportar la porción saliente con varios medios (5a-n) de soporte dispuestos sucesivamente en una dirección hacia fuera desde la herramienta (2) y/o dispuestos sucesivamente a lo largo de la herramienta (2), en el que los medios (5a-n) de soporte hacen contacto con el lado inferior de la porción saliente de la preforma (3);

10

 - disponer una lámina estanca al aire (9) sobre la disposición;
 - forzar la lámina estanca al aire (9) hacia la preforma (3);
 - hacer descender los medios (5a-n) de soporte en un orden predeterminado hasta que se conforme la preforma (3) sobre la herramienta (2);
 - detener y/o retirar los medios (5a-n) de soporte.

15
2. Un procedimiento según la reivindicación 1, **en el que** se hace descender a la porción saliente de la preforma (3) al bajar los medios (5a-n) de soporte en un orden predeterminado en una dirección hacia fuera desde la herramienta (2).
3. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **en el que** se hace descender a la porción saliente de la preforma (3) al bajar los medios (5a-n) en un orden predeterminado a lo largo de la herramienta (2).
- 20
4. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **en el que** se hace descender a un primer medio (5a-n) de soporte dispuesto junto a la herramienta cuando la fuerza de la lámina estanca al aire (9) que actúa sobre dicho medio (5a-n) de soporte es mayor que un valor predeterminado.
- 25
5. Un procedimiento según la reivindicación 4, **en el que** se hace descender a al menos un medio sucesivo (5b-n) de soporte, dispuesto adyacente a dicho primer medio (5a-n) de soporte, cuando la fuerza que actúa sobre dicho medio sucesivo (5b-n) de soporte es mayor que un valor predefinido y se reduce la fuerza que actúa sobre el medio precedente (5a-n) de soporte por debajo de un valor predefinido.
- 30
6. Un dispositivo para conformar un artículo de material compuesto, tal como una viga para conjuntos aeronáuticos o similares, el dispositivo (1) comprende: una herramienta (2) de conformación, que comprende una superficie superior y una superficie lateral para conformar al menos una preforma (3) de material compuesto en un artículo que tiene un perfil predeterminado; y una lámina estanca al aire (9), **caracterizado porque** el dispositivo (1) comprende varios medios (5a-n) de soporte dispuestos sucesivamente en una dirección hacia fuera desde la herramienta (2) y/o dispuestos sucesivamente a lo largo de la herramienta (2), en el que los elementos (5a-n) de soporte están dispuestos para hacer un contacto de apoyo con el lado inferior de una parte saliente de la preforma (3), y en el que los medios (5a-n) de soporte están dispuestos para ser bajados en un orden predeterminado.
- 35
7. Un dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado porque** cada medio (5a-n) de soporte comprende un medio (8a-n) de elevación/descenso.
- 40
8. Un dispositivo según la reivindicación 6 o 7, **caracterizado porque** cada medio (5a-n) de soporte está dispuesto en un brazo (6a-n), formando de esta manera una disposición (14a-n) de soporte.

Figura 1



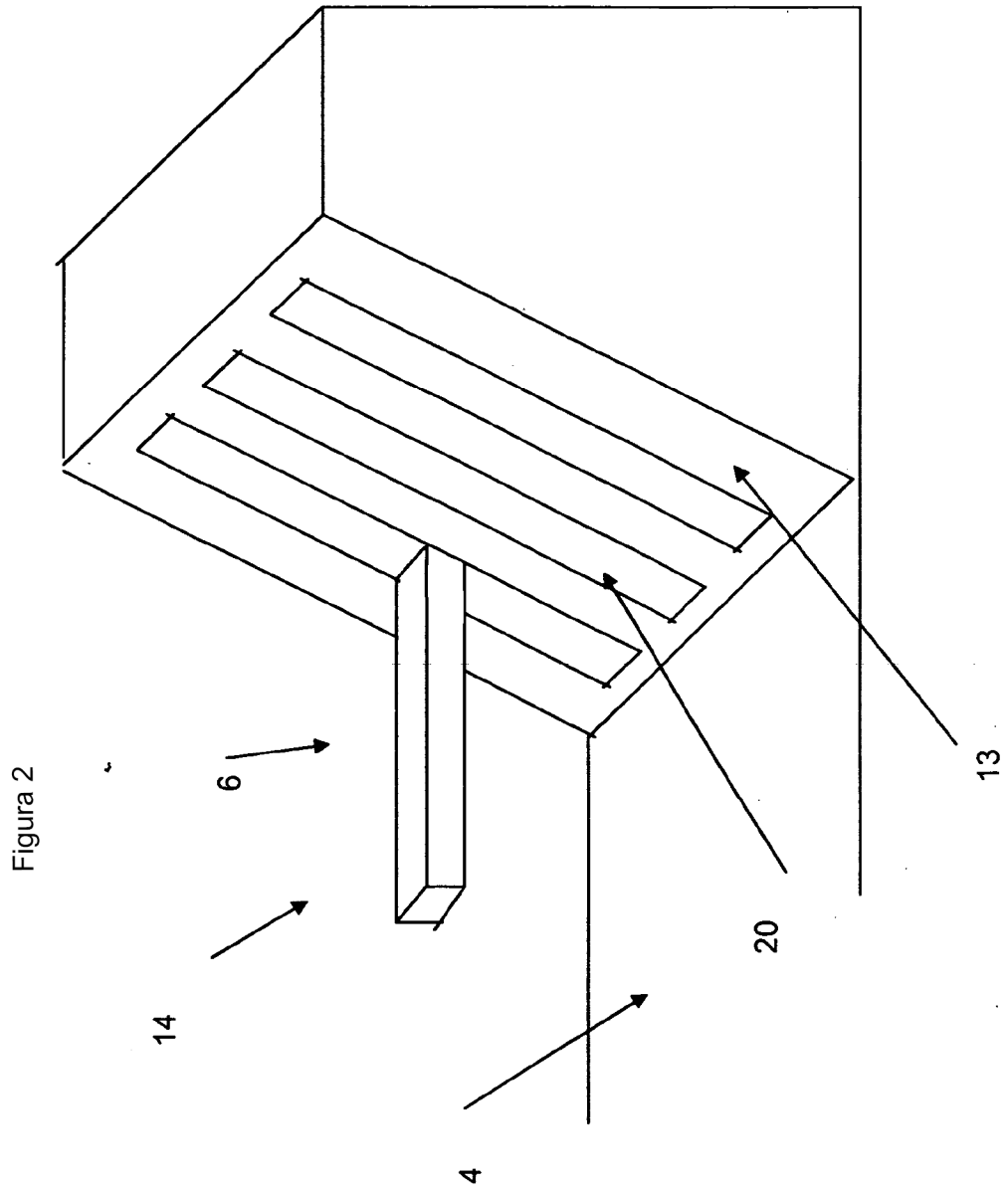


Figura 2

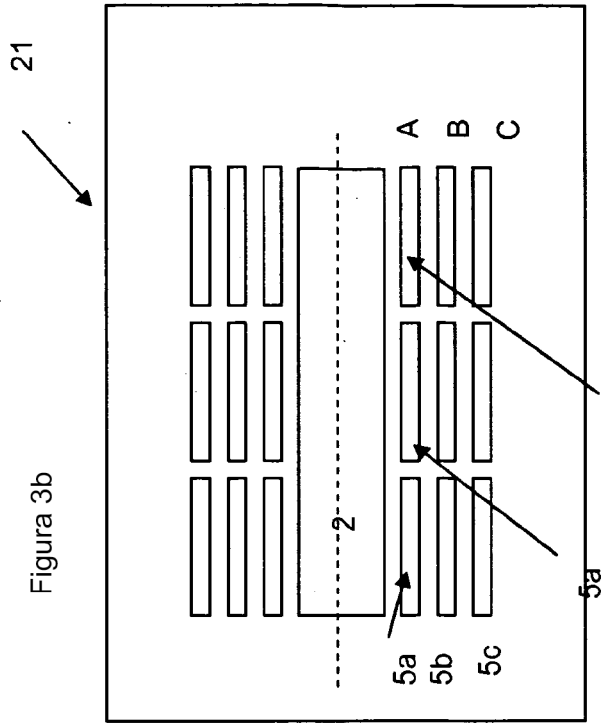


Figure 3b

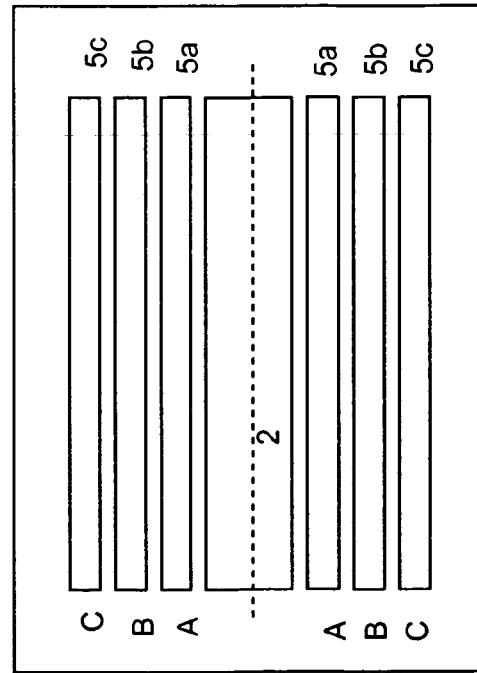


Figure 3c

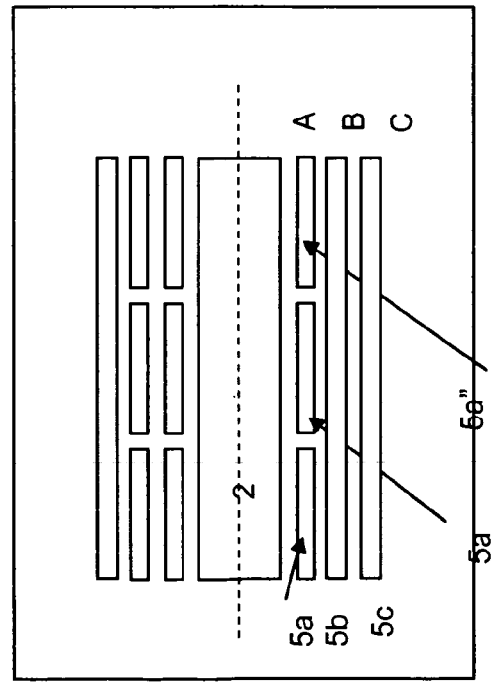


Figura 4

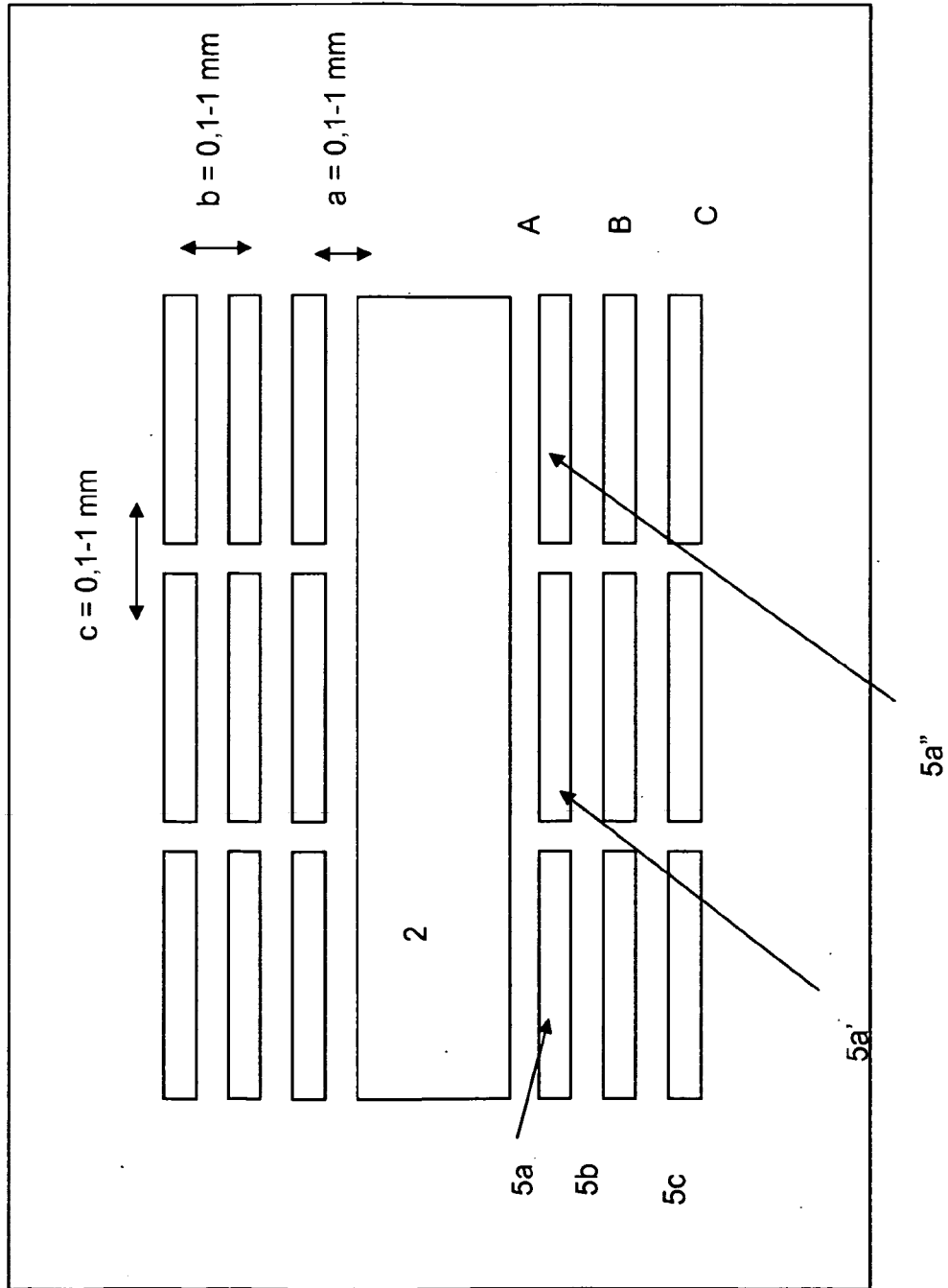


Figura 5a

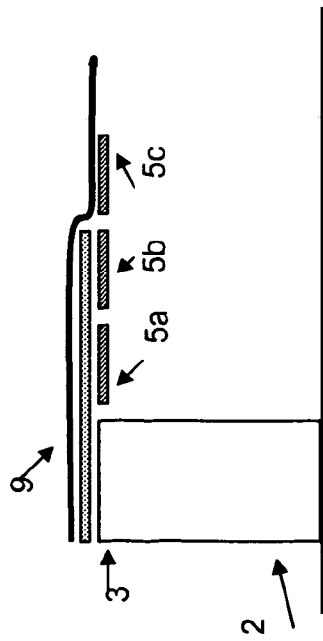


Figura 5b

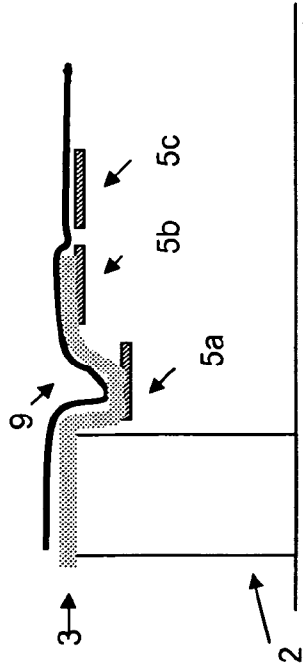


Figura 5c

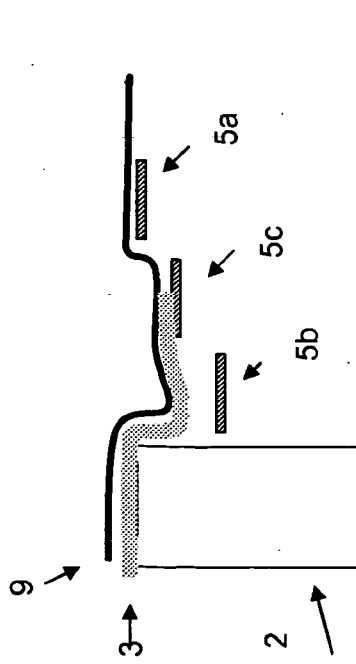


Figura 5d

