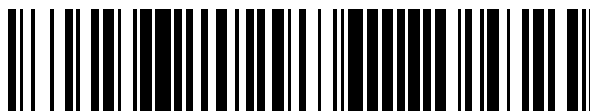


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 417**

51 Int. Cl.:

B29C 70/44 (2006.01)

B29C 70/46 (2006.01)

B29L 22/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.10.2007 PCT/US2007/081748**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.02.2009 WO09020466**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2007 E 07871181 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.01.2017 EP 2190650**

54 Título: **Método para fabricar una estructura compuesta hueca**

30 Prioridad:

07.08.2007 US 835261

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

06.07.2017

73 Titular/es:

**AEROSUD TECHNOLOGY SOLUTIONS (PTD) LTD
(100.0%)**

**PO Box 60675. Pierre Van Ryneveld
Pretoria. Gauteng, 0045, ZA**

72 Inventor/es:

RODMAN, WILLIAM, L.

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 622 417 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 para fabricar una estructura compuesta hueca

Campo del invento

5 El invento está relacionado en general con la producción de componentes y estructuras compuestas reforzadas con fibra, tridimensionales, de forma compleja, grandes, tales como componentes y estructuras compuestas donde los requerimientos para un acabado superficial, resistencia mecánica y tolerancia al daño son elevados.

Antecedentes del invento

10 Un componente compuesto es un término generalmente utilizado para describir cualquier parte que consiste de al menos dos constituyentes que son combinados y aún retienen sus identidades física y química. Un tipo de componente compuesto es un compuesto reforzado con partículas (PRC) en el que partículas de un material seleccionado son embebidas o unidas a una matriz. Un componente compuesto avanzado es un término generalmente utilizado para describir fibras de elevada resistencia mecánica y módulo embebidas en o unidas a una matriz, tal como una matriz de resina, metal, cerámica, o matriz carbonosa. Las fibras pueden ser fibras continuas, fibras cortas, o filamentos muy finos. La matriz de tipo resina puede ser una resina sintética polimerizada o una resina natural modificada químicamente, que
15 puede incluir pero no está limitada a materiales termoplásticos tales como polivinilo, poliestireno, y polietileno y materiales termoendurecibles tales como poliésteres, epoxis, y siliconas. Típicamente, una interfaz o límite distinto está presente entre las fibras y el material de la matriz. Se ha apreciado que el componente compuesto produce una combinación de propiedades que no pueden ser conseguidas con ninguno de los constituyentes actuando por sí solo.

20 Un componente compuesto es producido típicamente mediante un proceso de múltiples operaciones que comienza por depositar las fibras generalmente en retazos de material conocidos como estratificados o capas sobre una superficie impermeable. Para formar la matriz alrededor de las capas de fibra, las capas pueden ser pre-impregnadas con el material de la matriz o pueden ser no impregnadas. las fibras no impregnadas pueden ser embebidas en o unidas al material de la matriz utilizando moldeo por inyección, moldeo por inyección de reacción (RIM), infusión de resina, u otras técnicas de embebido o unión en la matriz. Una vez que las capas de fibra están dispuestas en una configuración deseada, se emplean ventajosamente técnicas de compactación tales como el embolsado bajo vacío para eliminar huecos de las capas de fibra. El material de la matriz que rodea las capas puede ser curado empleando estufas, haces de electrones, fuentes de luz ultravioleta, de infrarrojos, o ser curado en autoclave. El curado puede ser llevado a cabo a temperaturas ambientes o elevadas.

30 Un proceso de fabricación existente para producir componentes y estructuras compuestos reforzados con fibra, tridimensionales, de forma compleja, grandes, incluye disponer capas de fibra dispuestas en mandriles de yeso para conformar la forma compleja. Las capas reforzadas con fibra son depositadas e impregnadas sobre los mandriles de yeso, que han sido previamente barnizados para sellarlos. la estructura resultante es embolsada bajo vacío y curada. El mandril de yeso es retirado golpeándolo a través del depósito, desmoronando el mandril de yeso para dejar el componente compuesto hueco. Esta técnica es comúnmente utilizada para producir estructuras tales como conductos de acondicionamiento de aire de forma compleja. Este tipo de utillaje puede incluir características de bloqueo que mantienen la forma compleja de los útiles.

40 Si la resistencia mecánica del componente es un elemento clave, pueden utilizarse materiales de utillaje de acero, aluminio, o invar para crear formas que pueden ser sujetadas o acopladas juntas de otro modo para crear una superficie de molde para depositar las capas de fibra. Por ejemplo, un conducto de entrada de la unidad de alimentación auxiliar para un avión requiere típicamente materiales estructurales que exceden los requerimientos de resistencia mecánica que se pueden obtener a partir de las técnicas de mandril de yeso descritas anteriormente.

45 Otro método de producir grandes estructuras de núcleo compuesto formadas por moldeo por transferencia de resina asistidos por vacío está descrito en la Patente de los EE.UU N° 6.159.414 de Tunis, III y col. (Tunis). Tunis describe la producción de estructuras compuestas empleando núcleos de celda hueca o de bloque de espuma. Los núcleos pueden ser envueltos con un material de fibra y dispuestos en un molde de tal modo que el material de fibra forme una piel superficial. El conjunto es sellado bajo una bolsa de vacío a una superficie de moldeo. Uno o más conductos de alimentación comunican con una red de distribución de resina de canales más pequeños que facilita el flujo de la resina sin curar al material de fibra y a través del mismo. La red de distribución de resina puede comprender una red de ranuras formadas en las superficies o en los núcleos y/o esquinas redondeadas de los núcleos. La red de canales más pequeños
50 puede también estar prevista entre la bolsa de vacío y el material de fibra, bien integralmente en la bolsa de vacío o bien a través de un medio de distribución separado. La resina, introducida bajo vacío, se desplaza de una forma relativamente rápida a través del canal o canales de alimentación principales y a la red de canales más pequeños. Después de la penetración del material de fibra para alcanzar la superficie de los núcleos, la resina se desplaza de nuevo de una manera relativamente rápida a lo largo de los núcleos a través de las ranuras en los núcleos o los espacios previstos por las esquinas redondeadas para penetrar en el material de fibra envuelto alrededor e incluso entre los núcleos. La resina es a continuación curada después de impregnar el material de fibra para formar un componente y estructura compuesto reforzado con fibra, tridimensional.

Un inconveniente de emplear los núcleos como ha enseñado Tunis es que los núcleos están sellados o no ventilados, lo

que significa que el componente debe ser curado a temperatura ambiente. Más específicamente, la ley de los gases ideales establece que la presión dentro de un volumen cerrado es directamente proporcional a la temperatura. Si la resina es curada a una temperatura elevada, tal como poniendo el componente en una estufa o en un autoclave, cada gas atrapado dentro de cada núcleo produciría una presión y esa presión probablemente distorsionaría el núcleo r
5 incluso posiblemente lo haría explotar.

El documento US 5.000.990 describe un método de fabricación de partes compuestas moldeadas de una pieza que utiliza un sistema de soporte y molde de pared delgada, inflable.

Compendio del invento

10 El presente invento se refiere a un método para fabricar una estructura compuesta, comprendiendo el método: obtener una pluralidad de miembros que se pueden presurizar cada uno con suficiente rigidez para soportar capas de fibra sobre él en una forma deseada antes de su presurización, teniendo los miembros que se pueden presurizar una superficie exterior y una superficie interior que forman una pared que define una región volumétrica, en donde la pluralidad de miembros que se pueden presurizar son acoplados juntos para estar en comunicación fluida con un miembro adyacente que se puede presurizar, teniendo uno de los miembros que se puede presurizar una abertura para permitir la presurización interna de la pluralidad de miembros acoplados que se pueden presurizar; disponer capas de fibra sobre la superficie exterior de los miembros que se pueden presurizar, en donde cada uno de los miembros que se pueden presurizar soporta las capas de fibra sobre él en una forma deseada antes de presurización de los miembros que se pueden presurizar; colocar las capas de fibra y los miembros que se pueden presurizar en un molde; sellar las capas de fibra dentro del molde para permitir la presurización de las capas de fibra; presurizar una superficie exterior de las capas de fibra con una primera presión; y presurizar la superficie interior de los miembros que se pueden presurizar a través de la abertura con una segunda presión, en donde la primera presión y la segunda presión cooperan para comprimir las capas de fibra entre el molde y los miembros que se pueden presurizar.

Una selección de características opcionales están descritas en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

25 A continuación se han descrito en detalle realizaciones preferidas y alternativas del presente invento con referencia a los siguientes dibujos:

30 La fig. 1A muestra esquemáticamente un método para fabricar una estructura compuesta tridimensional, de forma compleja en un molde que tiene opcionalmente ranuras alimentadoras de resina donde las capas de fibra son dispuestas sobre miembros suficientemente rígidos que se pueden presurizar y presurizadas dentro del molde utilizando una película de embolsado de acuerdo con una realización del invento;

La fig. 1B muestra esquemáticamente un método para fabricar una estructura compuesta tridimensional, de forma compleja en un molde donde las capas de fibra son dispuestas sobre miembros suficientemente rígidos e interconectados que se pueden presurizar dentro del molde de acuerdo con una realización del invento;

35 La fig. 2 muestra esquemáticamente un método alternativo para fabricar una estructura compuesta tridimensional, de forma compleja en un molde que tiene ranuras alimentadoras de resina donde las capas de fibra son dispuestas sobre miembros suficientemente rígidos que se pueden presurizar y presurizadas dentro del molde utilizando las mitades selladas del molde de acuerdo con una realización del invento;

La fig. 3 muestra las capas de fibra dispuestas sobre los miembros suficientemente rígidos que se pueden presurizar de acuerdo con una realización del invento;

40 La fig. 4 muestra esquemáticamente un método para fabricar una estructura compuesta tridimensional, de forma completa en un molde donde las capas de fibra son dispuestas sobre miembros suficientemente rígidos que se pueden presurizar que tienen opcionalmente ranuras alimentadoras de resina y presurizadas dentro del molde utilizando una película de embolsado de acuerdo con una realización del invento; y

45 La fig. 5 muestra una estructura compuesta con capas de fibra dispuestas sobre un miembro que se puede presurizar para tomar la forma de una barra de la dirección utilizada en un vehículo aeroespacial de acuerdo con una realización del invento.

Descripción detallada de la realización preferida

50 Una estructura compuesta reforzada con fibra, tridimensional, de forma compleja puede ser formada utilizando presiones que actúan contrarrestándose aplicadas a un depósito estructural de capas de fibra. Las capas de fibra están dispuestas sobre un miembro que se puede presurizar. El miembro que se puede presurizar puede resultar una parte integral del producto final, o puede ser retirado, dependiendo de la accesibilidad del miembro. En una realización preferida, el miembro que se puede presurizar es un miembro de termoplástico hueco moldeado por rotación, un miembro de termoplástico moldeado por soplado, un miembro metálico formado de manera super-plástica, o un miembro formado por vacío de lámina doble (TSVF) que tiene una abertura u orificio de ventilación. La abertura u orificio de ventilación permite

que una superficie del miembro que se puede presurizar sea ventilada o presurizada de tal modo que se expanda o se infle contra las capas de fibra. Ventajosamente, el miembro que se puede presurizar ventilado permite que la estructura compuesta reforzada con fibra, tridimensional, de forma compleja sea producida utilizando técnicas de temperatura elevada, presión y/o en autoclave. Por medio de la abertura, la presión dentro de los miembros que se pueden presurizar puede ser igualada cuando la temperatura sube o puede aplicarse presión adicional, como en el uso de un autoclave. En una realización, varios miembros que se pueden presurizar, que pueden ser de diferentes tamaños y tener formas complejas, están dispuestos para formar una superficie de depósito grande de forma compleja a las capas de fibra.

La capacidad para igualar la presión en los miembros que se pueden presurizar permite la producción de estructuras tridimensionales de forma compleja, tales como bastidores, piezas intercostales, costillas, etc. y permite además que las capas de fibra mantengan su correcta forma geométrica.

La fig. 1A muestra esquemáticamente un sistema de autoclave 100 que tiene un conjunto de utillaje o molde 102. Las capas de fibra 104 están dispuestas sobre miembros 106 que se pueden presurizar y el conjunto resultante 108 es colocado en el molde 102. La disposición de las capas de fibra 104 y la fabricación de los miembros 106 que se pueden presurizar será descrita en mayor detalle a continuación. Con el propósito de clarificación solamente, la realización ilustrada muestra la superficie exterior 110 de los miembros 106 que se pueden presurizar separados o espaciados de las capas de fibra 104. Sin embargo, durante el montaje, se aprecia que las capas de fibra 104 son depositadas directamente sobre la superficie exterior 110 de los miembros 106 que se pueden presurizar.

El molde 102 es un sistema estanco a las fugas que tiene un cuerpo 112 del molde formado opcionalmente con ranuras o canales 114 alimentadores para infundir material de matriz (no mostrado) en las capas de fibra 104 o para humedecerlas suficientemente. Las ranuras alimentadoras 114 pueden incluir ranuras principales 116 alimentadoras y canales de distribución 118. Alternativamente, las ranuras alimentadoras 114 pueden estar incluidas en los miembros 106 que se pueden presurizar, la cual es una realización descrita a continuación. Sin embargo en muchos casos, es preferible incluir las ranuras alimentadoras 114 en el molde 102 para minimizar las cavidades del material de la matriz, superficies del material de la matriz desiguales, o imperfecciones similares relacionadas con el material de la matriz que podrían afectar a la calidad de la estructura compuesta reforzada con fibra, acabada. Para componentes aeroespaciales, se ha considerado generalmente una condición de diseño inaceptable tener cavidades en el material de la matriz, superficies desiguales del material de la matriz, o imperfecciones similares relacionadas con el material de la matriz debido a que tales imperfecciones pueden aumentar la probabilidad de agrietamiento en el material residual de la matriz. Por consiguiente, es preferible formar la ranuras alimentadoras 114 en el cuerpo 112 del molde. En una realización, el molde 102 es un molde 102 de tipo de dos piezas articuladas mecanizado estrechamente (es decir con una tolerancia pequeña).

En un ejemplo, una capa 120 de cáscara reforzada, extraíble puede ser ensamblada por presión o tomar la forma de una capa exterior u hoja exterior sobre la superficie exterior 110 de las capas de fibra 104. La capa 120 de cáscara reforzada podría entonces ser despegada o separada de otro modo de las capas de fibra 104 después de que el material de la matriz sea curado. A modo de ejemplo, la capa 120 de cáscara reforzada permite que el material de la matriz asociado con la ranuras alimentadoras 114 sea desprendido de las capas de fibra 104 durante las operaciones de acabado (es decir posteriormente al curado del material de la matriz). Hay numerosos medios de inyectar o infundir las capas de fibra 104 con material de la matriz y una vez que se ha tomado una decisión de utilizar las ranuras alimentadoras laterales 114 del útil, la disposición, caudal volumétrico, y capacidad volumétrica, por ejemplo, de las ranuras alimentadoras 114 pueden ser optimizados o controlados de otro modo para que el componente estructural particular sea fabricado. Cuando la temperatura es incrementada, los diferentes materiales de la matriz pueden ser utilizados para conseguir resultados mejorados. Por ejemplo y cuando el material de la matriz comprende una resina, pueden emplearse varias resinas diferentes basándose en la temperatura de procesamiento, por ejemplo puede utilizarse una resina de polietileno a bajas temperaturas, una resina epoxi, fenólica o de bismaleimida a temperaturas medias, y finalmente, una resina de poliimida a temperaturas más elevadas. Además de lo anterior, otras resinas tales como nailon, polietersulfona (PES), polieterimida (PEI), o acetal pueden ser utilizadas para personalizar la estructura reforzada con fibra.

En el ejemplo ilustrado, el molde 102 incluye además una lámina 122 de cobertura, una película de embolsado 124, y una sonda 126. La lámina 122 de cobertura puede ser acoplada al cuerpo 112 del molde para asegurar las capas de fibra 104 y los miembros 106 que se pueden presurizar dentro del molde 102. La lámina 122 de cobertura puede tomar la forma de un material en lámina o placa que es generalmente colocado en contacto inmediato con las capas de fibra 104 durante el curado para transmitir una presión normal y proporcionar una superficie lisa en el componente acabado. En una realización, la lámina 122 de cobertura toma la forma de un material en lámina de tres capas, reforzado, pero puede tomar otras formas dependiendo del sistema de autoclave 100 y de otras consideraciones de diseño.

La película de embolsado 124 es sellada a distintas partes del molde 102 con un agente de sellado 128. Además, la película de embolsado 124 es sellada a bebederos o puertos 130 de presión que se extienden desde los miembros 106 que se pueden presurizar. La película de embolsado 124 preferiblemente toma la forma de un material transpirable poroso de tres capas, pero puede tomar otras formas dependiendo del sistema de autoclave 100 y de otras consideraciones de diseño.

La sonda 126 funciona típicamente para colocar las capas de fibra 104 bajo una presión de vacío extrayendo aire del molde 102. En otras realizaciones, sin embargo se aprecia que la sonda 126 pueda operar para aumentar la presión

dentro del molde 102. La película de embolsado 124 puede ser también sellada a la sonda 126 utilizando el agente de sellado 128.

La fig. 1B muestra esquemáticamente el sistema de autoclave 100 que tiene un conjunto de utillaje o molde 102 de acuerdo con otra realización del invento. La realización ilustrada es sustancialmente similar a la realización previa de modo que se han vuelto a utilizar números similares excepto donde hay diferencias. En esta realización, las capa de fibra 104 son dispuestas sobre miembros 106a y 106b que se pueden presurizar que se interconectan dentro del molde 102. De nuevo y con propósitos de clarificar solamente, la realización ilustrada muestra una superficie exterior 110 de los miembros 106a y 106b que se pueden presurizar como separada o espaciada de las capas de fibra 104. Sin embargo durante el montaje, se aprecia que las capas de fibra 104 son apretadas directamente sobre la superficie exterior 110 de los miembros 106a, 106b que se pueden presurizar.

Los miembros 106a, 106b que se pueden presurizar interconectados están en comunicación fluida entre sí. Como se ha ilustrado, el miembro 106a que se puede presurizar incluye un primer puerto 107 de fluido que se extiende a un segundo puerto 109 de fluido del miembro 106b que se puede presurizar. Además, las capas de fibra 104 son dispuestas de modo que no bloqueen o interfieran con los puertos 107, 109. Cuando la presión dentro del miembro 106a que se puede presurizar es cambiada mediante el único bebedero 130, la presión dentro del miembro 106b que se puede presurizar cambia consecuentemente debido a la interconexión de fluido. Para sellar los miembros 106a, 106b que se pueden presurizar durante la presurización, puede ponerse una cantidad de agente de sellado 111 alrededor del primer puerto 107 de fluido. Preferiblemente, el agente de sellado 111 es dispuesto de modo que no se extruya a las capas de fibra 104 durante la presurización.

La fig. 2 muestra un ejemplo ligeramente diferente para presurizar el sistema de autoclave 100, sin utilizar la película de embolsado 124. En este ejemplo, la lámina 122 de cobertura es sellada contra el cuerpo 112 del molde, del molde 102 y los bebederos 130 de los miembros 106 que se pueden presurizar. Se ha apreciado que otras configuraciones del sistema de autoclave 100 y métodos de sellar el molde 102 pueden operar de acuerdo con el invento, pero no se describirán adicionalmente en este documento con propósitos de brevedad.

La fig. 3 muestra el conjunto 108 que comprende las capas de fibra 104 y los miembros 106 que se pueden presurizar. Los miembros 106 que se pueden presurizar pueden ser configurados para no ser extraíbles después de que las capas de fibra 104 y el material de la matriz inyectado o infundido es curado. La integración de los miembros 106 que se pueden presurizar con las capas de fibra 104 para hacer el componente aerotransportable puede o no ser conseguida utilizando un material de unión entre ellos. Cuando se fabrican componentes aerotransportables complejos, puede ser deseable incluir los miembros 106 que se pueden presurizar como una parte permanente del componente aerotransportable. Sin embargo, el tipo de material, el tamaño, y el peso de los miembros 106 que se pueden presurizar tendría probablemente que ser controlado estrechamente para que el componente aerotransportable satisfaga los requerimientos de diseño. Por ejemplo, cuando se fabrican componentes aeroespaciales, el grosor de los miembros 106 que se pueden presurizar ayudará al peso total del componente aerotransportable. Si los miembros 106 son demasiado delgados, o si no están hechos de un material duradero, entonces los detalles de embolsado pueden colapsarse, hendirse o explotar durante la presurización y el curado del conjunto 108 dentro del molde 102 (fig. 1). Adicionalmente, la presencia de los miembros 106 que se pueden presurizar en contacto con las capa de fibra 104 podía afectar a las propiedades de ingeniería del componente aerotransportable. Además, la resistencia mecánica, propiedades, y fiabilidad estructural del material 132 que se puede unir necesitarán ser adoptadas bajo petición para cada componente aerotransportado para minimizar e impedir preferiblemente la propagación de grietas desde el material 132 de unión a las capas de fibra 104 curadas. Los miembros 106 que se pueden presurizar son preferiblemente materiales termoplásticos moldeados por soplado, TSVF o moldeados por rotación con cámaras interiores o regiones volumétricas 134 que se pueden presurizar. Los miembros 106 que se pueden presurizar puede ser fabricados para tener formas complejas, contornos, y otras características sobre los que son dispuestas las capas de fibra 104. Cada miembro 106 que se puede presurizar incluye preferiblemente al menos una abertura o bebedero 130 para ventilar el miembro hueco 106 que se puede presurizar a presión de autoclave o a alguna otra presión "P". Presurizando o ventilando la cámara interior 134, el miembro 106 que se puede presurizar es empujado contra las capas de fibra 104 sin curar para comprimir y emparedar las capa de fibra 104 entre el miembro 106 que se puede presurizar y el molde 102. Esta compresión de la capa funciona para mitigar la formación de arrugas en el componente aerotransportado. Debido a que todos los miembros funcionan al unísono y se expanden sustancialmente de manera uniforme las capas de fibra son colocadas simultáneamente bajo tensión, lo que tiende a minimizar las arrugas en el componente producido. En una realización, el miembro que se puede presurizar puede ser producido a partir de un tubo de titanio químicamente puro en el que el tubo de titanio está formado de manera super-plástica para crear una forma compuesta de matriz metálica.

En un ejemplo, el bebedero 130 es utilizado para introducir una presión P en la cámara 134 que es mayor que la presión de autoclave. Después de presurizar y curar las capas de fibra 104, el bebedero 130 puede evacuar gases producidos en la cámara. A modo de ejemplo, el bebedero 130 puede tomar la forma de un accesorio acoplado a una bomba de aire u otra fuente de presión. Además y dependiendo de la disposición del conjunto 108, la presurización y el curado de las capas de fibra 104 puede ser conseguido presurizando solamente las cámaras 134 de los miembros 106 que se pueden presurizar, eliminando así la necesidad de la película de embolsado 124 descrita en la fig. 1. En un ejemplo, capas de fibra 104 impregnadas (algunas veces denominadas como pre-impregnadas) están dispuestas sobre el miembro 106 que se puede presurizar. El uso de capas de fibra impregnadas puede eliminar la operación de inyectar o infundir material de matriz en el molde 102. En otro ejemplo, se ha utilizado un proceso de molde por transferencia de resina para infundir

resina en las capas de fibra 104 y los miembros 106 que se pueden presurizar son presurizados sin ser colocados en el molde 102.

En un ejemplo, una pluralidad de miembros 106 que se pueden presurizar son acoplados puntos para estar en comunicación fluida con un miembro 106 adyacente que se puede presurizar de tal modo que aire, un gas, o algún otro fluido pueden circular libremente a uno de los miembros 106 que se pueden presurizar y simultánea o contemporáneamente presurizar todos los miembros 106 que se pueden presurizar que están en comunicación fluida entre sí. Un ejemplo está descrito anteriormente con referencia a la FIGURA 1B. Las capa de fibra 104 puede ser apretadas o dispuestas con una inclinación de 45 grados, lo que permite al miembro 106 que se puede presurizar expandirse considerablemente durante el proceso de curado. Preferiblemente, la disposición de las capa de fibra 104 y la configuración de los miembros 106 que se pueden presurizar cooperan para asegurar la compresión de todas las capas de fibra 104 e impedir así arrugas durante el proceso de curado.

La fig. 4 muestra un sistema de autoclave 200 que tiene un molde 202 que comprende un cuerpo 212 de molde sin ranuras alimentadoras. En su lugar, la ranuras alimentadoras 214 están formadas en los miembros 206 que se pueden presurizar, que están configurados para ser extraíbles de las capas de fibra 204 después del curado. El sistema de autoclave 200 en muchos aspectos, es similar al sistema de autoclave 100 descrito anteriormente, con la única diferencia de que la ranuras alimentadoras 214 están formadas en los miembros 206 que se pueden presurizar. Un propósito para formar las ranuras alimentadoras 214 en los miembros 206 que se pueden presurizar es conseguir una red de distribución de material de matriz más deseable o más intrincada. Otro propósito para formar la ranuras alimentadoras 214 en los miembros 206 que se pueden presurizar es reducir algo de la complejidad y el coste de fabricar el cuerpo 212 del molde. Por ejemplo, cuando se forma la red de distribución de material de matriz en el cuerpo 212 del molde, se aprecia que el esquema de apretado de las capas de fibra 104 debería ser bien pensado cuidadosamente.

La fig. 5 muestra un componente aeroespacial 300, por ejemplo una biela de arrastre, que es un componente de trayecto de carga principal que acopla una góndola del motor al larguero posterior de un ala de un avión. Cuando el motor crea empuje, la carga es dirigida a través de la góndola, a la biela de arrastre 300, que transfiere la carga al larguero posterior. Debido a que la biela de arrastre 300 es hueca e incluye una configuración con el cuello hacia abajo, no ha sido posible crear este componente utilizando ninguna de las tecnologías de compuestos reforzados con fibra conocidas, dadas las limitaciones de espacio y la geometría de la biela de arrastre 300. Intentos para fabricar barras de arrastre 300 que no sean de materiales compuestos reforzados con fibra no han sido satisfactorios porque es difícil unir accesorios metálicos en los extremos de las barras de arrastre 300 de material compuesto debido a que deben ser taladrados agujeros en las extremidades de la biela de arrastre 300, pero esto debilita significativamente la superficie de acoplamiento de compuesto debido al "área que queda fuera" de los agujeros taladrados.

En el ejemplo ilustrado, la biela de arrastre 300 incluye un cuerpo alargado 302 con accesorios 304 en cada extremo para unirse a la góndola y al larguero posterior, respectivamente. El cuerpo alargado 302, que incluye las partes 306 con el cuello hacia abajo, comprende capas de fibra 308 dispuestas en un miembro aerotransportado 310 que se puede presurizar. En un ejemplo, los accesorios 304 son accesorios 312 compuestos de fibra formados integralmente con el cuerpo alargado 302. En otra realización, los accesorios 304 son accesorios metálicos 314 unidos al cuerpo alargado 302.

Un método para producir la biela de arrastre implica obtener el miembro aerotransportado 310 que se puede presurizar y disponer las capas de fibra pre-impregnadas o sin impregnar sobre el miembro 310 que se puede presurizar. Opcionalmente, pueden emplearse ciclos de disminución de volumen para compactar las capas embolsando bajo vacío las capas a temperatura ambiente o una temperatura ligeramente elevada. Además y opcionalmente además, pueden ensamblarse insertos metálicos en las capas de fibra. Los insertos metálicos pueden tomar la forma de componentes de utillaje extraíbles que están enchavetados o asegurados in situ para crear una superficie controlada o pueden ser accesorios metálicos unidos in situ. Las operaciones antes mencionadas pueden ser repetidas hasta que la biela de arrastre 300 sin curar esté suficientemente completa.

En un ejemplo, la biela de arrastre 300 sin curar puede ser colocada en un molde del tipo "de dos piezas articuladas" y el miembro 310 que se puede presurizar es conectado a una fuente de presión. El molde es cerrado y sellado. El miembro 310 que se puede presurizar es presurizado y sometido a energía de curado, tal como temperatura, infrarrojos, haz de electrones, radiación ultravioleta u otro proceso de curado sustancialmente equivalente. Después del curado, la biela de arrastre 300 curada es retirada del molde, cualquier exceso de material de matriz puede ser eliminado utilizando técnicas y procesos conocidos, y puede aplicarse un revestimiento protector de acabado o de otro tipo a la biela de arrastre 300 curada.

Como se ha descrito anteriormente, aspectos del invento permiten la fabricación de estructuras compuestas reforzadas con fibra, de forma compleja que de otro modo no podrían ser producidas o requerirían técnicas de ensamblaje sustancialmente avanzadas y caras. Además, aspectos del invento pueden permitir la fabricación de una estructura compuesta reforzada con fibra, de forma compleja que tiene un peso sustancialmente reducido cuando se la compara con un componente metálico similar, permitir nuevos diseños radicales y configuraciones estructurales, y puede reducir los costes de producción de estructuras compuestas reforzadas con fibra de forma compleja.

Con cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente, o alguna combinación de las mismas, el componente

aerotransportado puede ser producido como un único componente monolítico o puede ser hecho en piezas o secciones que son acopladas juntas después de que cada pieza o sección sea presurizada y curada.

Por consiguiente, el alcance del invento no está limitado por la descripción de la realización preferida. En su lugar, el invento debería ser determinado completamente por referencia a las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar una estructura compuesta (108) comprendiendo el método:
- 5 obtener una pluralidad de miembros (106) que se pueden presurizar cada uno con suficiente rigidez para soportar capas de fibra (104) sobre él en una forma deseada antes de su presurización, teniendo los miembros que se pueden presurizar una superficie exterior (110) y una superficie interior que forman una pared que define una región volumétrica (134), en donde la pluralidad de miembros que se pueden presurizar son acoplados juntos para estar en comunicación fluida con un miembro adyacente que se puede presurizar, teniendo uno de los miembros (106) que se puede presurizar una abertura (130) para permitir la presurización interna de la pluralidad de miembros acoplados que se pueden presurizar;
- 10 disponer capas de fibra (104) sobre la superficie exterior (110) de los miembros (106) que se pueden presurizar, en donde cada uno de los miembros (106) que se pueden presurizar soporta las capas de fibra sobre él en una forma deseada antes de presurización de los miembros (106) que se pueden presurizar;
- colocar las capas de fibra (104) y los miembros (106) que se pueden presurizar en un molde (102);
- sellar las capas de fibra (104) dentro del molde (102) para permitir la presurización de las capas de fibra (104);
- 15 presurizar una superficie exterior de las capas de fibra (104) con una primera presión; y
- presurizar la superficie interior de los miembros que se pueden presurizar a través de la abertura (130) con una segunda presión (P), en donde la primera presión (P) y la segunda presión cooperan para comprimir las capas de fibra (104) entre el molde (102) y los miembros (106) que se pueden presurizar.
- 20 2. El método de la reivindicación 1 en donde obtener los miembros que se pueden presurizar incluye obtener los miembros (106) que se pueden presurizar a partir del grupo consistente de miembros termoplásticos moldeados por rotación, miembros termoplásticos moldeados por soplado, miembros metálicos formados de manera super-plástica, y miembros formados bajo vacío de doble lámina.
3. El método de la reivindicación 1 en donde sellar las capas de fibra (104) dentro del molde (102) incluye sellar una película de embolsado (124) con respecto al molde (102) y con respecto a la abertura (130) de los miembros (106) que se pueden presurizar.
- 25 4. El método de la reivindicación 1 en donde sellar las capas de fibra (104) dentro del molde (102) incluye aislar las capas de fibra (104) de una presión ambiente.
5. El método de la reivindicación 1, que comprende además infundir un material de matriz en las capas de fibra (104) para impregnar eficientemente las capas de fibra (104) dentro del molde (102).
- 30 6. El método de la reivindicación 5, en donde infundir el material de matriz incluye infundir una resina en forma sustancialmente líquida.
7. El método de la reivindicación 1, en donde presurizar la superficie exterior de las capas de fibra (104) con la primera presión incluye someter la superficie exterior de las capas de fibra (104) a un vacío.
- 35 8. El método de la reivindicación 1, en donde presurizar la superficie exterior de las capas de fibra (104) con la primera presión incluye someter la superficie exterior de las capas de fibra (104) a una presión mayor de una atmósfera.
9. El método de la reivindicación 1, en donde presurizar la superficie interior de los miembros (106) que se pueden presurizar incluye someter la superficie interior de los miembros (106) que se pueden presurizar a una presión mayor de una atmósfera.
- 40 10. El método de la reivindicación 1, en donde presurizar la superficie interior de los miembros (106) que se pueden presurizar a través de la abertura (109) incluye presurizar (P) la superficie interior de los miembros (106) que se pueden presurizar a través de un bebedero (130).

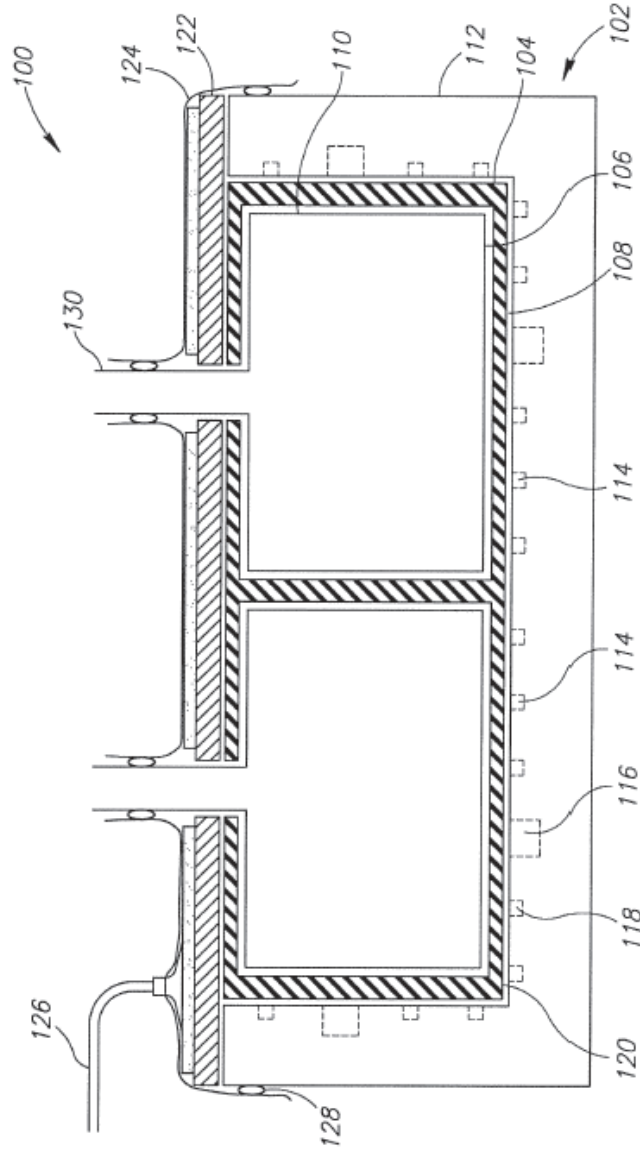


FIG.1A

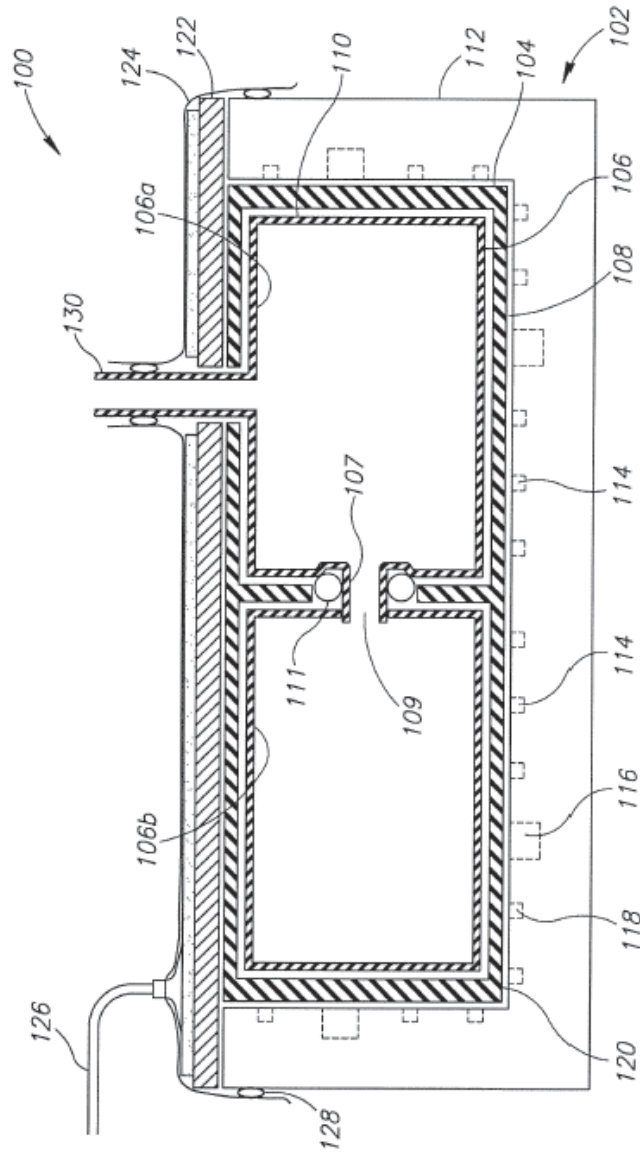


FIG.1B

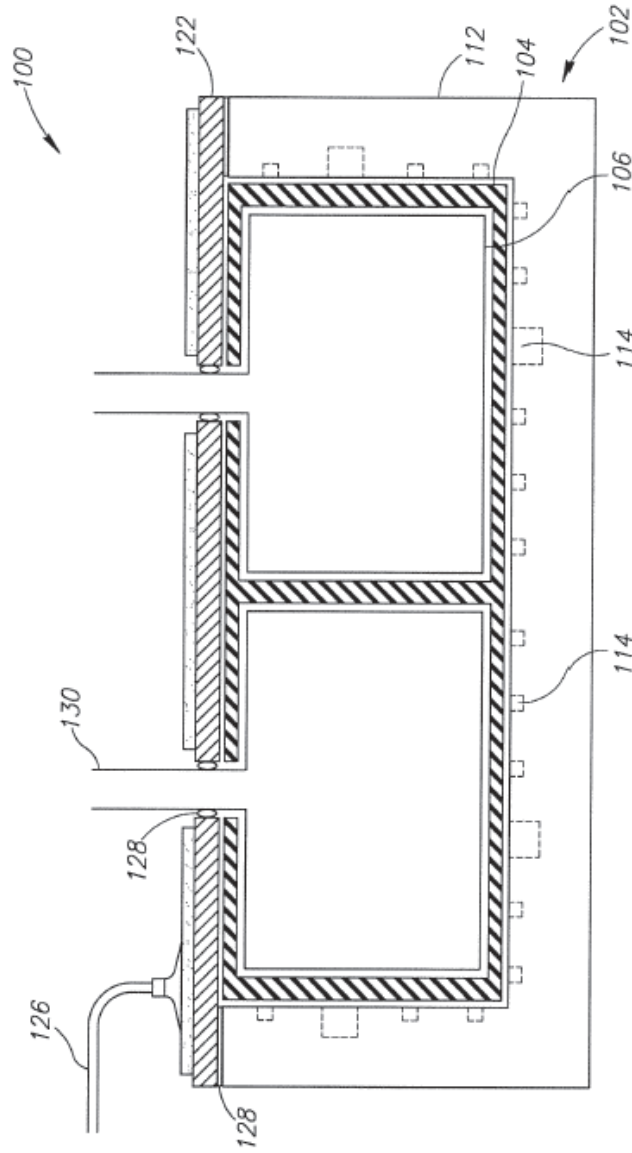


FIG.2

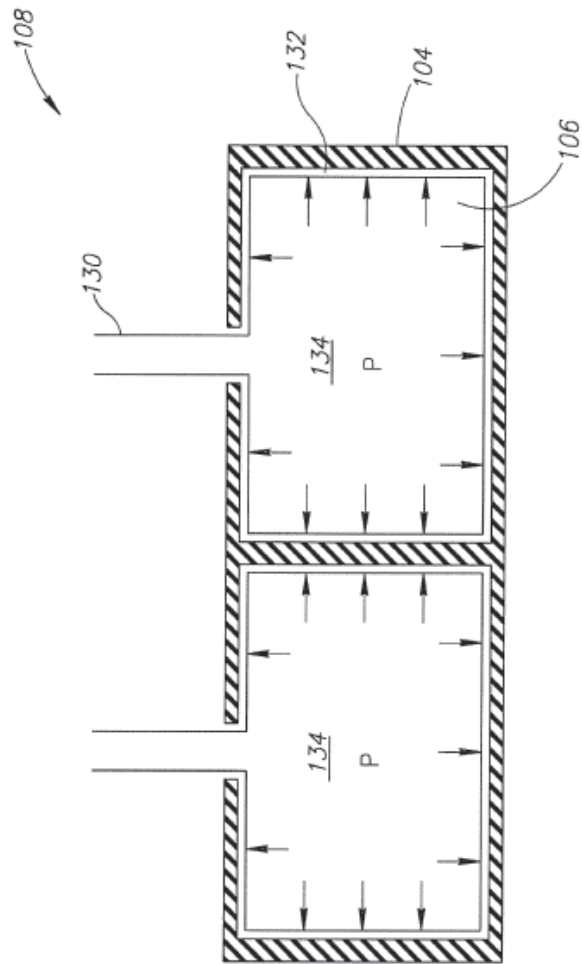


FIG.3

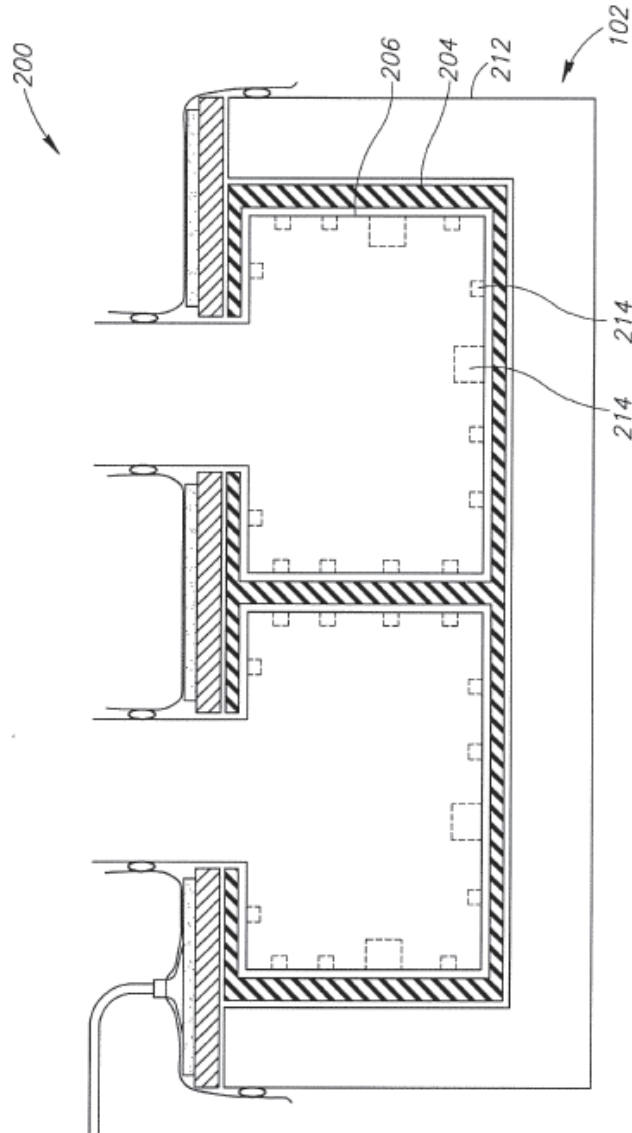


FIG.4

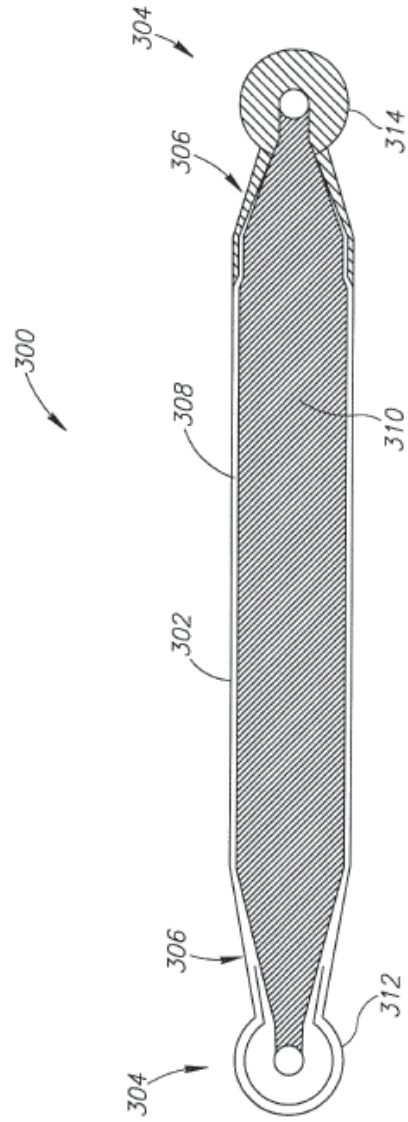


FIG. 5