

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 604 906**

51 Int. Cl.:

B29C 70/44 (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

B29B 11/16 (2006.01)

B29C 51/10 (2006.01)

B29C 51/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.12.2013 PCT/US2013/076378**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.06.2014 WO14100328**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2013 E 13821566 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 2909014**

54 Título: **Método para formar preformas formadas**

30 Prioridad:

20.12.2012 GB 201223032

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

09.03.2017

73 Titular/es:

CYTEC INDUSTRIES INC. (100.0%)

5 Garret Mountain Plaza

Woodland Park, NJ 07424, US

72 Inventor/es:

BLACKBURN, ROBERT;

EASTBURY, JAMES y

HILL, SAMUEL

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 604 906 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).

Método para formar preformas formadas

Descripción

5 ANTECEDENTES

[0001] En años recientes, la utilización de materiales compuestos poliméricos reforzados con fibra se ha vuelto más común en las industrias tales como en la aeroespacial y la automotriz. Estos materiales compuestos muestran una alta fortaleza, así como propiedades de resistencia a la corrosión en entornos difíciles. Adicionalmente, sus propiedades de masa ligera tienen muchas ventajas en comparación a partes similares construidas de metales.

[0002] Los compuestos poliméricos reforzados con fibra se elaboraron tradicionalmente de materiales impregnados previamente, que se forman de fibras impregnadas con una resina de una matriz reparable, tal como el epoxi. El contenido de resina en los materiales previamente impregnados es relativamente alto, comúnmente entre el 20%-50% masa. Varias capas de materiales pre-impregnados podrían reducirse de tamaño para guardarse, y subsiguientemente ensamblarse y formarse en una herramienta de moldeo. En los casos en los que materiales pre-impregnados no puedan adaptarse fácilmente a la forma de la herramienta de moldeo, podría aplicarse calor a los materiales pre-impregnados para deformarlos gradualmente a la forma de la superficie de moldeo.

[0003] Más recientemente, los compuestos poliméricos reforzados con fibras se elaboran al utilizar procesos de moldeo líquido que involucran a tecnologías de infusión de resinas, que incluyen al Moldeo mediante la Transferencia de Resinas (RTM - Resin Transfer Molding), la Infusión de Resinas Líquidas (LRI - Liquid Resin Infusion) Moldeo mediante la Transferencia de Resinas con Asistencia del Vacío (VARTM - Vacuum Assisted Resin Transfer Molding), Infusión de Resina con Herramientas Flexibles (RIFT - Resin Infusion with Flexible Tooling), Infusión de Resinas Asistida por el Vacío (VARI - Vacuum Assisted Resin Infusion), Infusión de Láminas de Resina (RFI - Resin Film Infusion), Infusión de Resinas bajo Presiones Atmosféricas Controladas (CAPRI - Controlled Atmospheric Pressure Resin Infusion), Procesos Asistidos por el Vacío (VAP - Vacuum Assisted Process), Inyecciones de Una Sola Línea (SLI - Single Line Injection) e Infusiones con Presiones Constantes (CPI - Constant Pressure Infusion) entre otras. En un proceso de infusión de resina, fibras secas obstaculizadas se colocan primero en un molde que le da una preforma y luego se inyectan o se infunden directamente en su lugar con una resina de una matriz líquida. El término "aglutinados" tal como se utiliza en este documento se refiere a un aglutinador que se aplica. La preforma consiste comúnmente de una o más capas (es decir, láminas) de material fibroso seco que se ensambla en una configuración de apilamiento donde comúnmente se utiliza un polvo, un modelo o una lámina enlazadora para mantener la geometría deseada antes de la infusión de las resinas. Después de la infusión de las resinas, la preforma se establece de acuerdo al ciclo de preparación para suministrar un artículo compuesto terminado. La infusión de resinas se utiliza para piezas pequeñas, partes de formas complejas y ahora también se utiliza para fabricar piezas grandes para aviones tales como alas completas.

[0004] GB 2 452 298 presenta a un método para dar forma a preformas fibrosas utilizando un moldeo al vacío.

[0005] En la infusión de resinas, la fabricación de preformas que serán infundidas con resina es un elemento crítico.- la preforma, es en esencia la parte estructural que recibe la resina. El almacenamiento manual se utilizó comúnmente en el pasado para crear pre-formas compuestas con geometrías detalladas. Sin embargo, ésta se considera una operación que consume tiempo y que tiene un alto riesgo de variaciones en las partes. Por lo tanto, todavía existe la necesidad de mejoramientos en la fabricación de pre-formas fibrosas secas para la infusión subsiguiente de resinas.

RESUMEN

[0006] Esta presentación se refiere al moldeo de materiales de preformas secas antes de la infusión de resina de acuerdo a la reivindicación 1. El material de inicio al que se le dará forma es una preforma sin forma (por ejemplo, una lámina plana) de material seco, aglutinado, fibroso. El proceso de moldeo es un proceso en el que se da forma al vacío que se basa en el control de la presión del vacío y en la velocidad de deformación para producir una preforma que tenga una forma específica con una configuración tridimensional. El propósito del proceso de moldeo aquí descrito es el permitir un proceso altamente controlado para reemplazar la operación convencional de aglutinamiento manual.

DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS ESQUEMAS

[0007] Las figuras 1A-1D ilustran un proceso de formación al vacío para dar forma a una preforma plana de acuerdo a una implementación. Las figuras 2A-2C muestran un método para fabricar a una preforma con una forma específica con un paso de mecanización intermedia. La figura 3 muestra una cámara de herramientas que contiene a un molde para dar forma a una preforma de acuerdo a uno de los ejemplos.

La figura 4 muestra un sistema para dar forma a una preforma con una sección transversal en forma de L.
La figura 5 muestra una preforma con una forma específica que representa a una sección tipo larguero que se produjo implementando el sistema mostrado en la figura 4.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

5 **[0008]** La plantilla de preformas específica a la que se le debe dar forma es una lámina plana compuesta de una pluralidad de capas (o láminas) ensambladas en un sistema de apilamiento. Las capas fibrosas de la preforma se mantienen en su lugar (es decir, se mantienen “estabilizadas”) mediante uniones utilizando un enlazador para mantener la alineación y para estabilizar a las capas fibrosas. Al tener un enlazador, pueden evitarse desprendimientos o jalones de materiales de fibra seca durante el almacenamiento, el transporte y el manejo. Además, la inyección o infusión de la resina matricial podría requerir una inyección presurizada, que podría resultar en el desplazamiento local de fibras o en una preforma desestabilizada. Por lo tanto, el enlazador mantiene a las fibras en su posición durante aquella inyección presurizada.

15 **[0009]** El término “estabilización” o “estabilizadas” se utiliza en este documento con el significado de la estabilización de varias láminas, capas o pliegos de capas o materiales fibrosos para que se les pueda dar forma o puedan deformarse sin deterioraciones, desprendimientos, separaciones, pandeos, arrugaciones o cualquier tipo de reducción de la integridad de las capas o materiales fibrosos.

20 Proceso de formación al vacío

25 **[0010]** El proceso de formación al vacío involucra un sistema de un diafragma doble, que incluye a un diafragma superior y a un diafragma inferior, que se colocan sobre una cámara de herramientas (refiérase a la figura 1A). La cámara de herramientas contiene a montajes individuales (mostrados) o múltiples con una superficie tridimensional no plana que representa a la forma deseada de la estructura final. Adicionalmente, la cámara de herramientas se conecta a una fuente de vacío mediante un dispositivo de vacío (por ejemplo, una bomba de vacío). Los diafragmas son flexibles y podrían ser láminas deformables elásticas o no elásticas de materiales tales como caucho, silicona, nylon o de un material similar que tenga un alargamiento a prueba de fallas por sobre el 100%. Como un paso inicial, la preforma plana se coloca entre las láminas flexibles. Cada diafragma se adhiere a la estructura para mantener la forma deseada del diafragma a través de un perímetro el cual cuenta con un soporte.

35 **[0011]** Los diafragmas con la preforma entre estos se colocan entonces en la cámara de herramientas (figura 1B). Las estructuras de los diafragmas se sellan a la cámara de herramientas a través de un mecanismo de agarre mecánico para crear una cámara sellada herméticamente adjunta mediante el diafragma inferior y la cámara de herramientas, y para definir un compartimiento sellado entre los diafragmas. El compartimiento sellado entre los diafragmas se conecta a un sistema proveedor de vacío adecuado a través de una conexión de válvulas. Luego, la cavidad sellada entre los diafragmas se evacúa parcialmente para remover el aire. En esta etapa, la preforma se sujeta firmemente entre los diafragmas.

40 **[0012]** La presión al vacío entre los diafragmas se aplica para alcanzar una estabilidad para las láminas fibrosas en la preforma, para asegurar una consolidación entre las láminas, y para evitar deformaciones o arrugas adversas del material fibroso durante la formación. Además, se aplica selectivamente el nivel del vacío entre los diafragmas para lograr una cizalladura controlada entre las capas del material fibroso mientras se mantiene una estabilidad apropiada de la preforma. La estabilización de la preforma es importante para mantener una buena alineación de las fibras y un grosor uniforme de las láminas a temperaturas elevadas. Una presión adecuada al vacío balancea la estabilidad de la preforma y la capacidad de asignación de la forma deseada a la preforma. En una implementación, la presión al vacío entre los diafragmas se configura a menos de 101 325 Pa (una atmósfera), preferiblemente menos que $80 \cdot 10^3$ Pa (800 mbar), por ejemplo, $50 \cdot 10^3$ Pa (500 mbar).

50 **[0013]** El término “presión al vacío” tal como se utiliza en este documento incluye presiones al vacío que son menores que 101 325 Pa (1 atmósfera (o menores que 1013 mbar)).

55 **[0014]** Luego, se lleva a cabo un calentamiento para permitir al ablandamiento del enlazador dentro de la preforma. La calefacción puede realizarse, por ejemplo, colocando al montaje de los diafragmas y a la cámara de herramientas en un horno, o utilizando un grupo de lámparas de calefacción infrarrojas o un recubrimiento calentado. El enlazador en la preforma, que está en una fase sólida a la temperatura ambiente (20 °C-25 °C), se suaviza cuando se calienta y hace posible que pueda darse forma a las láminas fibrosas. La temperatura de formación se determina por la viscosidad entre las láminas del material fibroso en la preforma. La viscosidad del enlazador se optimiza para reducir el estrés de cizallado dentro de la preforma para permitir el movimiento de las láminas sin crear distorsiones ni/o arrugas en las fibras. Enlazadores adecuados para este propósito contienen a una mezcla de resinas termoestables y resinas termoplásticas, y podrían representar menos del 20% de la masa de la preforma, preferiblemente menos del 10% de la masa de la preforma, más preferiblemente, podrían estar en un rango desde el 2%-6% de la masa de la preforma. En ciertas implementaciones, la composición enlazadora contiene suficiente contenido termoplástico para permitir una deformación exitosa a temperaturas elevadas y podría administrarse en forma de polvo. La temperatura mínima de deformación es la temperatura en la cual el enlazador se suaviza a un estado fundido para permitir deformarse a las láminas fibrosas de la preforma. La viscosidad preferida del enlazador en esta etapa podría

estar por debajo de los 100'000.000 m·Pas, preferiblemente por debajo de los 10'000.000 m·Pa, más preferiblemente por debajo de los 3'000.000 m·Pa. Una vez que la preforma alcanza una temperatura óptima de deformación, la cámara de herramientas se evacúa a una tasa predeterminada de Pa/15min (1 mbar/15 min) o más rápida, hasta que la cámara alcance un nivel deseado de vacío menor que 98·10³ Pa (980 mbar) de presión absoluta pero menor que la presión al vacío en la cámara de herramientas, más preferiblemente, menos que 90·10³ Pa (900 mbar) de presión absoluta e idealmente menos que una presión absoluta de 85·10³ Pa (850 mba), mantenido la calefacción durante todo el tiempo de deformación. En la medida en que se evacúa a la cámara de herramientas, los diafragmas con la preforma atrapada entre estas se jalan hacia el molde y se adaptan a la forma de la superficie del molde.

[0015] Cuando se alcanza el nivel deseado de vacío de la cámara de herramientas, la presión al vacío entre los diafragmas se reduce a un nivel de vacío inferior que aquel entre la cámara de herramientas para asegurar una compactación completa de la preforma. Esto también permite que el operador personalice el nivel de compactación de la preforma, y, consecuentemente, las características de manejo y de permeabilidad de la preforma. En este momento, se enfría a la preforma.

[0016] La preforma moldeada se enfría entonces por debajo de la temperatura de ablandamiento del enlazador. En este momento, el enlazador en la preforma se vuelve a endurecer y la preforma retiene la geometría recién formada. Cuando se alcanza la temperatura enfriada, el vacío entre los diafragmas se libera ventilándose hasta el nivel atmosférico, el diafragma superior se levanta y se separa del diafragma inferior, y la preforma moldeada se remueve (figura 1 D). El aire se vuelve a introducir entonces a la cámara de herramientas, y el proceso de formación al vacío está listo para repetirse. La preforma removida mantendrá la forma deseada para una infusión subsiguiente de resinas.

[0017] El sistema de doble diafragma ya descrito ayuda a la deformación de las preformas fibrosas al permitir que se establezca una presión reducida de compactación entre los diafragmas, incrementando, por lo tanto, la movilidad de las láminas adyacentes entre sí debido a fuerzas friccionales inferiores. Una presión reducida entre los 2 diafragmas también minimiza la fuerza friccional de contacto para que los diafragmas puedan estirarse independientemente de la preforma. En el proceso formador de vacío aquí presentado, puede alcanzarse una compactación completa a la forma de radio deseado una vez que el nivel completo de vacío en la cámara de herramientas se aplique después de la deformación. La capacidad de controlar el nivel de compactación en la formación, la tasa de formación y el comportamiento de cizallado del enlazador conlleva a una geometría con un radio mejorado.

[0018] El proceso formador de vacío descrito anteriormente no requiere una herramienta compleja para emparejar a las partes del moldeo superiores e inferiores. En vez de eso, el proceso formador de vacío se basa en controlar la presión del vacío, la temperatura y la velocidad de deformación. La tasa del vacío entre los diagramas y dentro de la cámara de herramientas puede optimizarse para evitar la formación de arrugas excesivas, de distorsión de la fibra y para controlar el grosor del radio.

[0019] Convencionalmente, la mecanización después de la remediación de las partes estructurales se realiza para lograr la geometría final de las partes. Una máquina de trituración de 8 ejes se utiliza generalmente para aquellas operaciones. Esta fase del proceso de fabricación representa un nivel de alto riesgo porque es uno de los últimos pasos de procesamiento que deben realizarse. El daño causado durante esta etapa podría resultar en que las partes se raspen. Además, la operación, en general, consume mucho tiempo.

[0020] Por lo tanto, la fabricación de la preforma moldeada puede utilizarse aún más mediante la inclusión de un paso de mecanización después de la fabricación de la plantilla de preformas, pero antes de darle forma mediante el proceso formador al vacío descrito anteriormente. Esto asegura que puede realizarse una mecanización eficiente y fácil en una forma automatizada en vez de programar y posicionar con anterioridad a la preforma tridimensional dentro de una máquina compleja si se realiza a una mecanización después de la remediación. Este paso de mecanización puede lograrse a través de una pre-consolidación de la plantilla plana de preformas a un nivel deseado de compactación para obtener una calidad determinada de estabilización y de los bordes.

[0021] Las figuras 2A-2A ilustran un método para fabricar una preforma moldeada con un paso intermedio de mecanización. En referencia a la figura 2A, una lámina plana y larga de material de preforma (es decir, una plantilla de preformas) se fabrica apilando una pluralidad de láminas fibrosas que se consolidan en el punto de descanso o que tienen una compactación o consolidación posterior. La lámina de la preforma se corta entonces con un patrón deseado para su mecanización, refiérase a la figura 2B. En referencia a la figura 2C, la lámina con el patrón se forma entonces mediante el proceso de formación al vacío descrito anteriormente para producir una configuración no plana y tridimensional, por ejemplo, una estructura con una sección transversal en forma de L. La geometría final de la preforma moldeada depende de la configuración del molde que se utilice.

[0022] El proceso de formación al vacío aquí descrito permite una producción efectiva y eficiente de preformas tridimensionales en una forma automatizada, lo cual permite, a su vez, una capacidad de repetición superior y una fabricación a gran escala. Por ejemplo, este proceso es adecuado para la fabricación de estructuras aeroespaciales que suministran rigidez tales como secciones curvas en forma de L de largueros para el recubrimiento de las alas, o

largueros de alas en forma de C o de U. Además, una deformación rápida es posible mediante este proceso de formación al vacío, por ejemplo, un ciclo de 5-15 minutos para deformar una plantilla plana de preformas que consistía de 33 láminas de materiales de fibra de carbono que contenían un 5% de la masa del enlazador en una estructura con la forma de una L o una U.

5 Material de las Preformas

[0023] La preforma en este contexto es un montaje de fibras secas o capas de fibras secas que constituyen el componente de refuerzo de un compuesto, y se encuentran, en una forma, adecuadas para la aplicación de infusión de resina tal como el RTM.

10 [0024] La plantilla de preformas plana que debe formarse consiste de múltiples capas o láminas de material fibroso, que podría incluir a recubrimientos no tejidos, materiales tejidos, materiales con puntos de borde, y materiales no ondulados. Un "recubrimientos" es un material textil no tejido hecho de fibras configuradas aleatoriamente, tales como filamentos de fibras recortadas (para producir un recubrimiento de hebras recortadas) o filamentos arremolinados (para producir un recubrimiento de hebras continuas) con un enlazador aplicado para mantener su forma. Telas apropiadas incluyen aquellas que tienen fibras alineadas direccionalmente o no direccionalmente en la forma de redes, toallas, cintas adhesivas, material de refuerzo, trenzas, y similares. Las fibras en las capas o materiales fibrosos podrían ser fibras orgánicas o inorgánicas, o sus mezclas. Las fibras orgánicas se seleccionan de polímeros duros o rígidos tales como aramidas (incluyendo Kevlar), polietileno (PE) de modalidad alta, poliéster, poli-p-fenilenobenzobisoxazol (PBO), y sus combinaciones híbridas. Las fibras inorgánicas incluyen a fibras hechas de carbono (incluyendo grafito), vidrio (incluyendo fibras de E-vidrio o S-vidrio), cuarzo, alúmina, circonio, carburo de silice, y otras cerámicas. Para elaborar estructuras de compuestos de alta fuerza, tales como partes primarias de un aeroplano, las fibras de la preforma tienen, preferiblemente, una fuerza de tracción ≥ 3500 MPa (o ≥ 500 ksi).

25 [0025] Para dar forma a la plantilla de preformas de acuerdo a una implementación, la composición enlazadora se aplica a cada capa fibrosa (por ejemplo, láminas del material), y una pluralidad de capas fibrosas recubiertas se ensamblan mediante apilamientos hasta llegar a un grosor deseado. El enlazador podría aplicarse a las capas fibrosas antes de, o durante, el apilamiento de las capas fibrosas. El montaje de las capas filosas podría realizarse mediante un proceso manual de apilamiento o mediante un proceso de apilamiento automatizado tal como el apilamiento adhesivo automatizado (ATL - automated tape laying) y la colocación automatizada de fibras (AFP - automated fiber placement) u otros métodos automatizados de depósito de fibras o de láminas en una forma preparada previamente o ampliamente buena. El apilamiento de capas fibrosas se consolida o se compacta entonces al aplicar calor y presión. Cuando se utiliza al apilamiento automatizado, la compactación se realiza durante el apilamiento. Durante la compactación, el enlazador, que es un sólido a la temperatura del cuarto, se suaviza cuando se calienta lo cual permite que los pliegos de material se enlacen entre sí en la misma forma en que se aplica la presión de consolidación. Algunos enlazadores requieren que se mantenga la presión de consolidación mientras se enfría el enlazador.

40 Sistema enlazador

[0026] El enlazador, para unir a las capas filosas en la plantilla de preforma, podría configurarse de varias maneras, incluyendo en polvo, en aerosol, en líquidos, en pastas, en láminas, en fibras, y en velos no tejidos. El material enlazador podría seleccionarse de polímeros termoplásticos, resinas termoestables, y sus combinaciones. En ciertas implementaciones, el enlazador podría tomar la forma de fibras poliméricas formadas a partir de materiales termoplásticos o materiales termoestables, o una mezcla de materiales termoplásticos y termoestables. En otras implementaciones, el enlazador es una mezcla de fibras termoplásticas (es decir, fibras formadas a partir de material termoplástico) y fibras termoestables (es decir, fibras formadas a partir de materiales termoestables). Aquellas fibras poliméricas podrían incorporarse en la plantilla de la preforma como un velo no tejido compuesto de fibras poliméricas colocadas aleatoriamente que deben insertarse entre las capas filosas de la preforma.

50 [0027] Por ejemplo, el material enlazador podría ser una resina epoxi en forma de polvo. Otro ejemplo de material enlazador podría ser una mezcla de uno o más polímeros termoplásticos y una o más resinas termoestables en forma de polvo. Otro ejemplo de material enlazador sería un velo no tejido compuesto de fibras termoplásticas.

55 [0028] Si se aplicase en forma de aerosol, el material enlazador podría disolverse adecuadamente en un solvente tal como diclorometano. Cuando se utiliza un solvente, es necesaria la remoción subsiguiente del solvente. Cuando se aplica en forma de láminas, la composición con resinas enlazadoras podría depositarse (por ejemplo, mediante fundiciones) en un papel de liberación para formar a láminas, que se transfieren a la capa fibrosa de la preforma. Cuando se presenta en polvo, el enlazador podría esparcirse en la capa fibrosa. Cuando el velo no tejido de fibras poliméricas se utiliza como material enlazador, cada velo se inserta entre las capas adyacentes fibrosas durante el apilamiento de la preforma.

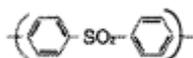
60 [0029] Preferiblemente, el monto de enlazador en la preforma fibrosa es igual, o menos que, alrededor del 20% de la masa basándose en la masa total de la preforma, preferiblemente, entre el 0.5%-10% de la masa, más preferiblemente, entre el 0.5%-6% de la masa.

65

[0030] En una implementación preferida, el enlazador es una composición de resinas que no tiene ningún agente catalizador, de remediación o de enlace transversal que pueda activarse con la temperatura de fabricación de la preforma (por ejemplo, temperaturas utilizadas durante el apilamiento y la formación), y que también sea térmicamente estable en una forma inherente con las temperaturas de fabricación de la preforma.

[0031] Materiales termoplásticos adecuados para materiales enlazadores incluyen uno más de polímeros termoplásticos seleccionados de poliéster, poliamidas, poliimidas, policarbonatos, poliuretanos, poli(metarilatos de metilo), poliestirenos, poliaromáticos, poliesteramidas, poliamideimidas, polieterimidas, poliaramidias, poliarilatos, poliacrilatos, carbonatos de poli(éster), poli(metacrilatos de metilo/acrilatos de butilo), polisulfonas, co-polímeros y sus combinaciones.

[0032] En una implementación, el material termoplástico es un polímero de poliarilsulfonas que tiene unidades de arilsulfonas representadas por:



[0033] Preferiblemente, el polímero de poliarilsulfonas tiene una masa molecular promedio (Mn) en el rango de 2000-20.000. El polímero de poliarilsulfonas también podría tener grupos reactivos finales tales como aminas o hidroxilos que son reactivos a grupos epóxidos o a agentes de remediación. Poliarilsulfonas adecuadas incluyen a poliétersulfonas (PES), polieteretersulfonas (PEES), y uno de sus con polímeros (PES-PEES). Un polímero de poliarilsulfonas particularmente adecuado es un polímero PES-PEES con grupos aminos terminales.

[0034] Materiales termoestables adecuados como materiales enlazadores podrían seleccionarse de un grupo que consiste de resina epóxica, resina de bismaleimidas, resinas de condensados de formaldehído (incluyendo resinas de formaldehído-fenol), resinas de cianatos, resinas de isocianatos, resinas fenólicas, y sus mezclas. La resina epóxica podría ser un derivado del mono- o del poli-glicidilo de uno o más compuestos seleccionados de un grupo que consiste de diaminas aromáticas, mono-aminas primarias aromáticas, aminofenoles, fenoles polihídricos, alcoholes polihídricos, y ácidos policarboxílicos. Son particularmente adecuadas resinas epóxicas multi - funcionales, incluyendo epoxis di-funcionales, tri-funcionales, y tetra-funcionales.

[0035] De acuerdo a una implementación, el enlazador es una composición de resinas que contiene a una o más resinas epóxicas multi - funcionales y a un polímero de poliarilsulfonas con uno o varios grupos reactivos finales, y tiene un punto de ablandamiento de aproximadamente 80 °C-90 °C.

[0036] Se descubrió que ciertas combinaciones de polímeros termoplásticos y de resinas termoestables operan con efectos sinérgicos en relación al control del flujo y a la flexibilidad de la mezcla. El componente termoplástico sirve para facilitar un control de flujo a la mezcla, dominando en este aspecto las resinas termoestables de viscosidad comúnmente baja, que asegura que el enlazador humedezca, preferencialmente, la superficie de las fibras en la preforma. El componente termoplástico también facilita flexibilidad a la mezcla, dominando en este aspecto las resinas termoestables que comúnmente son frágiles.

[0037] El enlazador en la preforma es adecuado para su uso con una amplia variedad de resinas matriciales que deben inyectarse en la preforma mediante técnicas de infusión de resinas líquidas, tales como RTM. Además, el enlazador se selecciona para que sea químicamente y físicamente compatible con la resina matricial que debe inyectarse a la preforma.

[0038] Cuando se utiliza a la preforma seca en un proceso de inyección de resinas tales como RTM, es conveniente que el enlazador no forme una lámina impermeable en la superficie de las capas fibrosas, que pudiese evitar que la resina matricial penetre satisfactoriamente a través del grosor del material de la preforma durante el ciclo de inyección de las resinas.

[0039] El siguiente ejemplo se facilita para ilustrar un método de moldeo de una preforma de acuerdo a una implementación del proceso de formación al vacío descrito en este documento. Este ejemplo sólo es para propósitos de ilustración, y no debe considerarse como que limite al enfoque de las reivindicaciones adjuntas.

EJEMPLO

[0040] Una plantilla plana de preformas (600 X 200 mm) se formó apilando 33 láminas de materiales de fibra de carbono. Antes de hacer el apilamiento, se utilizó un método de dispersión de polvos para depositar a 5 gsm de un enlazador de resinas en polvo en cada lado de las láminas del material. Las láminas del material con el polvo allí esparcido se apilaron y se presionaron entre sí utilizando calor y presión y el apilamiento seco de las láminas se compactó bajo presión atmosférica a través de la aplicación de un vacío, y luego se calentó a 130 °C durante 15 minutos antes de enfriarse a la temperatura del cuarto y entonces se removió la consolidación al vacío. Este se llama el paso de preformación.

ES 2 604 906 T3

[0041] Este enlazador contiene una mezcla de resinas epóxicas multi - funcionales y un polímero PES-PEES, y tiene un punto de ablandamiento a alrededor de los 90 °C.

5 **[0042]** La plantilla plana de preformas se consolidó de acuerdo al proceso de preformación que se acaba de describir. El sistema incluye a una cámara de herramientas que contiene a un bloque de moldeo, refiérase a la figura 3, y 2 láminas flexibles (los diafragmas superior e inferior) hechas de caucho de silicona. Este sistema se utilizó para formar una preforma moldeada con una sección transversal en forma de L que se ilustra en la figura 4. Aquella configuración de las preformas es adecuada para elaborar una sección alargada en el ala del aeroplano.

10 **[0043]** Inicialmente, la preforma plana se ubica como si fuera un emparedado entre los diafragmas sobre la cámara de herramientas. La estructura de los diafragmas se sujetó al perímetro de la cámara de herramientas, creando, por lo tanto, un sellamiento hermético al vacío enlazado mediante el diafragma inferior y la cámara de herramientas y un compartimiento sellado entre los diafragmas superior e inferior.

15 **[0048]** Luego, el aire se removió de entre los diafragmas superior e inferior mediante la aplicación de una fuente de vacío hasta que la presión al vacío alcanzó los $50 \cdot 10^3$ Pa (500 mbar). En aquel momento, ambos diafragmas sujetaron firmemente a la plantilla de preformas.

20 **[0045]** El sistema de las herramientas se colocó en un horno y se calentó a 140 °C a una tasa de 5 °C/minuto. Durante la calefacción, la cámara de herramientas se abrió a la presión atmosférica para asegurar que no exista ninguna expansión del aire dentro de la cámara.

25 **[0046]** Una vez que la temperatura de la preforma alcanzó los 140 °C, la cámara de herramientas se evacuó. El aire se removió a una tasa de $10 \cdot 10^3$ Pa (100 mbar/min) hasta que la presión al vacío en la cámara de herramientas estuvo por debajo de los 1000 Pa (10 mbar), la presión entre los diafragmas se redujo hasta estabilizarse, a una presión al vacío por debajo de los 1000 Pa (10 mbar). En aquel momento, el calor se desactivó, y se le permitió enfriarse a la preforma.

30 **[0047]** Cuando se alcanza el vacío completo en la cámara de herramientas (por debajo de los 1000 Pa (10 mbar)), la presión entre los diafragmas se redujo hasta estabilizarse, a una presión al vacío por debajo de los 1000 Pa (10 mbar). En aquel momento, la calefacción se desactivó, y la preforma pudo enfriarse. El vacío en la cámara de herramientas se mantuvo por debajo de los 1000 Pa (10 mbar) durante el enfriamiento.

35 **[0048]** Cuando la preforma se enfrió a 40 °C, el vacío entre los diafragmas se liberó al ventilarse utilizando el aire atmosférico, y la membrana superior se levantó. La preforma moldeada se removió subsiguientemente del sistema de herramientas.

40 **[0049]** La preforma resultante se muestra en la figura 5. Tiene una sección curva en forma de L con un radio de curvatura de 8,5 m a lo largo de su longitud.

45 **[0050]** El tiempo del ciclo para el proceso de formación de la preforma plana consolidada previamente fue de 15 minutos-desde el inicio de la calefacción de la plantilla de preformas hasta que se estableció la forma final.

50

55

60

65

Reivindicaciones

1. Un método para moldear a una preforma fibrosa que comprende:
 - 5 (a) Facilitar una preforma fibrosa sustancialmente plana, donde dicha preforma fibrosa comprende a un molde de materiales fibrosos enlazados entre sí mediante un enlazador de resinas;
 - (b) Facilitar un diafragma superior flexible y un diafragma inferior flexible, donde dichos diafragmas se forman de un material elastomérico y son impermeables al gas;
 - 10 (c) Facilitar una cámara con un molde allí posicionado, donde dicho molde tiene una superficie de moldeo no plana;
 - (d) Mantener a la preforma fibrosa entre los diafragmas superior e inferior en una forma hermética creando un compartimiento sellado entre los diafragmas;
 - 15 (e) Posicionar a los diafragmas con la preforma entre estos sobre la cámara para definir una cámara sellada sujeta por el diafragma inferior y la cámara, y de tal forma que el diafragma inferior se posiciona arriba de la superficie de moldeo;
 - 20 (f) Remover el aire de entre los diafragmas para establecer una presión al vacío de menos de $95 \cdot 10^3$ Pa (50 mbar) y menor que la presión en la cámara;
 - 25 (g) Calentar a la preforma fibrosa a una temperatura superior al punto de ablandamiento del enlazador de resinas;
 - (h) Crear un vacío adentro de la cámara selladora entre el diafragma inferior y la cámara removiendo el aire a una tasa de 100 Pa/15 min (1 mbar/15 mins) o más hasta que se alcance una presión al vacío de $95 \cdot 10^3$ Pa (950 mbar) o menos, mientras que se mantiene la calefacción, por el cual los diafragmas con la preforma entre estos se jalen hacia la superficie de moldeo y eventualmente se adaptan a esta, formando, por lo tanto, a una preforma moldeada;
 - 30 (i) Reducir la presión al vacío entre los diafragmas a 1000 Pa (10 mbar) o menos;
 - 35 (j) Enfriar la preforma moldeada a una temperatura que esté por debajo de la temperatura de ablandamiento del enlazador de resinas;
 - (k) Liberar al vacío de entre los diafragmas;
 - 40 (l) Remover el diafragma superior de la preforma enfriada mientras se mantiene el vacío adentro de la cámara sellada entre el diafragma inferior y la cámara; y
 - (m) Remover la preforma moldeada enfriada del diafragma inferior.
- 45 **2.** El método de la reivindicación 1, donde el paso de calefacción (g) se ejecuta hasta que la viscosidad del enlazador de resinas esté en el rango de menos que 1.0×10^8 m·Pa.
- 50 **3.** El método de la reivindicación 1 o 2, donde el monto total del enlazador de resinas en la preforma fibrosa varía desde el 0.5% al 10% masa basándose en la masa total de la preforma fibrosa.
- 4.** El método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende además la mecanización de la preforma fibrosa sustancialmente plana de acuerdo a un patrón antes del paso (d).
- 55 **5.** El método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicha preforma fibrosa se conforma de una pluralidad de capas fibrosas colocadas en una configuración de apilamiento, y el enlazador de resinas se aplica a por lo menos una superficie de cada capa fibrosa.
- 60 **6.** El método de la reivindicación 5, donde dichas capas fibrosas son capas de telas, cintas adhesivas o estopas.
- 7.** El método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el enlazador de resinas comprende a un componente termoplástico o a un componente termoestable, o ambos.
- 65 **8.** El método de la reivindicación 7, donde el enlazador de resinas comprende a un componente termoplástico-componente termoestable, y el componente termoplástico comprende a un polímero de poliarilsulfonas y el componente termoestable comprende a una o más resinas epóxicas.

9. El método de la reivindicación 8, donde el polímero de poliarilsulfonas es un polímero de polietersulfonas (PES) y un polietereetersulfonas (PEES) con grupos aminos terminales.

5 10. El método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a las 7, donde el enlazador de resinas comprende a un polímero termoplástico seleccionado de: poliésteres, poliamidas, poliimididas, policarbonatos, poliuretanos, poli(metacrilatos de metilo), poliestirenos, poliaromáticos, poliesteramidas, poliamidimididas, polieterimididas, poliaramidas, poliarilatos, poliacrilatos, carbonatos de poli(éster), poli(metacrilatos de metilo / acrilatos de butilo), polisulfonas, co-polímeros y sus combinaciones.

10 11. El método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el enlazador de resinas está en la forma de un polvo, un líquido, una pasta o una lámina.

15 12. El método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 9, donde el enlazador de resinas está en la forma de fibras poliméricas, que son una mezcla de fibras termoplásticas y de fibras termoestables, o son fibras formadas a partir de una mezcla de polímeros termoplásticos y termoestables.

20 13. El método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 9, donde el enlazador de resinas está en la forma de fibras poliméricas, que se forman a partir de una mezcla de polímeros termoplásticos y termoestables.

25 14. El método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 7, donde el enlazador de resinas está en la forma de un velo no tejido conformado de fibras poliméricas configuradas aleatoriamente, que se forman de uno o más polímeros seleccionados de polímeros termoplásticos, polímeros termoestables, y sus combinaciones.

30 15. El método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los materiales fibrosos comprenden a fibras de un material seleccionado de: aramidas, polietilenos (PE) de módulos altos, poliésteres, poli-p-fenileno-benzobisoxazoles (PBO), carbonos, vidrios, cuarzos, alúminas, circonios, carburos de silicón, y sus combinaciones.

35

40

45

50

55

60

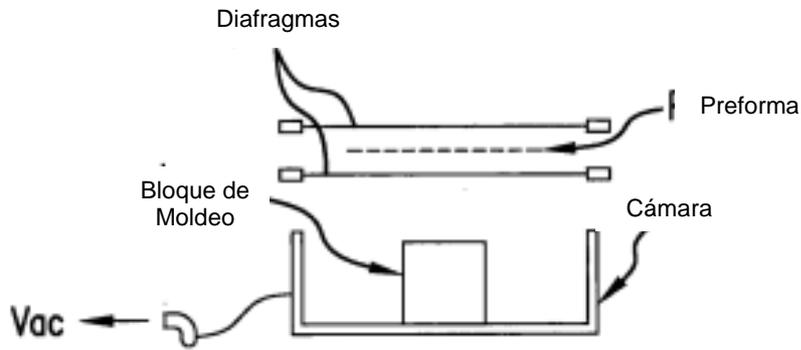


FIG. 1A

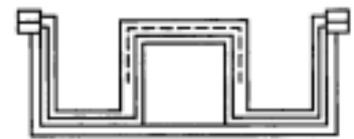


FIG. 1C

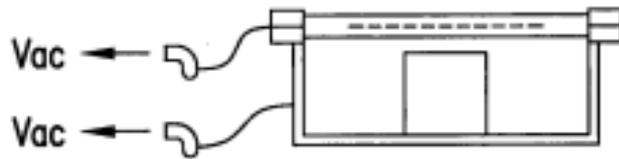


FIG. 1B

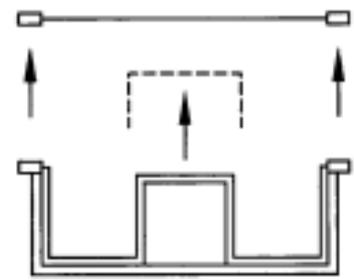


FIG. 1D

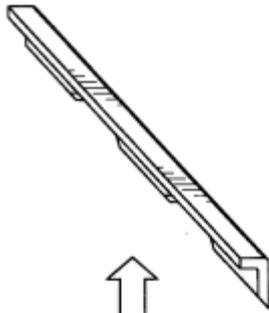


FIG. 2C

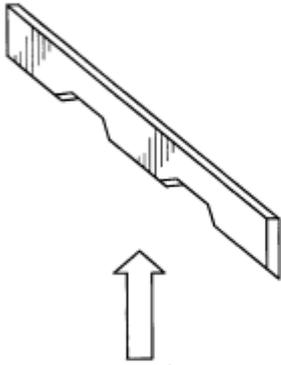


FIG. 2B

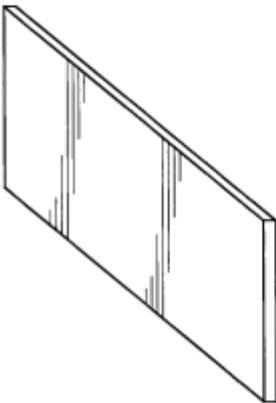


FIG. 2A

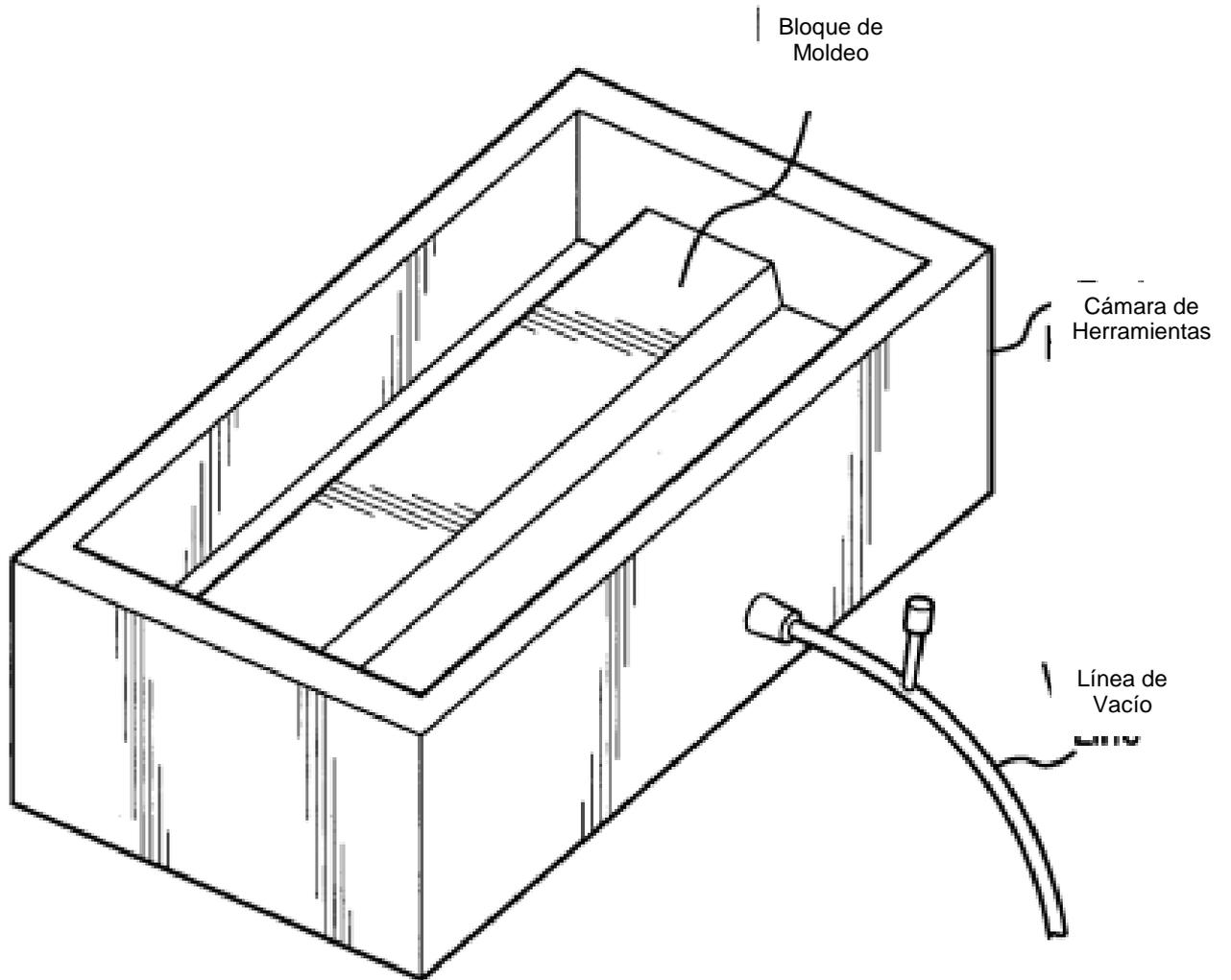


FIG.3

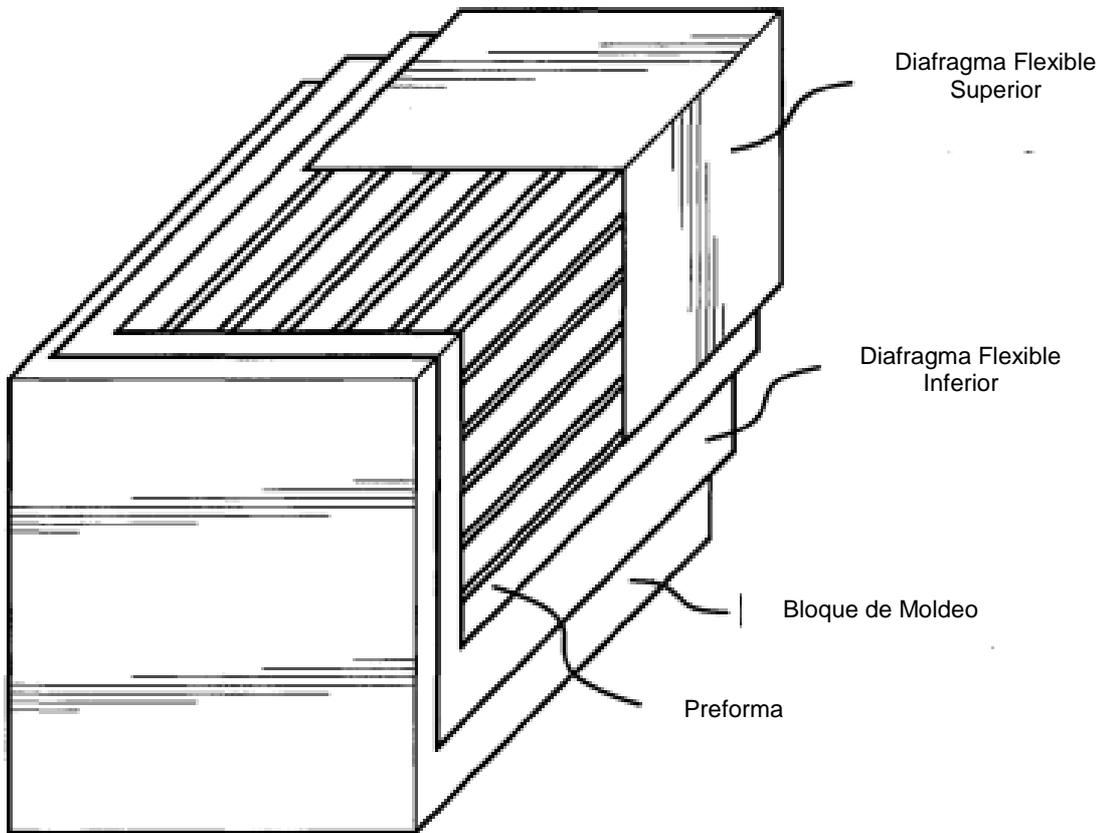


FIG.4

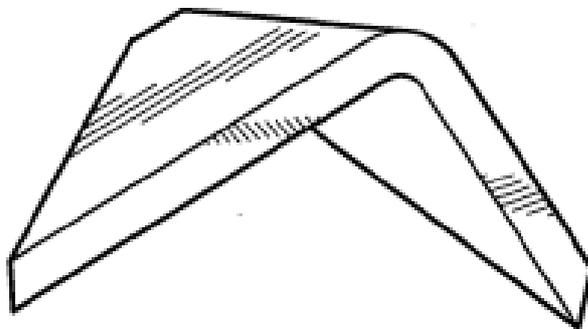


FIG.5