

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 528 756**

51 Int. Cl.:

B29C 70/34 (2006.01)

B29C 70/44 (2006.01)

B29D 99/00 (2010.01)

B29L 31/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2009 E 09724124 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.10.2014 EP 2280818**

54 Título: **Método de fabricación de un elemento estructural alargado hecho de material compuesto por medio de formación y de curado en un autoclave usando una bolsa de vacío**

30 Prioridad:

27.03.2008 IT TO20080232

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

12.02.2015

73 Titular/es:

**ALENIA AERMACCHI S.P.A. (100.0%)
Piazza Monte Grappa 4
00195 Roma, IT**

72 Inventor/es:

**DELLI CARRI, ALFONSO;
GROSSO, FELICE;
IAGULLI, GIANNI;
DE VITA, VINCENZO y
PINO, AGOSTINO**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 528 756 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

Método de fabricación de un elemento estructural alargado hecho de material compuesto por medio de formación y de curado en un autoclave usando una bolsa de vacío.

5 La presente invención se refiere a un método de fabricación de un elemento estructural alargado hecho de material compuesto, en el que se usa un molde que tiene una porción macho convexa que se extiende a lo largo de dicho molde y que sobresale verticalmente, comprendiendo dicho método las siguientes etapas:

10 - depositar sucesivamente sobre una superficie una pluralidad de capas de refuerzo de material preimpregnado de manera que se obtenga un laminado similar a banda,

- posicionar el laminado sobre dicha porción macho convexa del molde y preparar una bolsa de vacío asociada, y

15 - someter dicho laminado sobre el molde a un ciclo de calor, vacío y presión programado para comprender una etapa de formación dispuesta para producir la adaptación de la forma del laminado a la porción macho convexa del molde, y una etapa de curado posterior dispuesta para producir la polimerización de la resina de material preimpregnado.

20 Métodos de este tipo se conocen, por ejemplo, del documento WO 2008/007140 A2, y se tratan en "Ply collation: A major cost driver" (F.C. Campbell, "Manufacturing processes for advanced composites" 2004, Elsevier, páginas 131-173). Estos métodos se usan en la industria de la aviación para la producción, por ejemplo, de tensas u otros elementos de rigidización/refuerzo dispuestos para conectarse al entablado externo del fuselaje o a paneles de otras estructuras primarias tales como alas y empenaje de la cola.

25 En los métodos conocidos, antes del método de polimerización en autoclave, el laminado, formado por capas de material preimpregnado de resina termoendurecible, se somete primero a método de termoconformado de manera que se produzca la adaptación del mismo a la porción macho convexa del molde. Este método de formación se realiza normalmente calentando el laminado a una temperatura inferior a la temperatura de ignición de la etapa de polimerización, pero suficientemente alta para ablandar dicho laminado. Como el método de formación en caliente prevé que el laminado se inserte en una bolsa de vacío o dispositivo de membrana similar, la acción del vacío producido dentro de la bolsa o dispositivo de membrana hace que la película de la bolsa de vacío o la membrana comprima el laminado ablandado contra la porción macho convexa del molde, causando la adaptación del perfil del laminado al de la porción macho del molde.

35 Los métodos conocidos se caracterizan por un alto gasto de recursos, ya que la etapa de formación en caliente y la etapa de polimerización en autoclave se realizan usando aparatos diferentes. La secuencia de operación asociada es, por tanto, bastante compleja, ya que requiere operaciones de manipulación especiales para transferir las partes de un aparato a otro, e implica descanso debido al hecho de que un aparato de formación normalmente no puede manipular más de algunas piezas de una vez y esto en cualquier caso requiere una etapa de ajuste inicial y un calentamiento más o menos prolongado y enfriamiento de las mismas. Además, es necesario preparar dos bolsas a vacío separadas, una para el método de formación en caliente y otra para el ciclo en autoclave.

45 Por tanto, se desearía ser capaz de prescindir del aparato previsto para el método de formación en caliente. Por otra parte, estos aparatos permiten que el operario monitorice el desarrollo del método de formación y, si fuera necesario, que intervenga en caso de que surjan problemas (tales como la formación de pliegues o bolsas de aire no deseables en la película de la bolsa de vacío durante la creación del vacío), antes de que se produzca daño irreparable a la pieza que se fabrica. En su lugar, el método en autoclave, por su propia naturaleza, no permite que el operario tome acción correctora cuando está en progreso.

50 Considerando el problema del estado de la técnica anteriormente descrito, la invención se refiere a un método del tipo definido al principio,

55 en el que un película separadora inferior se coloca sobre el molde antes de que el laminado se coloque encima, de tal forma que dicha película separadora inferior se sitúa entre el laminado y el molde, teniendo dicha película separadora inferior una fricción de deslizamiento baja con respecto a la resina de material preimpregnado y el molde;

60 en el que la bolsa de vacío se prepara antes de someter el laminado a dicha etapa de formación, comprendiendo la preparación de la bolsa de vacío las siguientes etapas:

- cubrir el laminado con una película separadora superior;

65 - cubrir la película separadora superior con una capa de ventilación que tiene un espesor fijo que está sustancialmente inafectado por las condiciones del ciclo de calor, vacío y presión, y

- aplicar herméticamente sobre el molde una película de bolsa de vacío de alto estiramiento de manera que dicha película de bolsa de vacío esté sustancialmente tensa, encerrando dicho laminado en el modo de una tienda de campaña;

5 y en el que dicho ciclo de calor, vacío y presión también está programado de manera que dicha etapa de formación se realice en autoclave secuencialmente con dicha etapa de curado, precediendo dicha etapa de formación inmediatamente a dicha etapa de curado.

10 Dicho método según la invención permite evitar el uso de una máquina dedicada para el método de formación en caliente, ya que permite realizar dicha operación de formación dentro del autoclave normalmente usado para la polimerización de la pieza. Esto es posible debido a la bolsa de vacío especial según la invención, que permite que se realice la formación en caliente sin la necesidad de supervisión por el operario cuando está en progreso.

15 Renunciando a la máquina de formación en caliente, se eliminan la máquina asociada y los costes de procesamiento. Además, la bolsa de vacío especial según la invención sustituye las dos bolsas de vacío separadas usadas en los métodos convencionales y, por tanto, reduce la cantidad de material usado. Debe observarse que, a pesar de la innovadora configuración de la bolsa de vacío según la invención, los materiales individuales usados son aquellos normalmente disponibles en el sector.

20 Realizaciones preferidas de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

Una realización preferida, pero no limitante, de la invención se describirá ahora con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

25 - la figura 1 es una vista en alzado lateral simplificada que ilustra una etapa del método en la que un laminado se deposita sobre una superficie;

30 - la figura 2 es una vista en alzado lateral simplificada que ilustra una etapa del método en la que el laminado se coloca sobre un molde con una porción macho convexa;

- la figura 3 es una vista en perspectiva simplificada que ilustra una etapa del método en la que el laminado sobre el molde se somete a calentamiento y laminación;

35 - la figura 4 es una vista en alzado lateral simplificada que ilustra un diagrama de una bolsa de vacío para el laminado;

- la figura 5 ilustra la progresión de los parámetros de proceso durante una etapa de formación y de polimerización del método según la invención;

40 - la figura 6 es una vista en alzado lateral simplificada que ilustra un elemento estructural obtenido a partir del laminado después de la etapa de formación y de polimerización;

45 - la figuras 7a y 7b son vistas en perspectiva de los ejemplos de elementos estructurales que tienen una sección transversal como aquella del componente mostrado en la figura 6.

50 Un método según la invención previsto para la producción de un elemento estructural recto, en particular un tirante, con una sección transversal en forma de omega, se describirá a continuación. Como se entenderá más claramente a partir de una lectura de la descripción que sigue, la invención no se limita, sin embargo, a la fabricación de tirantes ni a un tipo de sección transversal particular.

55 Con referencia a la figura 1, el método prevé inicialmente depositar sucesivamente sobre una superficie 10 una pluralidad de capas de material preimpregnado 21 de manera que se obtenga un laminado plano similar a la banda 20. Por tanto, el término "laminado" se entiende que significa todas las capas de material preimpregnado apiladas.

60 La superficie de laminación 10 se prepara de una forma convencional para su uso en una habitación limpia para la laminación de las capas de material preimpregnado.

65 Para los fines de la invención, el término "preimpregnado" se entiende que significa convencionalmente un producto semi-acabado que comprende fibras de refuerzo (normalmente de carbono o vidrio) y una matriz de resina en la que estas fibras están incorporadas. Las fibras pueden estar dispuestas en diferentes configuraciones, por ejemplo, en una capa unidireccional que tiene las fibras alineadas y paralelas entre sí en una dirección única, o como una 'tela' en la que las fibras están entretrejidas en dos direcciones perpendiculares entre sí, llamadas urdimbre y trama. Los materiales preimpregnados se preparan generalmente en forma de banda y enrollados en rollos.

Por tanto, para posicionar sobre la superficie 10 el material preimpregnado se corta primero a las dimensiones y formas requeridas.

Antes posicionar el laminado 20, la superficie de laminación 10 se cubre con una película separadora 30 que tiene una fricción de deslizamiento baja con respecto a la resina del material preimpregnado (y, como se verá más adelante, también con respecto al molde de formación). Se entiende que el término "separador", o también "película de desprendimiento", significa convencionalmente una película de plástico dispuesta generalmente en contacto con el laminado 20 y tratada de un modo de forma que no se una con el material de este laminado 20. En general, la película separadora también está dispuesta para permitir que sustancias volátiles y el aire presente en el laminado 20 pasen a través de ella. El término "baja fricción" se entiende que significa que la película separadora 30 permite el deslizamiento relativo entre ella misma y la superficie del laminado 20 en contacto con la misma (y con la superficie del molde que se describe adicionalmente más adelante), para los fines que se aclararán después. Preferentemente, la película separadora es poli(fluoruro de vinilo) (PVF).

Una vez la película separadora 30 se ha colocado en posición, bandas laterales de lámina de desprendimiento 22 se posicionan de forma que los extremos laterales del laminado en forma de banda 20 se adhieran a ellas cuando las capas de dicho laminado 20 se depositan. El término "lámina de desprendimiento" se entiende que significa convencionalmente una capa de tela, normalmente poliéster, añadida para proteger las superficies externas del laminado 20 o para modificar su acabado superficial para el posterior procesamiento. En el ejemplo específico aquí descrito, las bandas de lámina de desprendimiento 22 tienen la función de proteger las áreas previstas para formar las pestañas laterales del tirante con una sección transversal en forma de omega, en vista de su unión posterior a un panel del fuselaje. Por tanto, dependiendo del tipo de elemento estructural que vaya a obtenerse con el método según la invención, las bandas laterales de lámina de desprendimiento pueden también no estar presentes.

El laminado plano 20 se somete a continuación a operaciones de procesamiento adicional en sí convencionales, por ejemplo, la realización de una serie de orificios de referencia 31 (ilustrados en la figura 2) posicionados a lo largo del centro del mismo. En este momento, la película separadora de baja fricción 30 se posiciona debajo del laminado 20. A continuación, la película separadora 30 se denominará, por tanto, película separadora inferior, con referencia a la de una bolsa de vacío de croquis ilustrada en la figura 4.

Después de completarse la estratificación sobre la superficie 10, el laminado plano 20 se somete a una etapa de compactación preliminar (dentro de una bolsa de vacío), que tiene la función convencional de compactar juntas las capas de material preimpregnado y reducir la cantidad de bolsas de aire presentes dentro del material y que causan la unión de la película separadora al laminado.

Posteriormente, como se muestra en la figura 2, el laminado 20 se coloca sobre un molde 40. Este molde 40 comprende una porción macho convexa 41 que se extiende a lo largo del molde y que sobresale verticalmente de él. El término "convexo" se refiere a la forma de la sección transversal de la porción macho 41, en el sentido de que no tiene huecos hacia adentro.

Más específicamente, el laminado 20 se coloca sobre la porción macho convexa 41. Para este fin, para garantizar el correcto posicionamiento, una serie de pernos de referencia 42, capaces de engancharse dentro de los orificios respectivos 31 del laminado 20, están dispuestos a lo largo de la porción macho 41.

En el ejemplo mostrado, la porción macho convexa recta tiene una sección transversal con una forma sustancialmente trapezoidal. Como resultado de esta sección es posible obtener al final del método un elemento estructural con una sección transversal en forma omega (véanse las figuras 6, 7a y 7b). Como se ha establecido anteriormente, la sección transversal del elemento estructural no es crítica para los fines de la invención, y, por tanto, también la sección transversal de la porción macho puede ser diferente, siempre que sea convexa.

En la dirección de su longitud, la porción macho 41 (además del propio molde 40) puede tener un perfil que es constante o variable, y en particular puede tener rampas o irregularidades locales (sacudidas) y variaciones en el espesor. Con la primera solución es posible producir un elemento estructural que tenga un perfil constante en la dirección de su longitud (véase la figura 7a), mientras que con la segunda solución es posible producir un elemento estructural que tenga un perfil variable en la dirección de su longitud, según se requiera, por ejemplo, en el caso de tirantes para paneles de fuselaje y otras estructuras primarias (véase la figura 7b).

Como puede apreciarse en la figura 2, la película separadora de baja fricción inferior 30 se sitúa entre el laminado 20 y la parte del molde subyacente 40. En particular, la parte central de esta película está comprimida entre la parte superior 43 de la porción macho 41 y el laminado 20.

Preferentemente, el laminado 20 se somete a una operación para la adaptación a la parte superior 43 de la porción macho 41 del molde 40, como se muestra en la figura 3. Para este fin, la parte central del laminado 20 se comprime contra la porción macho 41 del molde 40 por medios de compresión 49, tales como rodillos o cepillos (operados manualmente o automáticamente), que se deslizan a lo largo del laminado 20 mientras que los medios de calentamiento 60, tales como pistolas de calor (operadas manualmente o automáticamente), actúan ablandando localmente la resina del material preimpregnado.

Una bolsa de vacío 50 se prepara entonces sobre el laminado 20 sobre el molde 40, como se muestra en la figura 4.

La preparación de la bolsa de vacío prevé inicialmente cubrir el laminado 20 con una película separadora superior 51. Se entiende que el término "separador", o también "película de desprendimiento", significa convencionalmente una película de plástico colocada generalmente en contacto con el laminado 20 y tratada de tal manera que no se una con el material de este laminado 20. En general, la película separadora también está dispuesta para permitir que sustancias volátiles y el aire presente en el laminado 20 pasen a través de ella. La película separadora superior 51 es, por ejemplo, de etileno-propileno fluorado (FEP).

Esta película separadora superior 51 se cubre entonces con una capa más ancha 52 que tiene un espesor fijo (preferentemente en el intervalo 0,12 mm - 0,15 mm). El término "capa de respiradero" se entiende que significa convencionalmente un material que tiene la función de mantener la bolsa de vacío separada de las partes subyacentes, creando así una trayectoria continua que permite extraer el aire y las sustancias volátiles. Se entiende que la expresión "espesor fijo sustancialmente inafectado por las condiciones del ciclo de temperatura, vacío y presión" significa que la capa de respiradero 52 es un material tal como para retener un espesor sustancialmente invariable durante el ciclo de temperatura, vacío y presión realizado en un autoclave. Los materiales convencionalmente usados como materiales más anchos en la industria de la aviación tienen la desventaja de que se deforman a las presiones presentes en un autoclave. Por el contrario, los inventores de la presente invención se han dado cuenta de que los materiales normalmente usados como lámina de desprendimiento (particularmente tejidos de poliéster), cuando se usan como capa de respiradero en la presente invención, permiten que se logre un compromiso entre respiradero adecuado y control del espesor de la capa de respiradero 52.

Finalmente, la bolsa de vacío se cierra aplicando herméticamente una película de bolsa de vacío de alto alargamiento 53 sobre el molde 40. La película de la bolsa de vacío debe aplicarse de manera que sea sustancialmente hermética, encerrando el laminado 20 en modo de una tienda de campaña. Esto previene que la película de la bolsa de vacío 53 pueda entrar debajo del laminado plano 20 cuando se crea el vacío dentro de la bolsa, que podría producir defectos de fabricación en el componente estructural o el riesgo de rotura de la bolsa. Preferentemente, la película de la bolsa de vacío está hecha de nailon elástico con un espesor de 0,05 mm y valor de alargamiento mínimo en el punto de rotura del 375 %.

Por lo demás, la bolsa de vacío es completamente convencional y comprende a lo largo de su perímetro bandas de material de respiradero convencionales (no mostradas) conectadas a la capa de respiradero 52, bandas de sellado 54 dispuestas a lo largo de la periferia entera de la bolsa de vacío, de manera que la hagan hermética al aire, y una pluralidad de válvulas de vacío (no mostradas) dispuestas para conectarse a un sistema de vacío y posicionadas opuestas a las bandas perimetrales del material de respiradero.

El laminado 20 con la bolsa de vacío 50 así preparado se somete entonces a ciclo de temperatura, vacío y presión en un autoclave programado para producir la polimerización de la resina de material preimpregnado. Según la invención, este ciclo de temperatura, vacío y presión también está programado de manera que comprenda una etapa de formación dispuesta para producir la adaptación de la forma del laminado a la porción macho convexa del molde, precediendo dicha etapa de formación inmediatamente a la polimerización de la resina de material preimpregnado.

La figura 5 muestra diagramas que ilustran la progresión de la temperatura, vacío y presión en un autoclave durante el método según la invención. Los valores numéricos indicados están previstos para fines ilustrativos solo y pueden variar con la variación del sistema de resina que forma el material preimpregnado. En particular, los valores indicados se refieren a materiales preimpregnados con fibra de carbono y una matriz de resina epoxi, en particular los productos 8552-33-268-IM7 12k (fibra de carbono unidireccional) y 8552S-37-AGP280c-AS4 - style 5HS - 3k (fibra de carbono de tela) fabricada por Hexcel Composites.

Como puede apreciarse en la figura 5, las etapas de formación y de curado se combinan para formar un único ciclo de autoclave sin interrupción entre ellas. En particular, la máxima temperatura alcanzada al final de la formación (indicada a $t = 70 \pm 5$ °C en los diagramas mostrados) se mantiene hasta el inicio de la tasa de calentamiento para el método de curado. La rampa de aumento del vacío se controla durante la etapa de formación, de manera que se permita la creación de un vacío tan uniforme como sea posible dentro de la bolsa de vacío y la adaptación controlada del laminado 20 a la forma de la porción macho 41 del molde 40. La aplicación del vacío se realiza muy lentamente, es decir, a una tasa de aproximadamente 10 mbar/min, hasta que se alcanza el valor de 200 mbar. Para completar la operación de formación, cuya duración debe definirse adecuadamente antes del inicio del método del autoclave, el vacío se aumenta casi instantáneamente al valor requerido para el curado. Finalmente, la presión dentro del autoclave aumenta desde el valor ambiente hasta el valor requerido para el método de curado solo cuando se ha completado la etapa de formación.

Debido a la disposición especial de la bolsa de vacío, el método de formación puede realizarse en un autoclave secuencialmente con el método de curado sin la necesidad de corrección por el operario. En particular, la película separadora inferior de baja fricción 30 permite deslizar la superficie inferior del laminado 20 sobre la película separadora 30, permitiendo una adaptación óptima de la forma del laminado 20 al perfil de la porción macho

convexa 41 del molde 40, particularmente en las zonas cóncavas 41a sobre los lados de la porción macho convexa 41, en los que el perfil de la porción macho 41 se incorpora con el perfil del resto del molde 40. El requisito de baja fricción depende, por supuesto, de los materiales usados y, por tanto, no puede cuantificarse en términos absolutos. Un experto en la materia es, sin embargo, capaz de determinar experimentalmente cómo de baja debe de ser la fricción entre la película separadora y el laminado y entre la película separadora y el molde con el fin de permitir que se produzca el deslizamiento relativo entre ellas durante la aplicación del vacío en la etapa de formación.

Por el contrario, la capa de respiradero de espesor fijo 52 permite aplicar una compresión sustancialmente uniforme sobre el laminado entero 20, previniendo la formación de zonas localizadas en las que hay riqueza de resina o exceso de engrosamiento en dicho laminado 20.

Además, debido al hecho de que la película de la bolsa de vacío 53 es del tipo de alto alargamiento y se aplica tensada, se garantiza, por un lado, que la película 53 no pueda entrar debajo del laminado 20 durante la creación de un vacío y, por otra parte, que no haya bolsas debajo de la película que prevengan la eficaz evacuación del aire. En el ejemplo descrito, el requisito para propiedades de alto alargamiento puede cuantificarse en términos absolutos al alargamiento mínimo indicativo en el valor del punto de rotura del 375 %. Un experto en la materia es, sin embargo, capaz de determinar experimentalmente el grado de alargamiento de la película de la bolsa de vacío que se requiere con el fin de permitir que esta película, a pesar de estar tensada en la condición inicial de la bolsa de vacío, se deforme sin romperse (y con el tiempo se adhiera a las partes subyacentes) durante la creación del vacío dentro de la bolsa de vacío.

La figura 6 muestra el componente estructural 20', obtenido al final del método en autoclave, del laminado plano 20, en el que la forma de la sección transversal del laminado 20 se ha adaptado a la forma de la porción macho 41 del molde 40 (y de las partes del molde 40 adyacentes a la porción macho 41) tras la etapa de formación y en las que la matriz de resina de las capas de material preimpregnado (indicadas por 21' para indicar un cambio en la estructura molecular del material) se polimeriza ahora siguiendo la etapa de curado. Por simplicidad ilustrativa, la figura 6 no muestra las películas separadoras inferior y superior 30 y 51, las películas de lámina de desprendimiento 22 y 52 y la película de la bolsa de vacío 53.

REIVINDICACIONES

- 1.- Método de fabricación de un elemento estructural largo (20') hecho de material compuesto, en el que se usa un molde (40) que tiene una porción macho convexa (41) que se extiende a lo largo de dicho molde y que sobresale verticalmente de él, comprendiendo dicho método las siguientes etapas:
- 5
- depositar sucesivamente sobre una superficie (10) una pluralidad de capas de material preimpregnado (21) de manera que se obtenga un laminado en forma de banda (20),
 - posicionar el laminado (20) sobre dicha porción macho convexa del molde (40) y preparar una bolsa de vacío asociada (50), y
 - someter dicho laminado sobre el molde (12) a un ciclo de calor, vacío y presión programado para comprender una etapa de formación dispuesta para producir la adaptación de la forma del laminado (20) a la porción macho convexa (41) del molde (40), y una etapa de curado posterior dispuesta para producir la polimerización de la resina de material preimpregnado,
- 15
- estando caracterizado dicho método porque una película separadora inferior (30) se coloca sobre el molde (40) antes de que el laminado (20) se coloque encima, de tal forma que dicha película separadora inferior se sitúa entre el laminado (20) y el molde (40), teniendo dicha película separadora inferior una baja fricción de deslizamiento con respecto a la resina de material preimpregnado y el molde; porque la bolsa de vacío (50) se prepara antes de someter el laminado (20) a dicha etapa de formación, comprendiendo la preparación de la bolsa de vacío (50) las siguientes etapas:
- 20
- cubrir el laminado (20) con una película separadora superior (51);
 - cubrir la película separadora superior (51) con una capa de ventilación (52) que tiene un espesor fijo sustancialmente inafectado por las condiciones del ciclo de calor, vacío y presión, y
 - aplicar herméticamente sobre el molde (40) una película de bolsa de vacío de alto estiramiento (53) de manera que dicha película de la bolsa de vacío esté sustancialmente tensa, encerrando dicho laminado en el modo de una tienda de campaña;
- 25
- 30
- y porque dicho ciclo de calor, vacío y presión también está programado de manera que dicha etapa de formación se realice en autoclave secuencialmente con dicha etapa de curado, precediendo dicha etapa de formación inmediatamente a dicha etapa de curado.
- 35
- 2.- Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que una capa de lámina de desprendimiento se usa como capa de ventilación (52).
- 40
- 3.- Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que antes de la preparación de la bolsa de vacío (50), el laminado (20) se somete a una operación para la adaptación a la parte superior (43) de la porción macho convexa (41) del molde (40).
- 45
- 4.- Método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que durante la etapa de adaptación, una parte central del laminado (20) se comprime contra la porción macho (41) del molde (40) por medios de compresión (50) que se deslizan a lo largo del laminado (20) mientras que los medios de calentamiento (60) actúan ablandando localmente la resina del material preimpregnado.
- 50
- 5.- Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que durante el ciclo de calor, vacío y presión, la máxima temperatura alcanzada al final de la etapa de formación se mantiene hasta el inicio de la rampa de calentamiento para la etapa de polimerización.
- 55
- 6.- Método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que, durante el ciclo de calor, vacío y presión, la etapa de formación prevé una rampa de aumento del vacío controlada, al final de la cual el vacío se aumenta casi instantáneamente a un valor máximo para la completitud de la formación y posterior etapa de polimerización.
- 60
- 7.- Método de acuerdo con las reivindicaciones 5 y 6, en el que, durante el ciclo de calor, vacío y presión, la presión se aumenta de un valor ambiente a un valor máximo para la etapa de polimerización una vez se ha completado la etapa de formación.
- 8.- Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que el espesor de la capa de ventilación (52) está en el intervalo 0,12 mm - 0,15 mm.

9.- Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que la película de la bolsa de vacío (53) está hecha de nailon plástico con un espesor de 0,05 mm y valor de alargamiento mínimo en el punto de rotura del 375%.

FIG. 1

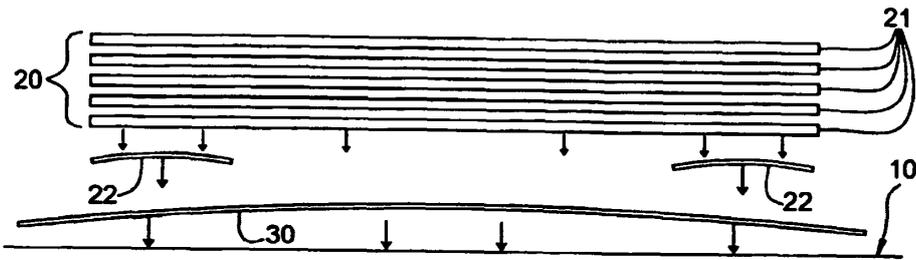


FIG. 2

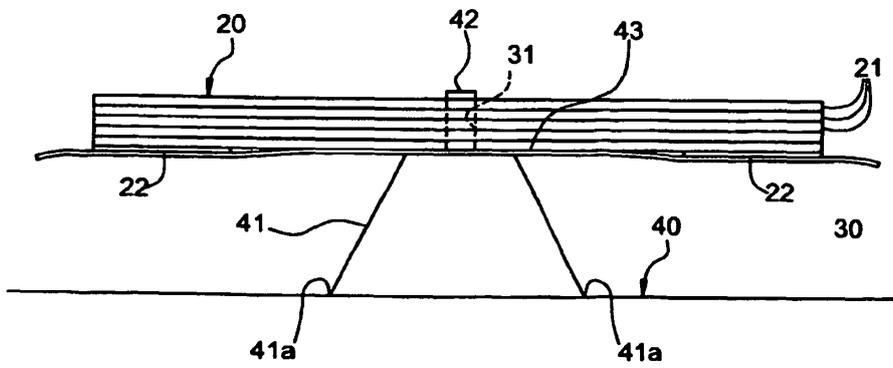


FIG. 3

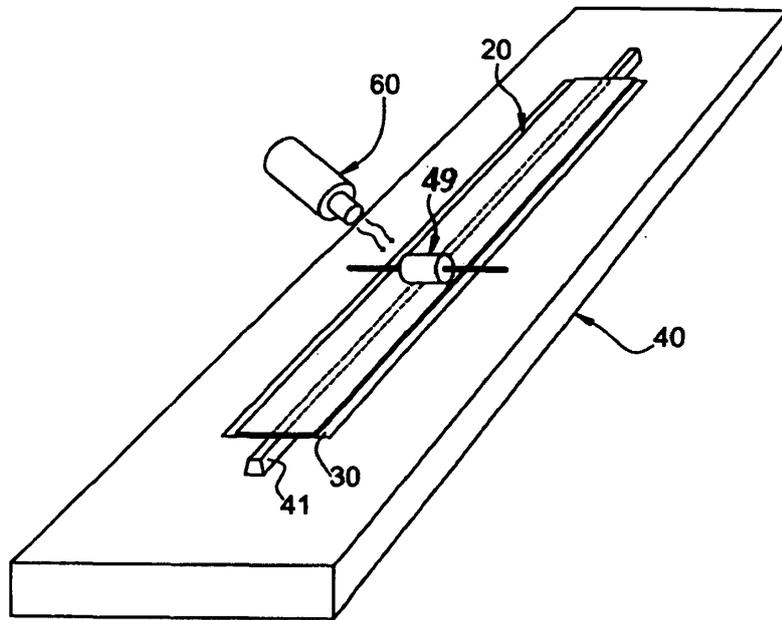


FIG. 4

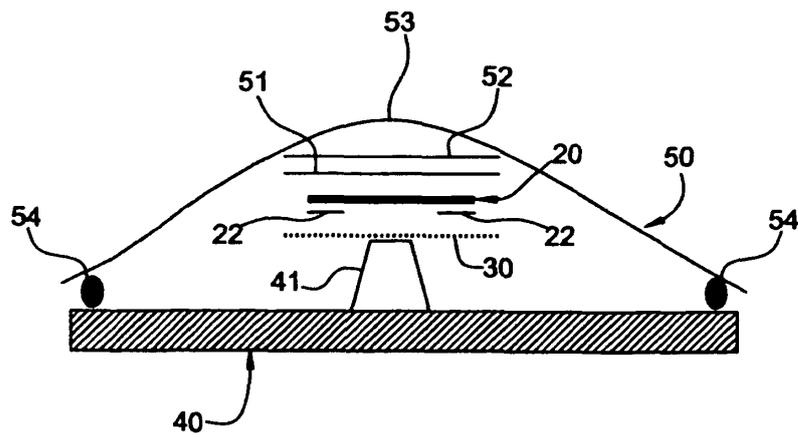


FIG. 5

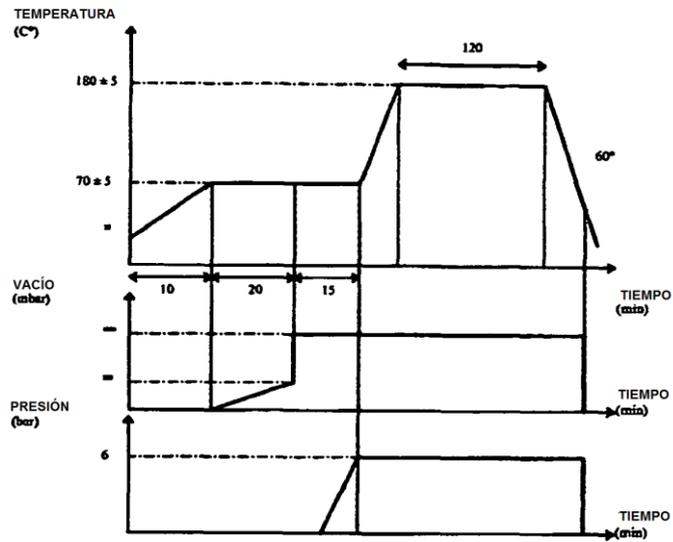


FIG. 6

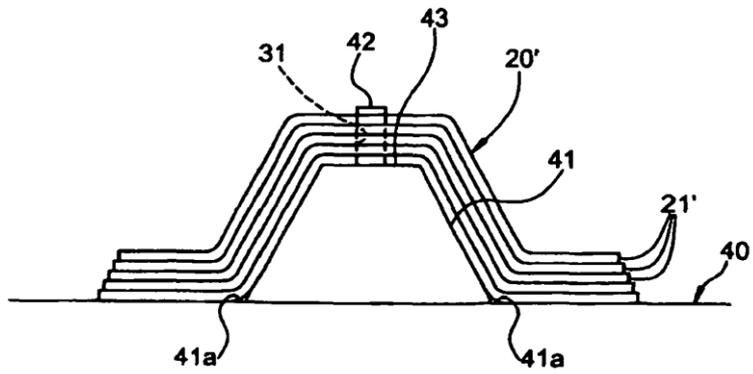


FIG. 7a

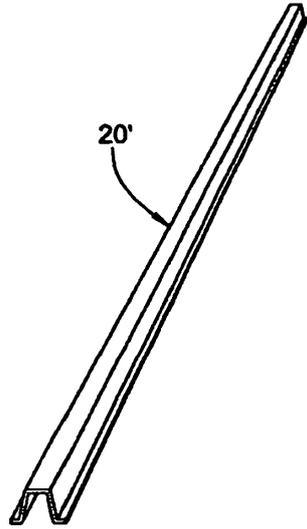


FIG. 7b

