



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 325 185**

51 Int. Cl.:

B29C 43/36 (2006.01)

B29C 43/12 (2006.01)

B29C 70/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07100316 .4**

96 Fecha de presentación : **10.01.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1808282**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.07.2007**

54 Título: **Moldeo presurizado de partes compuestas.**

30 Prioridad: **13.01.2006 US 331511**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.08.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.08.2009

73 Titular/es: **HEXCEL CORPORATION**
11711 Dublin Boulevard
Dublin, California 94568, US

72 Inventor/es: **Lopez, Alfonso**

74 Agente: **García-Cabrerizo y del Santo, Pedro María**

ES 2 325 185 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

Moldeo presurizado de partes compuestas.

5 1. Campo de la invención

La presente invención se refiere generalmente a sistemas y métodos para moldear partes compuestas. Más particularmente, la invención se dirige a sistemas y métodos que aplican presión a la estructura compuesta durante la etapa de moldeo.

10 2. Descripción de la técnica relacionada

Los materiales compuestos se usan extensivamente en las industrias aeroespacial y marítima, la industria de turbinas de energía eólica y en otras situaciones en las que se desea una resistencia elevada y un peso relativamente ligero. Los materiales compuestos normalmente incluyen fibras y resinas polímeras como los dos elementos principales. El vidrio, grafito, fibras de carbono y cerámicas son comunes. Las fibras pueden ser troceadas, orientadas al azar, de orientación unidireccional o tejidas en forma de tela. Las fibras usadas en los materiales compuestos tienen diámetros que varían en el intervalo desde extremadamente pequeños hasta relativamente grandes. Aunque es posible preparar materiales compuestos usando fibras de diámetros grandes, la práctica más común es tomar miles de fibras que tengan diámetros extremadamente pequeños y formar manojos individuales conocidos como estopas. Estas estopas multi-fibras son mucho más resistentes y más flexibles que las fibras únicas que tienen el mismo diámetro global. Las estopas pueden ser tejidas en forma de tela de la misma manera que los hilos convencionales. Alternativamente, las estopas son dispuestas en paralelo para proporcionar una orientación de fibras unidireccional o pueden ser orientadas al azar. Las formas en las que la resina polímera es infundida o impregnada en la estructura compleja de fibras y las formas en que la estructura de resina/fibras resultante es curada son consideraciones importantes en el moldeo de las partes compuestas.

Hay un cierto número de formas para combinar la resina polímera con las fibras y hay un cierto número de formas para curar o moldear la estructura compuesta resultante para formar la parte compuesta final. Una aproximación, que ha sido usada durante años, es impregnar manualmente las fibras con resina activada *in situ* en un molde u otra estructura de soporte. Dependiendo del sistema de resina particular, puede ser aplicado calor o no para curar la “acumulación” resultante. Este tipo de procedimiento de acumulación manual, como es sencillo, requiere pocas o ninguna herramientas especiales y puede ser usado para preparar partes grandes, como cascos de buques. Sin embargo, es difícil controlar exactamente la cantidad de resina que es aplicada a las fibras y para asegurar que la resina está siendo uniformemente impregnada en las estopas de fibras. Además, las cantidades de agente de curado y otros aditivos que son añadidos a la resina pueden variar entre las acumulaciones.

Con el fin de evitar los problemas anteriores, ha sido práctica común formar una acumulación prefabricada (placa preimpregnada) que incluye la fibra y la matriz de resina (resina, agentes de curado y cualesquiera aditivos). La placa preimpregnada se prepara bajo condiciones de fabricación que permitan que se controlen cuidadosamente la cantidad y la distribución de la matriz de resina en la placa preimpregnada. Una vez formada, la placa preimpregnada puede ser aplicada a un molde u otra superficie de soporte de la misma manera que una acumulación manual convencional. En general, las placas preimpregnadas no son usadas inmediatamente después de que son formadas. En lugar de ello, habitualmente son almacenadas para ser usadas en un momento posterior. Otra forma común de combinar la resina polímera y las fibras es usar un vacío para infundir la resina polímera en la estructura de fibras. Estos métodos de infusión a vacío usan normalmente una bolsa de vacío para rodear la estructura de fibras durante la infusión de resina.

Hay un cierto número de formas para curar o moldear la estructura compuesta de resina polímera/fibras. Una práctica común es calentar la estructura compuesta mientras que al mismo tiempo se aplica una presión a la estructura. Esto se realiza normalmente usando un autoclave. El uso de una presión positiva durante el moldeo proporciona muchas ventajas que incluyen: reducir los espacios vacíos en la parte del material compuesto final, proporcionar una infiltración completa de resina de las estructuras de fibras gruesas, disminuir las zonas con elevado contenido de resina que son más susceptibles a una desestratificación, permitir el uso de fracciones de volumen de fibras elevado, permitir el uso de resinas de viscosidad elevada y, generalmente, mejorar las propiedades mecánicas.

Las partes del material compuesto sólidas, grandes y/o gruesas, como las paletas de turbinas de energía eólica, cascos de buques, plataformas de puentes y componentes similares a gran escala, no son prácticas para ser tratadas en un autoclave. Debido a limitaciones de tamaño y del procedimiento, estas estructuras a gran escala a menudo son fabricadas usando métodos de infusión a vacío o bolsa de vacío, curando solamente las acumulaciones pre-impregnadas. El tratamiento de partes grandes usando métodos de infusión presenta algunos problemas. Por ejemplo, es difícil controlar la distribución de resina durante el curado porque las secciones verticales en las estructuras grandes pueden sufrir un “acombamiento vertical”. El acombamiento vertical se produce cuando la resina sin curar fluye debido a la gravedad durante las acumulaciones prolongadas en el tiempo o durante el ciclo de curado, cuando normalmente disminuye la viscosidad de la resina. Esto crea un grosor no uniforme y diferencias en el contenido de resina a través de la estructura compuesta. El tratamiento solo a vacío de las acumulaciones preimpregnadas puede producir mejores resultados en términos de homogeneidad del contenido de resina y una mayor fracción de volumen de fibras. Sin embargo, el tratamiento solo a vacío tiende a producir partes mayores que tienen un mayor contenido de espacios vacíos que las estructuras preparadas usando un autoclave u otro sistema que aplique una presión positiva, además de la presión atmosférica, durante la etapa de curado.

Hay un cierto número de sistemas que están diseñados para proporcionar una alternativa al autoclave convencional para aplicar una presión positiva y calor a una estructura compuesta durante el curado. Estos sistemas emplean una variedad de componentes de moldes sólidos y flexibles para proporcionar la aplicación de una presión positiva y calor a la estructura compuesta durante el curado. Un ejemplo se denominó el procedimiento "Quickstep", en el que el material compuesto es colocado en un molde y sellado con una lámina flexible o molde coincidente. Los instrumentos y la parte son seguidamente colocados en el interior de un depósito herméticamente cerrado con fluido de transferencia de calor. El fluido de transferencia de calor es usado para aplicar presión al material compuesto durante el curado.

Otro ejemplo de un sistema de aplicación de presión es descrito en la patente de EE.UU. n° 5.820.894, en la que es aplicada una presión positiva mediante un sistema de paletas que está afianzado al molde a través de un sello a vacío. Otros ejemplos de sistemas de aplicación de presión que utilizan combinaciones de paletas flexibles y componentes rígidos incluyen: patente de EE.UU. n° 5.820.894, patente de EE.UU. n° 6.537.433, patente de EE.UU. n° 6.746.737, patente de EE.UU. n° 6.692.681, patente de EE.UU. 6.666.651, patente de EE.UU. n° 6.596.121, patente de EE.UU. n° 6.319.346 y patente de Alemania DE 10150659. Ha sido desarrollado también un procedimiento de infusión de resina en molde cerrado en el que es aplicada una presión positiva, usando un molde cerrado rígido que incluye una lámina flexible interna en una superficie (véase "Investigation of a Two-Stage Injector Process to Reduce The Effects of In-Plane Resin Flow", Larsen *et al.*, Montana State University, AIAA-2002-0026).

Incluso aunque los sistemas anteriores están bien adecuados para su finalidad prevista, hay una necesidad continuada de desarrollara nuevos sistemas que puedan ser usados como una alternativa al autoclave para aplicar presión y calor, si es necesario, a estructuras compuestas durante el procedimiento de curado. Esta necesidad continuada está especialmente presente con respecto al moldeo de partes compuestas grandes, como paletas de turbinas de energía eólica y componentes aeroespaciales grandes.

Sumario de la invención

De acuerdo con la presente invención, se proporcionan un aparato y un método para moldear estructuras compuestas en forma de partes compuestas, usando presión. El aparato incluye un molde inflexible inferior que está combinado con una capa elástica del molde superior para formar una cámara moldeadora en la que se coloca la estructura compuesta que va a ser moldeada. Se coloca una capa elástica de presión por encima de la capa del molde superior. Los perímetros de las dos capas elásticas son sellados conjuntamente para proporcionar una paleta elástica que funcione como una cámara a presión. Se usa una capa flexible de control de la expansión para limitar en aumento de área superficial de la capa a presión durante la aplicación de presión. Se proporciona un cierre de retención perimetral para evitar que lo perímetros de las capas elásticas y flexibles de desplacen hacia adentro o fuera del molde inferior durante la aplicación de presión a la cámara a presión.

Se aplica una presión a la cámara a presión es durante el moldeo para forzar la capa del molde superior contra la estructura compuesta y el molde inferior. Esta aplicación de presión durante el moldeo proporciona muchas ventajas del moldeo con aplicación de presión anteriormente mencionadas. La capa flexible de control de la expansión permite aplicar una presión a la paleta hasta niveles relativamente elevados sin expandir excesivamente ni reventar la paleta. El aparato puede ser usado en combinación con sistema de infusión de resina a vacío, en los que la estructura compuesta es rodeada con una bolsa de vacío para proporcionar una infusión de resina en el material compuesto. Además, el aparato puede ser calentado en una diversidad de formas durante el moldeo, cuando el sistema de resina que está siendo usado requiere un curado a temperaturas elevadas.

El aparato y los métodos de la presente invención están particularmente bien adecuados para ser usados en la preparación de partes compuestas grandes y proporcionar una alternativa relativamente sencilla, eficaz y barata a los autoclaves y otros aparatos de moldeo a presión convencionales que no están bien adecuados para ser usados en la preparación de estas partes grandes.

Las características anteriormente descritas y muchas otras y las ventajas esperadas de la presente invención se comprenderán mejor mediante referencia a la siguiente descripción detallada, tomada conjuntamente con los dibujos que se acompañan.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una representación en sección transversal simplificada de un aparato de acuerdo con la presente invención para moldear una parte compuesta, en la que el aparato está en un estado no presurizado.

La Fig. 2 es una representación en sección transversal simplificada del aparato mostrado en la Fig. 1, en la que el aparato está en un estado presurizado.

La Fig. 3 es un a vista en perspectiva de un aparato desmontado ilustrativo de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 4 es una vista en sección de una parte de un aparato de acuerdo con la presente invención, que muestra un sistema de cierre de retención perimetral ilustrativo.

Descripción detallada de la invención

Un aparato ilustrativo preferido desmontado para moldear una estructura compuesta en forma de una parte compuesta es mostrado de forma general en 10 en la Fig. 3. El aparato 10 incluye un molde inferior flexible 12, una capa elástica 14 del molde superior, una capa elástica 16 de presión, un orificio 18 de aplicación de presión, una capa flexible 20 de control de la presión y un sistema de cierre de retención perimetral mostrado generalmente en 22. El aparato está diseñado para aplicar una presión a una estructura compuesta (sin curar) para formar o moldear una parte compuesta (curada). Una estructura compuesta ilustrativa se muestra en 24. La estructura compuesta 24 está constituida por una combinación de resina y fibras, como es bien conocido. El aparato 10 puede ser usado para moldear cualquiera de las combinaciones de resina/fibra que son normalmente usadas en la preparación de partes compuestas. El aparato puede ser usado como un sustituto de un autoclave o cualquiera de los otros sistemas de moldeo convencionales usados para el moldeo por aplicación de presión de materiales compuestos.

El aparato 10 puede ser usado para moldear una estructura compuesta de cualquier tamaño. Sin embargo, está particularmente bien adecuado para ser usado en la preparación de partes grandes de materiales compuestos a partir de estructuras compuestas grandes. Una estructura compuesta grande es una que tiene una dimensión global (largo + ancho + grosor) de al menos unas cuantas treintenas de centímetros. Más normalmente, la dimensión global de una estructura compuesta grande variará en el intervalo de trescientos centímetros hasta tres mil centímetros. Las partes grandes del material compuestos son usadas ampliamente en las industrias aeroespacial, marítima y de turbinas de energía eólica. Una envoltura de paleta de turbina de energía eólica ilustrativa tiene unas dimensiones de 40 a 60 metros de largo, 3 a 10 metros de ancho y un grosor que varía en el intervalo de 2 a 30 mm. Una parte marítima grande típica es un casco de buque o navío, que puede tener unas dimensiones globales que varían en el intervalo de trescientos centímetros hasta tres mil centímetros. Las aplicaciones aeroespaciales incluyen una amplia diversidad de partes estructurales o no estructurales que pueden tener dimensiones globales que varían en el intervalo de unas cuantas treintenas de centímetros hasta tres mil centímetros. Ejemplos de partes aeroespaciales grandes incluyen envolturas de alas, secciones del fuselaje, secciones del chasis del fuselaje y conos del morro. El aparato 10 está particularmente bien adecuado para moldear estructuras compuestas relativamente gruesas que tengan un grosor en el intervalo de 12,7 mm a 76,2 mm y pueden tender desde unos pocos hasta cientos de pliegues.

El molde inferior 12 está hecho preferentemente de un material inflexible como cualquiera de las aleaciones de acero normalmente usadas para preparar autoclaves y moldes presurizados. El Invar 36 es un ejemplo. El molde inferior puede estar hecho de otros materiales, como materiales compuestos, con la condición de que el material sea suficientemente rígido para resistir la aplicación de la fuerza de presión lateral única ejercida por la herramienta. Véase la patente de EE.UU. n° 4.851.280 para ejemplos de materiales compuestos adecuados que han sido usados como una alternativa a las aleaciones de acero. El molde inferior 12 incluye una superficie 26 del molde inflexible en la que se coloca la estructura compuesta 24 para el moldeo. La superficie inferior 26 del molde puede ser elaborada a máquina o conformada de alguna otra forma para proporcionar un perfil moldeador. La superficie 26 del molde es mostrada como lisa en la Fig. 3 por motivos de simplicidad. Las dimensiones (anchura y longitud) del molde 26 se escogen para que coincidan con la parte particular que está siendo preparada. Como se mencionó anteriormente, es preferido que el aparato sea usado para moldear partes grandes. Consecuentemente, la superficie 26 del molde puede ser bastante grande y variar en el intervalo de pocos 0,09 cm² hasta cientos de 0,09 cm². El molde 12 puede tener cualquier diseño y se puede usar un material con bolsas de vacío permanente típicas. Debido a la aplicación de una presión positiva elevada, el lado inferior del molde debe ser reforzado. El molde puede tener un perfil cóncavo o convexo para la acumulación o infusión de resina. El molde 12 incluye también orificios 40 y 42 que pueden ser usados como orificios de vacío, orificios para termopares y otras series de detectores así como infusión de resina o para la circulación de fluidos calefactores o como orificios para dispositivos de calentamiento. Los orificios están ubicados en el molde 12 para evitar que interfieran con las capas elásticas 14 y 16, la capa flexible 20 y el sistema de cierre de retención perimetral 22.

La capa elástica 14 del molde superior tiene una superficie 27 del molde que cubre la superficie inferior 26 del molde para proporcionar una cavidad moldeadora 28 en la que es colocada la estructura compuesta 24 durante el moldeo de la estructura compuesta 24 en forma de una parte compuesta. La cavidad moldeadora 28 es mostrada en las Figs. 1 y 4. La capa elástica del molde superior está hecha de un material fuerte y elástico que sea impermeable a los gases y/o fluidos. Ejemplos de materiales incluyen: cauchos, como silicona, neopreno, SBR, cauchos de butilo y nitrilo; y materiales flexibles para bolsas, como nilón, polipropileno, polietileno y polivinilo. El material elástico debe ser capaz preferentemente de estirarse desde 100% hasta 600% de su tamaño original antes de fallar. La anchura y la longitud de la capa elástica 14 del molde superior en un estado relajado es son escogidas para que coincidan con el molde inferior subyacente 12. El grosor de la capa elástica 14 del molde superior se hace variar dependiendo del material elástico particular usado y los niveles de presión esperados en el aparato. Son posibles niveles de presión del orden justo por encima del atmosférico hasta 6889270 Pa y más. Normalmente son usadas presiones del orden de 206781 Pa a 413562 Pa. En general, la capa 14 del molde superior tendrá de 0,005 mm a 0,635 mm de grosor. Los materiales elásticos preferidos incluyen caucho de silicona y materiales para bolsas de vacío de nilón altamente estirado.

Las dos capas 14 y 16 pueden estar hechas de materiales diferentes, pero están hechas preferentemente de un material que tenga la misma composición y las dos capas tienen preferentemente las mismas dimensiones en estado relajado. Los perímetros de las dos capas en el marco 32 deben coincidir, con el fin de que puedan ser sellados conjuntamente para proporcionar una paleta que forme una cámara 30 de presión, como se muestra en las Figs. 1, 2 y

ES 2 325 185 T3

4. Cuando el término “perímetro” es usado en relación con las dos capas 14 y 16, así como la capa 20 de control de la expansión, está previsto que signifique el perímetro de las capas como se define por el marco 32 de retención, en el que las capas están conjuntamente fijadas y no los bordes externos reales de las propias capas. El orificio 18 de aplicación de presión está unido de forma segura o enlazado de alguna otra forma a la capa 16 de presión para proporcionar una vía para la aplicación de presión de la cámara 30 con un fluido gaseoso o líquido.

La capa flexible 20 de control de la expansión está hecha de materiales que son flexibles, pero relativamente no elásticos. El material puede ser i no ser impermeable al fluido gaseoso o líquido. El material puede ser suficientemente resistente para evitar que la capa elástica 16 de presión continúe expandiéndose (es decir, aumentando el área superficial) y el reventón a medida que se aumenta la presión en la cámara 30 de presión. El material debe ser capaz de retener su resistencia a las elevadas temperaturas de moldeo si el aparato va a ser calentado durante la operación de moldeo. Ejemplos de materiales incluyen lonas algodón, nanquín, telas hechas de fibras de nilón, fibras de vidrio, fibras de aramida, fibras de polietileno, fibras de poliéster, fibras de grafito y sus combinaciones.

La anchura y la longitud de la capa 20 de tela flexible se escogen para que coincidan con la capa elástica 14 del molde superior subyacente, la capa elástica 16 de presión y el molde 12 en el perímetro definido por el marco 32 de retención. El grosor se hace variar dependiendo del tipo de tela usada y de la presión máxima de funcionamiento esperada para el aparato. Se proporciona una abertura reforzada en la tela para permitir que pase a su través el orificio 18 de aplicación de presión. La abertura puede estar reforzada con la misma tela que el resto de la capa 20 de control de la expansión o puede estar reforzada usando una tela más pesada o fibras o una lámina sólida unida a la tela alrededor de la abertura. Solo es importante que la abertura esté suficientemente reforzada para evitar un fallo prematuro de la capa de control de la expansión en la abertura. La capa 20 de control de la expansión puede estar hecha de películas o láminas sólidas con la condición de que proporcionen el control de la expansión necesario cuando se aplica una presión al aparato. Las películas sólidas puede que no sean tan fácilmente conformadas en los perfiles deseados para ciertas aplicaciones. Consecuentemente, es preferido el uso de una capa de control de expansión de la tela.

El cierre 22 de retención perimetral de diversos elementos que están diseñados para cerrar los perímetros de la capa elástica 14 del molde, la capa elástica 16 de presión y la capa flexible 20 de control de la expansión para el molde inferior 12. El cierre de estas tres capas para el molde inferior 12 evita que sus perímetros se desplacen hacia dentro o fuera de la superficie 26 del molde inferior durante la aplicación de presión al aparato. Como se muestra en la Fig. 3, un ejemplo de cierre 22 de retención perimetral incluye un marco 22 de retención, cuatro rafls 32 de retención y las capas 14, 16 y 20 para el molde inferior 12. Debe apreciarse que solamente se muestra un conjunto de las fijaciones 36 y 38 en la Fig. 3 por motivos de simplicidad. Debe entenderse por los expertos en la técnica que son necesarios al menos otros tres conjuntos de fijaciones 36 y 38 para cerrar los otros tres lados del marco 32 de retención para el molde inferior 12. El número de fijaciones variará y depende del tamaño del marco 32 de retención así como de los materiales particulares usados y el nivel de presurización esperado. Normalmente, se usan cuatro o más fijaciones 36 por lado para afianzar la capa flexible 20 de control de la expansión entre el marco 32 de retención y el raíl 34 de retención. En general, el número de fijaciones 38 usadas para afianzar el marco 32 de retención al molde 12 será menor que el número de fijaciones 36 que son usadas para afianzar la capa 20 de control de la expansión.

Como se muestra en la Fig. 4, el borde externo de la capa 20 de control de la expansión está ubicado entre el marco 32 de retención y el raíl 34 de retención y fijado de forma segura en su sitio usando la fijación 36. La fijación 36 puede estar afianzada directamente al marco 32 de retención o, como se muestra en la Fig. 4, la capa 20 de control de la expansión puede estar superpuesta y afianzada entre la fijación 36 y el marco 32 de retención. Es preferido que la fijación 36 incluya una superficie 37 de fijación que tenga un área superficial y una forma que proporcionen la fijación segura de la capa 20 de control de la expansión al marco 32 de retención sin deteriorar la capa. Los bordes externos de la capa 20 de control de la expansión, la capa 14 del molde y la capa 16 de presión están ubicados entre el marco 32 de retención y la superficie 26 del molde inferior y fijados en su sitio usando la fijación 38 para formar el perímetro del molde. Esta configuración particular del cierre de retención perimetral asegura que la capa 20 de control de la expansión esté herméticamente afianzada al marco 32 de retención y que el marco 32 de retención esté afianzado al molde 12. Esta configuración del cierre evita que los perímetros de las tres capas 14, 16 y 20 se desplacen hacia dentro o fuera de la superficie 26 del molde inferior durante la aplicación de presión a la cámara 30 de presión.

Es importante que las dos capas elásticas 14 y 16 estén conjuntamente selladas de una forma hermética alrededor de sus perímetros para formar la cámara 30 de presión. Especialmente cuando se usa un fluido líquido se prefiere que no haya pérdidas, pero alguna pérdida es aceptable para fluidos gaseosos en la medida en que la fuente de presión pueda compensar la pérdida. Si se desea, las dos capas elásticas 14 y 16 pueden ser selladas alrededor de sus perímetros usando calor y/o un adhesivo adecuado u otro agente sellante. Alternativamente, la presión aplicada por la fijación 38 puede ser suficiente para sellar mecánicamente las capas conjuntamente y formar la cámara 30 de presión. Es preferido que se use una combinación de unión y presión de fijación para sellar los perímetros de las dos capas elásticas conjuntamente mientras que al mismo tiempo se afianzan al molde inferior 12 con las fijaciones 38.

En la Fig. 1 se muestra una vista simplificada del aparato moldeador 10 en un estado no presurizado. En la Fig. 2 se muestra una vista correspondiente del aparato moldeador 10 en un estado presurizado. Estas vistas simplificadas se usarán para describir el funcionamiento y el uso del aparato moldeador 10 para moldear una estructura compuesta 24 en forma de una parte compuesta. La estructura compuesta 24 puede estar ubicada en una bolsa de vacío desechable (no mostrada) y ser sometida a una infusión a vacío de resina de acuerdo con los procedimientos conocidos de infusión de resinas. Puede ser aplicado también un vacío mediante la incorporación de un sello hermético a vacío entre la

ES 2 325 185 T3

superficie 26 del molde inferior y la capa elástica 14 del molde superior, como con una bolsa de vacío permanente u reutilizable. En el caso de una bolsa de vacío desechable, el sello de la bolsa debe estar completamente dentro o fuera del sistema 22 de cierre de retención perimetral, con el fin de no romper el sello de la bolsa de vacío.

5 Al comienzo del procedimiento de moldeo como se muestra en la Fig. 1, la estructura compuesta 24 está ubicada en la cavidad moldeadora 28, que está formada entre el molde inferior 12 y el molde elástico superior 14. La capa elástica 14 del molde superior y la capa elástica 16 de presión están en un estado relajado con el fin de que el volumen de la cámara 30 de presión esté en un mínimo. Se aplica una presión al aparato introduciendo un fluido gaseoso o líquido a presión en la cámara 30 de presión a través del orificio 18 de aplicación de presión. Como se muestra en la 10 Fig. 2, la aplicación de presión a la cámara 30 aumenta el volumen de la cámara 30 y provoca un aumento del área superficial de la capa elástica 16 de presión. Al mismo tiempo, la capa 14 del molde superior es comprimida hacia abajo contra la estructura compuesta 24. La capa flexible 20 de control de la expansión evita que la capa 16 de presión se expanda y reviente. Por motivos de seguridad, la cantidad de expansión permitida por la capa 20 de control debe ser de menos de 80% de la capacidad de expansión de la capa 16 de presión y, preferentemente, menos de un 200% de 15 aumento del área superficial. El límite particular de la expansión variará dependiendo del material elástico específico que esté siendo usado y de la cantidad de presión aplicada a la cámara 30 de presión. El material para la capa 20 de control de la expansión es escogido para proporcionar los límites deseados sobre la expansión de la capa de presión.

El aparato 10 se deja en el estado presurizado (Fig. 2) durante un período de tiempo suficiente para permitir 20 que la estructura compuesta 24 sea consolidada y curada en forma de la parte compuesta. Dependiendo del tipo de estructura compuesta que esté siendo moldeada, la estructura puede necesitar ser calentada durante el procedimiento de consolidación y curado. El calor puede ser aplicado usando un manto flexible colocado en la parte superior o debajo de la estructura compuesta 24. Alternativamente, pueden ser incorporadas varillas calefactoras en el molde 12 o se puede hacer circular un fluido calefactor a través de los orificios del molde o a través de la cámara 30 de presión. 25 Pueden ser introducidos también dispositivos calefactores a través de los orificios 40 y/o 42.

Después de que se completa el moldeo, es liberada la presión de la cámara 30 y las capas elástica y flexible se dejan 30 retornar a su estado relajado, como se muestra en la Fig. 1. Si está calentado, el aparato se deja enfriar. Seguidamente es desconectado el cierre 22 de retención perimetral y se retira la parte compuesta.

Tras haber descrito realizaciones ilustrativas de la presente invención, debe apreciarse por los expertos en la técnica 35 que las descripciones son solamente ilustrativas y que se pueden hacer otras diversas alternativas, adaptaciones y modificaciones dentro del alcance de la presente invención. Consecuentemente, la presente invención no está limitada a las realizaciones anteriormente descritas, sino que está limitada solamente por las siguientes reivindicaciones.

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (10) para moldear una estructura compuesta (24) en forma de una parte compuesta, comprendiendo dicho aparato:

un molde inferior (12) que comprende una superficie (26) del molde inflexible sobre la que se coloca dicha estructura compuesta (24);

una capa elástica (14) del molde superior que comprende una superficie (27) del molde que cubre dicha superficie (26) del molde inferior para proporcionar una cavidad moldeadora (28) en la que se ubica dicha estructura compuesta (24) durante el moldeo de dicha estructura compuesta (24) en forma de dicha parte compuesta, teniendo un perímetro dicha capa (14) del molde superior;

una capa elástica (16) de presión ubicada por encima de dicha capa (14) del molde superior, teniendo dicha capa (16) de presión un perímetro que está sellado a dicha capa (14) del molde superior para proporcionar una cámara (30) de presión ubicada entre dicha capa (14) del molde superior y dicha capa (16) de presión;

un orificio (18) de presurización, para permitir la aplicación de presión a dicha cámara (30) de presión con el fin de aumentar el volumen de dicha cámara (30) de presión, en que el aumento de volumen de dicha cámara (30) de presión aumenta el área superficial de dicha capa (16) de presión;

una capa flexible (20) de control de la expansión, ubicada por encima de dicha capa (16) de presión para limitar el aumento del área superficial de dicha capa (16) de presión; y

un cierre (22) de retención perimetral ubicado alrededor de los perímetros de dicha capa (14) del molde superior, de dicha capa (16) de presión y de dicha capa (20) de control de la expansión, para evitar que dichos perímetros se desplacen hacia dentro o fuera de dicha superficie (26) del molde inferior durante la aplicación de presión a dicha cámara de presión.

2. Un aparato (10) para moldear una estructura compuesta (24) en forma de una parte compuesta según la reivindicación 1, en que dicho aparato (10) incluye una estructura compuesta grande (24) que tiene una dimensión global de al menos trescientos centímetros, ubicada en dicha cavidad moldeadora (28).

3. Un aparato (10) para moldear una estructura compuesta (24) en forma de una parte compuesta según la reivindicación 2, en que dicha estructura compuesta grande (24) se selecciona entre el grupo que consiste en paletas de turbinas de energía eólica, estructuras aeroespaciales y estructuras marítimas.

4. Un aparato (10) para moldear una estructura compuesta (24) en forma de una parte compuesta según la reivindicación 1, en el que una estructura compuesta (24) está ubicada en dicha cavidad moldeadora (20) y en el que una bolsa de vacío rodea dicha estructura compuesta.

5. Un aparato (10) para moldear una estructura compuesta (24) en forma de una parte compuesta según la reivindicación 2, en el que una bolsa de vacío rodea dicha estructura compuesta grande (24).

6. Un aparato (10) para moldear una estructura compuesta en forma de una parte compuesta según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dicho aparato comprende un elemento calefactor para aplicar calor a dicha cavidad moldeadora durante el moldeo de dicha estructura compuesta en forma de dicha parte compuesta.

7. Un método para moldear una estructura compuesta (24) en forma de una parte compuesta, que comprende las etapas de:

A) proporcionar un aparato (10) que comprende:

un molde inferior (12) que comprende una superficie (26) del molde inflexible sobre la que se coloca dicha estructura compuesta;

una capa elástica (14) del molde superior que comprende una superficie (27) del molde que cubre dicha superficie (26) del molde inferior para proporcionar una cavidad moldeadora (28) en la que se ubica dicha estructura compuesta (24) durante el moldeo de dicha estructura compuesta (24) en forma de dicha parte compuesta, teniendo un perímetro dicha capa (14) del molde superior;

una capa elástica (16) de presión ubicada por encima de dicha capa (14) del molde superior, teniendo dicha capa (16) de presión un perímetro que está sellado a dicha capa (14) del molde superior para proporcionar una cámara (30) de presión ubicada entre dicha capa (14) del molde superior y dicha capa (16) de presión;

un orificio (18) de presurización, para permitir la aplicación de presión a dicha cámara (30) de presión con el fin de aumentar el volumen de dicha cámara (30) de presión, en que el aumento de volumen de dicha cámara (30) de presión aumenta el área superficial de dicha capa (16) de presión;

ES 2 325 185 T3

una capa flexible (20) de control de la expansión, ubicada por encima de dicha capa (16) de presión para limitar el aumento del área superficial de dicha capa (16) de presión; y

5 un cierre (22) de retención perimetral ubicado alrededor de los perímetros de dicha capa (14) del molde superior, de dicha capa (16) de presión y de dicha capa (20) de control de la expansión, para evitar que dichos perímetros se desplacen hacia dentro o fuera de dicha superficie (26) del molde inferior durante la aplicación de presión a dicha cámara (30) de presión;

10 B) ubicar una estructura compuesta (24) en dicha cavidad moldeadora (28); y

C) aplicar presión a dicha cámara (30) de presión a través de dicho orificio (18) de presurización para proporcionar un aumento del volumen de dicha cámara (30) de presión.

15 8. Un método para moldear una estructura compuesta (24) en forma de una parte compuesta según la reivindicación 7, que incluye la etapa adicional de calentar dicha estructura compuesta (24) ubicada en dicha cavidad moldeadora (28).

20 9. Un método para moldear una estructura compuesta (24) en forma de una parte compuesta según la reivindicación 7 ó 8, en el que dicha estructura compuesta (24) es una estructura compuesta grande, que tiene una dimensión global de al menos trescientos centímetros.

25 10. Un método para moldear una estructura compuesta (24) en forma de una parte compuesta según la reivindicación 9, en el que dicha estructura compuesta grande (24) se selecciona entre el grupo que consiste en paletas de turbina de energía eólica, estructuras aeroespaciales y estructuras marítimas.

11. Un método para moldear una estructura compuesta (24) en forma de una parte compuesta según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que una bolsa de vacío rodea dicha estructura compuesta (24).

30 12. Un método para moldear una estructura compuesta en forma de una parte compuesta según la reivindicación 9, en el que una bolsa de vacío rodea dicha estructura compuesta grande.

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

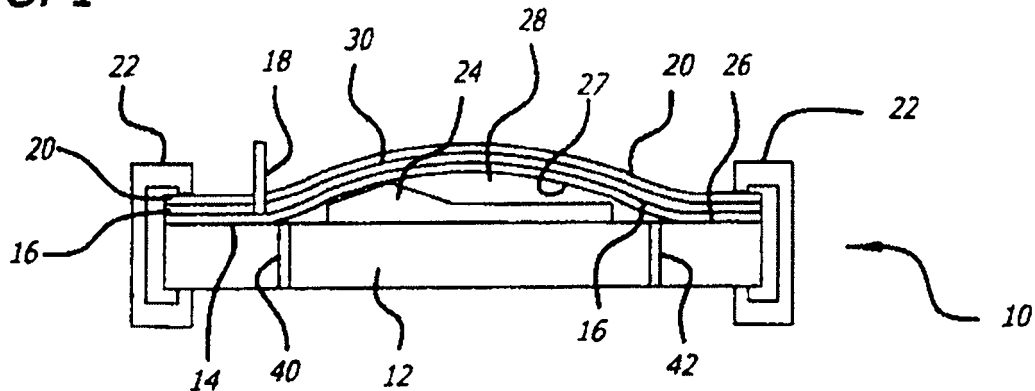


FIG. 2

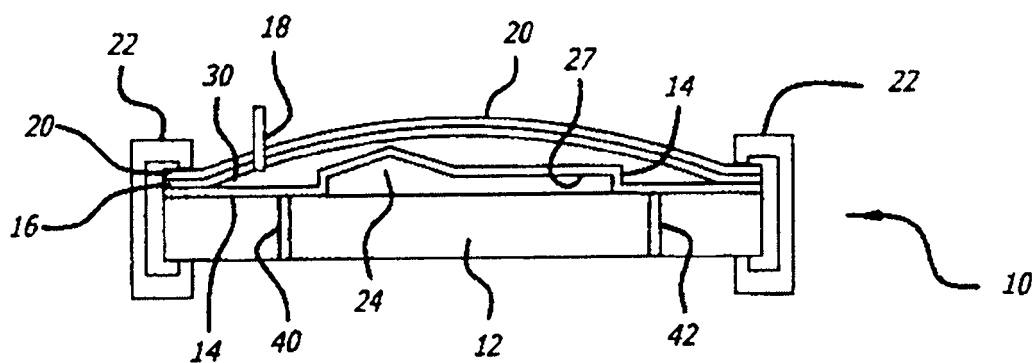
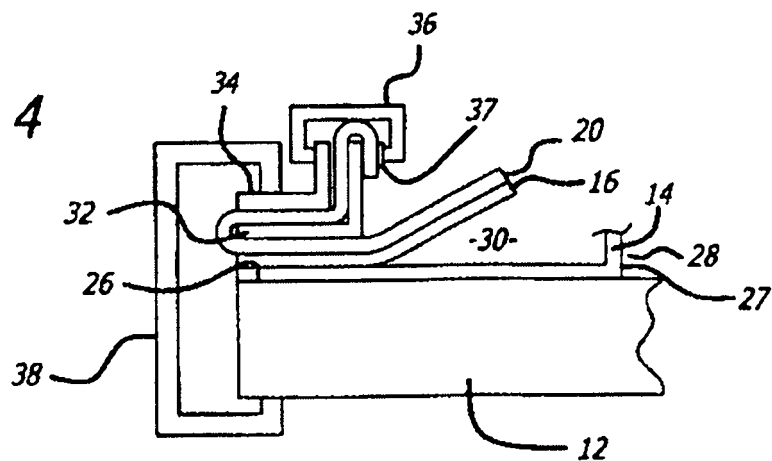


FIG. 4



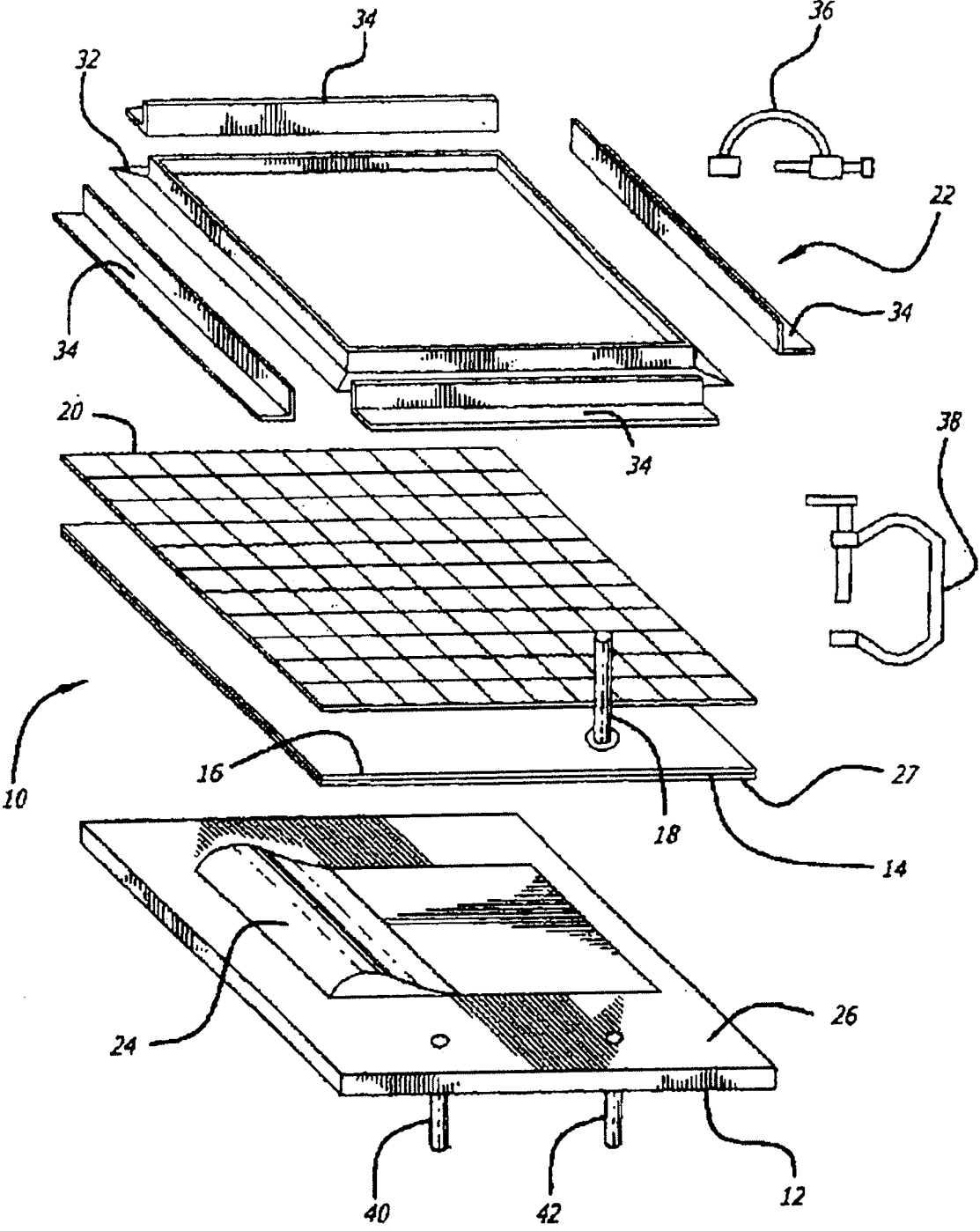


FIG. 3