

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 245**

51 Int. Cl.:

B29C 70/34 (2006.01)

B29C 43/56 (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

B29C 70/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.07.2005** **PCT/US2005/026141**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.02.2006** **W006014825**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.07.2005** **E 05775171 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018** **EP 1778460**

54 Título: **Métodos y sistemas para fabricar piezas compuestas con herramientas hembra**

30 Prioridad:

26.07.2004 US 899660

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

18.04.2018

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 NORTH RIVERSIDE PLAZA
CHICAGO, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**CUNDIFF, THOMAS, R.;
HANKS, DENNIS, J.;
WOODS, JACK, A.;
BRUSTAD, VAL, G. y
MODIN, ANDREW, E.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 664 245 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

Métodos y sistemas para fabricar piezas compuestas con herramientas hembra

Campo técnico

La siguiente divulgación se refiere generalmente a la fabricación de piezas compuestas y, de manera más particular, a accesorios de utillaje para fabricar piezas compuestas con herramientas hembra.

Antecedentes

Los materiales de resina reforzada con fibra o materiales "compuestos", como se conocen habitualmente, tienen muchas aplicaciones en los campos aeroespacial, automovilístico y naval debido a sus altas proporciones de resistencia a peso, resistencia a la corrosión y otras propiedades únicas. Los materiales compuestos convencionales incluyen normalmente fibras de vidrio, de carbono o de poliaramida en configuraciones tejidas y no tejidas. Las fibras pueden preimpregnarse con una resina no curada para formar capas de fibras en una fase de materia prima. Las capas de fibras se pueden fabricar en piezas mediante su laminación sobre una superficie de molde. Se puede aplicar calor y presión a las capas laminadas para curar la resina y endurecer el laminado en la forma del molde. Se puede aplicar calor y presión con una autoclave, una herramienta de conformación plana o contorneada calentada o una combinación de métodos que incluyen el uso de una bolsa de vacío.

Las piezas compuestas se pueden formar según la manera anterior sobre herramientas, tanto macho, como hembra. Con las herramientas macho, las capas de fibras se aplican a una superficie exterior del molde que forma una línea interna del molde de la pieza. La adición de capas a la disposición sobre una herramienta macho aumenta el grosor de la pieza y cambia la línea externa del molde, pero la línea interna del molde permanece sin cambios. Por el contrario, con las herramientas hembra, las capas de fibra se aplican a una superficie interior del molde que forma una línea externa del molde de la pieza. La adición de capas a la disposición sobre una herramienta hembra aumenta el grosor de la pieza y cambia la línea interna del molde, pero la línea externa del molde permanece sin cambios.

Las herramientas hembra son deseables cuando la superficie de acoplamiento se sitúa en el exterior de una pieza, pues las herramientas hembra permiten controlar adecuadamente la línea externa del molde (es decir, la superficie exterior). Las herramientas hembra (también conocidas como herramientas de la línea externa del molde) son también deseables en la fabricación múltiples piezas con las mismas dimensiones externas pero grosores diferentes. Las aeronaves, por ejemplo, incluyen a menudo múltiples bastidores de fuselaje que tienen las mismas dimensiones externas pero diferentes grosores. En este caso, se puede utilizar una sola herramienta hembra para fabricar todos los bastidores, independientemente del grosor, porque la herramienta hembra permite que el grosor varíe sin cambiar las dimensiones externas. En el caso de que el aumento futuro de la aeronave requiera un engrosamiento adicional de los bastidores, esto se puede conseguir sin cambiar las herramientas. Por el contrario, si se utilizan herramientas macho, entonces se requerirá una herramienta diferente para cada espesor diferente de los bastidores.

Un problema que surge al fabricar piezas compuestas con herramientas hembra es que las capas de fibra tienden a formar puentes a través de los radios internos sobre la superficie del molde. La FIG. 1, por ejemplo, ilustra una vista de extremo en sección transversal del material de fibra 110, dispuesto sobre una porción de una herramienta hembra 102 de acuerdo con la técnica anterior. La herramienta hembra 102 incluye una superficie interior del molde 104 que tiene una primera región lateral 103, separada de una segunda región lateral 105 por una región de radio 106. Una bolsa de vacío 120 se coloca sobre el material de fibra 110. A medida que se crea el vacío en la bolsa de vacío 120, la presión de aire exterior presiona el material de fibra 110 firmemente contra las regiones laterales 103 y 105, resistiendo el movimiento del material de fibra 110 dentro de la región del radio 106. Esta resistencia provoca que el material de fibra 110 forme un puente a través de la región del radio 106, reduciendo la densidad de las fibras en esta región.

Este problema se identifica en el documento US 5.292.475. Este documento de la técnica anterior propone una solución que consiste en crear preformas compuestas en una herramienta de preforma especial que tiene una forma y dimensiones diferentes a las de la herramienta en la que se curaría finalmente la preforma compuesta. El uso de esta herramienta de preforma derive en una preforma que incluye material sobrante. Este material sobrante se empujará después hacia el área de transición cuando la preforma compuesta se cure en la herramienta de curado. Este método de la técnica anterior requiere herramientas adicionales y añade un coste y complejidad sustanciales. El documento de la técnica anterior EP 2 667 013 A1 divulga un método de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y un sistema de utillaje de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 15.

El documento US 6 558 590 B1 divulga un método y una máquina para fabricar compuestos usando moldeo a presión por zonas.

Sumario

La presente invención se refiere generalmente a métodos y sistemas para fabricar piezas compuestas con herramientas hembra. Un método para fabricar una pieza de resina reforzada con fibras de acuerdo con un aspecto de la invención incluye las características según se definen en la reivindicación 1. Los modos preferidos de realización de este método constituyen la materia objeto de las reivindicaciones dependientes 2 a 14. En la reivindicación 15 se define un sistema de utillaje para fabricar una pieza de resina reforzada con fibra, de acuerdo con otro aspecto de la invención. Las realizaciones preferidas de este sistema de utillaje se definen en las reivindicaciones dependientes 16 a 32.

Breve descripción de los dibujos

10 La Figura 1 es una vista de extremo en sección transversal del material de fibra, dispuesto sobre una herramienta hembra de acuerdo con la técnica anterior.

La Figura 2 es una vista de extremo en sección transversal parcialmente despiezada de un sistema de utillaje compuesto, configurado de acuerdo con una realización de la invención.

15 Las Figuras 3A-3C son vistas de extremo en sección transversal ampliadas de una porción del sistema de utillaje de la Figura 2, que ilustran la operación de un accesorio de utillaje de acuerdo con una realización de la invención.

Las Figuras 4A y 4B son vistas de extremo en sección transversal de un sistema de utillaje compuesto, que incluye una matriz configurada de acuerdo con otra realización de la invención.

La Figura 5 es una vista de extremo en sección transversal de un sistema de utillaje compuesto, que incluye un dispositivo de presión mecánica configurado de acuerdo con una realización adicional de la invención.

20 La Figura 6 es una vista en elevación lateral de dos accesorios de utillaje, con el fin de ilustrar una característica de interbloqueo configurada de acuerdo con una realización de la invención.

La Figura 7 es una vista isométrica de un sistema de utillaje compuesto que tiene una pluralidad de tramos accesorios de utillaje, dispuestos de extremo a extremo de acuerdo con una realización de la invención.

Descripción detallada

25 La siguiente divulgación describe métodos y sistemas para fabricar piezas compuestas. Algunos detalles se exponen en la siguiente descripción y en las Figuras 2-7 para proporcionar una compresión exhaustiva de las diversas realizaciones de la invención. Otros detalles que describen estructuras y sistemas bien conocidos, a menudo asociados con las piezas compuestas y la fabricación de piezas compuestas, no se exponen en la siguiente divulgación para evitar complicar innecesariamente la descripción de las distintas realizaciones de la invención.

30 Muchos de los detalles, dimensiones, ángulos y otras características mostrados en las Figuras son simplemente ilustrativos de realizaciones particulares de la invención. Por consiguiente, otras realizaciones pueden tener otros detalles, dimensiones, ángulos y características sin apartarse del espíritu o del alcance de la presente invención. Además, se pueden emplear realizaciones adicionales sin muchos de los detalles descritos más adelante.

35 En las Figuras, los números de referencia idénticos identifican elementos idénticos o, por lo menos, similares en general. Para facilitar el análisis de cualquier elemento en particular, la cifra o cifras más significativa(s) de cualquier número de referencia se refieren a la Figura en la que se presenta ese elemento por primera vez. Por ejemplo, el elemento 230 se presenta por primera vez y se comenta con referencia a la Figura 2.

40 La Figura 2 es una vista de extremo en sección transversal parcialmente despiezada de un sistema de utillaje compuesto 200, configurado de acuerdo con una realización de la invención. En un aspecto de esta realización, el sistema de utillaje 200 incluye un accesorio de utillaje 230, configurado para cooperar con una herramienta hembra 202 ("herramienta 202"). La herramienta 202 puede incluir una superficie interior del molde 204, que forma un canal en forma de U que tiene una primera región lateral 203 separada de una segunda región lateral 205 por una primera región de transición 206a, y una tercera región lateral 207 separada de la segunda región lateral 205 por una segunda región de transición 206b. En la realización ilustrada, las regiones de transición 206 incluyen superficies que definen radios internos. En otras realizaciones, sin embargo, las regiones de transición 206 pueden tener otras formas sin apartarse del espíritu o del alcance de la presente invención. Dichas formas pueden incluir, por ejemplo, superficies biseladas y superficies curvadas con componentes curvados elípticos, ovales y otros.

Para fabricar una pieza compuesta con la herramienta 202, se coloca un material de fibra 210 contra la superficie del

- molde 204. Una capa de sellado 220 (por ejemplo, una bolsa de vacío) se puede posicionar sobre el material de fibra 210 para la posterior creación de vacío en el espacio entre la capa de sellado 220 y la superficie del molde 204. En una realización, el material de fibra 210 puede incluir una pluralidad de fibras tejidas y/o no tejidas preimpregnadas con resina. En otra realización, el material de fibra 210 se puede aplicar a la superficie del molde 204 seca e
- 5 infundida con resina durante o después del proceso de creación de vacío. Un método para infundir una disposición de fibra seca con resina se describe con detalle en la solicitud relacionada de los EE.UU. con n.º de serie 10/485.725, titulada "*CONTROLLED ATMOSPHERIC PRESSURE RESIN INFUSION*," presentada el 28 de mayo de 2003 como solicitud según el PCT, PCT/US03/16794, e incorporada en el presente documento en su totalidad a modo de referencia.
- 10 El accesorio de utillaje 230 puede incluir una porción de soporte 232 que se extiende hacia abajo desde una porción de base 231. La porción de base 231 se puede sujetar contra la herramienta 202 mediante una instalación de dispositivos de fijación 242 para posicionar la porción de soporte 232 en la herramienta 202. Tal y como se describe con mayor detalle más adelante, cuando la porción de soporte 232 está totalmente posicionada en la herramienta 202, un dispositivo de sujeción 238 (por ejemplo, una almohadilla) posicionado sobre un extremo distal de la porción
- 15 de soporte 232 hace presión contra la capa de sellado 220 y retiene una porción del material de fibra 210 contra la segunda región lateral 205 de la superficie del molde 204. El dispositivo de sujeción 238 puede incluir un material comprimible, tal como caucho, u otros materiales tales como teflón, plástico, etc., que pueden sujetar el material de fibra 210 en posición contra la superficie de la herramienta sin dañar la capa de sellado 220.
- El accesorio de utillaje 230 incluye además un primer dispositivo de presión 234a y un segundo dispositivo de presión 234b posicionados hacia el extremo distal de la porción de soporte 232. Los dispositivos de presión 234 se posicionan para enfrentarse hacia fuera, hacia las regiones de transición 206 correspondientes de la herramienta 202 cuando la porción de soporte 232 está totalmente posicionada en la herramienta 202. Cada uno de los dispositivos de presión 234 de la realización ilustrada incluye un elemento expansible 236 (por ejemplo, un balón inflable, tubo, etc.) que se expande hacia fuera contra la región de transición 206 correspondiente cuando se infla,
- 25 como se describe con mayor detalle más adelante con referencia a las Figuras 3A-3C. En una realización, los elementos expansibles 236 pueden incluir materiales flexibles y/o elásticos, tales como caucho, caucho reforzado con fibra, plástico, nailon, etc. En otras realizaciones, los elementos expansibles 236 pueden incluir otros materiales adecuadamente flexibles y/o expansibles. Los elementos expansibles 236 se pueden fijar a la porción de soporte 232, al menos parcialmente, mediante un adhesivo u otro medio que facilite su posicionamiento en la herramienta 202. En otras realizaciones, sin embargo, los elementos expansibles 236 no tienen que fijarse a la porción de soporte 232, y en su lugar, se pueden posicionar manualmente entre la porción de soporte 232 y las regiones de transición 206 correspondientes para su uso.
- Las Figuras 3A-3C son vistas de extremo en sección transversal ampliadas de una porción del sistema de utillaje 200 de la Figura 2, que ilustran la operación del accesorio de utillaje 230 de acuerdo con una realización de la invención. Haciendo referencia en primer lugar a la Figura 3A, la operación comienza fijando en posición el accesorio de utillaje 230 en la herramienta 202 usando, por ejemplo, los dispositivos de fijación 242 de la Figura 2. En esta posición, el dispositivo de sujeción 238 hace contacto con la capa de sellado 220 y comprime una primera porción 310a del material de fibra 210 contra la segunda región lateral 205.
- 35 Haciendo referencia a continuación a la Figura 3B, mientras que la primera porción 310a del material de fibra 210 se sujeta contra la segunda región lateral 205, el elemento expansible 236 se infla para comprimir una segunda porción 310b adyacente del material de fibra 210 hacia la región de transición 206. A medida que la segunda porción 310b de material de fibra 210 se comprime en la región de transición 206, una tercera porción 310c del material de fibra 210 se mueve hacia abajo, a lo largo de la primera región lateral 203, según sea necesario para recibir el movimiento de la segunda porción 310b. Mientras que el elemento expansible 236 se infla totalmente, se crea al menos un vacío parcial entre la capa de sellado 220 y la superficie del molde 204. La presión de aire resultante provocada por el vacío sujeta el material de fibra 210 firmemente en su sitio contra la región de transición 206 y las otras porciones de la superficie del molde 204.
- Después de que se haya creado un vacío suficiente en la capa de sellado 220, el elemento expansible 236 se puede desinflar como se muestra en la Figura 3C. Después, el accesorio de utillaje 230 se puede extraer de la herramienta 202. Si en esta fase, el material de fibra 210 incluye resina, entonces la disposición está preparada para el curado. De manera alternativa, si el material de fibra 210 se aplica en seco, se puede infundir la resina con las fibras usando un proceso de infusión de resina adecuado, tal como el que se describe en la solicitud de patente relacionada de los EEUU con n.º de serie 10/485.725, presentada el 28 de mayo de 2003. Después de la infusión de resina, la disposición se puede curar usando una autoclave, horno u otros procesos de curado adecuados.
- 50 El uso del accesorio de utillaje 230 según la manera descrita anteriormente con referencia a las FIGS. 2-3C puede prevenir que el material de fibra 210 forme un puente a través de las regiones de transición interiores 206 de la herramienta 202. Una ventaja de esta característica es que la pieza compuesta resultante puede no tener una densidad reducida de las fibras en las regiones de transición correspondientes. Otra ventaja es que puede utilizarse una única herramienta hembra para fabricar una amplia gama de piezas (por ejemplo, bastidores) que tengan las

mismas dimensiones externas pero diferentes grosores.

Las FIGS. 4A y 4B son vistas de extremo en sección transversal de una porción de un sistema de utillaje 400, que utiliza una matriz contorneada 437 de acuerdo con otra realización de la invención. Haciendo referencia en primer lugar a la FIG. 4A, el sistema de utillaje 400 incluye una herramienta hembra 402 ("herramienta 402") y un accesorio de utillaje 430 que, al menos, tienen una estructura y función generalmente similares a las de la herramienta hembra 202 y el accesorio de utillaje 230, respectivamente, descritos anteriormente con referencia a las FIGS. 2-3C. Por consiguiente, el accesorio de utillaje 430 incluye un dispositivo de presión 434 que tiene un elemento expansible 436 que tiene una estructura y función al menos generalmente similares a las del elemento expansible 236 descrito anteriormente con referencia a las FIGS. 2-3C.

10 En la realización ilustrada, se posiciona un material de fibra 410 sobre una superficie del molde 404 de la herramienta 402, y una capa de sellado 420 se posiciona sobre el material de fibra 410. La matriz contorneada 437 se posiciona contra la capa de sellado 420, en una región de transición 406 de la superficie del molde 404. La matriz contorneada 437 puede incluir una superficie de formación externa 439 que al menos se aproxima a la forma de la región de transición 406.

15 Como se muestra en la FIG. 4B, a medida que el elemento expansible 436 se infla, traslada la matriz contorneada 437 hacia la región de transición 406, comprimiendo así una porción del material de fibra 410 en la región de transición 406. Mientras se infla el elemento expansible 436, se crea el vacío en la capa de sellado 420 para sujetar el material de fibra 410 en posición contra la superficie del molde 404. Después de crear el vacío en la capa de sellado 420, el dispositivo inflable 436 se desinfla y el accesorio de utillaje 430 y la matriz contorneada 437 se pueden extraer de la herramienta 402 para curar la disposición según se ha descrito anteriormente con referencia a las Figuras 3A-3C.

Aunque los dispositivos de presión 234 y 434 descritos anteriormente con referencia a las Figuras 2-4B incluyen elementos expansibles (por ejemplo, inflables), en otras realizaciones se pueden usar otros tipos de dispositivos de presión para comprimir y/o compactar el material de fibra en las regiones de transición interiores, de acuerdo con la presente invención. La Figura 5, por ejemplo, es una vista de extremo en sección transversal de un sistema de utillaje compuesto 500 que incluye un accesorio de utillaje 530, configurado para cooperar con una herramienta hembra 502 ("herramienta 502"). La herramienta 502 incluye una superficie del molde 504 que tiene una primera región de transición 506a separada de una segunda región de transición 506b. El accesorio de utillaje 530 incluye dispositivos de presión mecánicos 534 (identificados individualmente como un primer dispositivo de presión 534a y un segundo dispositivo de presión 534b), configurados de acuerdo con otra realización de la invención.

Cada uno de los dispositivos de presión mecánicos 534 incluye al menos un elemento de accionamiento 546, acoplado de forma rotativa a una matriz contorneada 537. Las matrices contorneadas 537 pueden incluir tramos tubulares rígidos o semirrígidos que tienen radios en sección transversal que se aproximan a la curvatura de las regiones de transición 506 correspondientes de la superficie del molde 504. En la realización ilustrada, cada uno de los elementos de accionamiento 546 incluye una porción roscada 542 que se acopla de manera roscada a un orificio roscado 533 correspondiente, que se extiende a través de una porción de base 531 del accesorio de utillaje 530. La porción de base 531 se puede fijar temporalmente a la herramienta 502 mediante abrazaderas u otros dispositivos adecuados. Cada uno de los elementos de accionamiento 546 incluye además una porción de dirección 541, configurada para ser girada por una llave u otro dispositivo de torsión.

40 La rotación de los elementos de accionamiento 546 en una primera dirección 561 mueve las matrices contorneadas 537 correspondientes hacia las regiones de transición 506 adyacentes. De esta forma, los dispositivos de presión 534 se pueden usar para comprimir un material de fibra 510 en las regiones de transición 506 mientras que se crea el vacío en el espacio bajo una capa de sellado 520, al menos parcialmente, tal y como se ha descrito anteriormente con referencia a las Figuras 2-3C. Una vez que se creado el vacío o un vacío parcial, los elementos de accionamiento 546 pueden ser girados en una segunda dirección 562 para mover las matrices contorneadas 537 correspondientes más allá de las regiones de transición 506 adyacentes, para así facilitar la extracción del accesorio de utillaje 530 de la herramienta 502 para operaciones posteriores. Si el material de fibra 510 se preimpregnó con resina, dichas operaciones pueden incluir un curado con resina. De manera alternativa, si el material de fibra 510 se aplicó en seco, dichas operaciones pueden incluir una infusión de resina seguida de curado.

50 La Figura 6 es una vista en elevación lateral de dos de los accesorios de utillaje 530 (identificados individualmente como un primer accesorio de utillaje 530a y un segundo accesorio de utillaje 530b) posicionados de extremo a extremo con el fin de ilustrar una característica de interbloqueo 660, configurada de acuerdo con una realización de la invención. Una instalación de este tipo puede ser necesaria y/o ventajosa cuando se fabrican las piezas compuestas con una herramienta hembra relativamente larga y/o curvada (no mostrada). Para estas piezas, se pueden instalar múltiples accesorios de utillaje 530 de extremo a extremo según se requiera para recibir la longitud y/o curvatura de la herramienta en particular. Para evitar la formación de puentes de fibras localizados entre las matrices contorneadas 537 adyacentes (identificadas individualmente como una primera matriz contorneada 537a y una segunda matriz contorneada 537b para facilitar la referencia), se puede utilizar una característica de

interbloqueo, tal como la característica de interbloqueo 660, para proporcionar una presión continua a lo largo de la región de transición interior correspondiente de la herramienta.

5 En la realización ilustrada, la característica de interbloqueo 660 incluye una porción macho 662 que se extiende desde la primera matriz contorneada 537a, y una porción hembra 664 correspondiente que se extiende desde la segunda matriz contorneada 537b adyacente. La porción hembra 664 está configurada para recibir la porción macho 662 de una manera superpuesta y así proporcionar al menos una matriz contorneada 637 aproximadamente continua. De este modo, los accesorios de utillaje de interbloqueo 530 pueden proporcionar al menos una presión aproximadamente continua sobre las regiones de transición largas y/o curvadas de una herramienta hembra.

10 La Figura 7 es una vista isométrica de un sistema de utillaje compuesto 700, que incluye una pluralidad de accesorios de utillaje 730 (identificados individualmente como accesorios de utillaje 730a-730i) posicionados de extremo a extremo en una herramienta hembra 702 de acuerdo con una realización de la invención. En un aspecto de esta realización, los accesorios de utillaje 730 pueden tener una estructura y función al menos generalmente similares a las de los accesorios de utillaje 530 descritos anteriormente con referencia a las Figuras 5 y 6. En otras realizaciones, sin embargo, los accesorios de utillaje que son al menos generalmente similares a los accesorios de utillaje 230 y 430, descritos anteriormente con referencia a las Figuras 2-4, se pueden usar con la herramienta 702 de una manera similar a la ilustrada en la Figura 7.

20 En otro aspecto de esta realización, la herramienta 702 es curvada y relativamente larga. Se puede usar una herramienta de este tipo, por ejemplo, para fabricar secciones de bastidores compuestas para fuselajes de aeronaves y/u otras estructuras. Cuando se fabrican estas piezas con el sistema de utillaje 700, la presión procedente de los accesorios de utillaje 730 se puede aplicar al material compuesto (no mostrado) de al menos una de las dos maneras. El primer método implica, en primer lugar, la aplicación de presión, estando el accesorio de utillaje 730e próximo a una porción media 773 de la herramienta 702, y después, trabajar hacia afuera desde ese lugar hacia un primer extremo 771 y un segundo extremo 772 opuesto. El segundo método implica, en primer lugar, la aplicación de presión mientras el accesorio de utillaje 730a está próximo a un primer extremo 771 de la herramienta 702, y después, trabajar hacia afuera desde ese lugar hacia el segundo extremo 772. La aplicación de presión en el material compuesto usando uno de estos dos métodos puede evitar la concentración de material y/o arrugas en la pieza acabada. Para piezas compuestas que tienen rampas o muescas, las matrices contorneadas 537 (FIGS. 5 y 6) pueden incluir las rampas o muescas correspondientes para que coincidan con las dimensiones de la superficie de la herramienta en cada lado de las características, y así evitar la formación de puentes de fibras en el material compuesto con estas características.

A partir de lo anteriormente mencionado, se apreciará que las realizaciones específicas de la invención se han descrito en el presente documento con fines ilustrativos, aunque pueden llevarse a cabo varias modificaciones sin desviarse del alcance de la invención, según se define en las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar una pieza de resina reforzada con fibras, comprendiendo el método:

5 posicionar una pluralidad de fibras (210; 410; 510) sobre una superficie del molde (204; 404; 504) de una herramienta hembra (202; 402; 502; 702), formando la superficie del molde (204; 404; 504) un canal en forma de U que incluye una primera región lateral (203), separada de una segunda región lateral (205) por una primera región de transición (206a; 406; 506) y una tercera región lateral (207) separada de la segunda región lateral (205) por una segunda región de transición (206b; 406; 506);

cubrir las fibras (210; 410; 510) con una capa de sellado (220; 420; 520);

10 presionar una porción de las fibras recubiertas (210; 410; 510) contra la primera y la segunda regiones de transición (206; 406; 506) de la superficie del molde (204; 404; 504) con un dispositivo de presión (234; 434; 534); y

mientras se presiona la porción de las fibras recubiertas (210; 410; 510) contra la primera y la segunda regiones de transición (206; 406; 506), se extrae el aire entre la capa de sellado (220; 420; 520) y la superficie del molde (204; 404; 504) para crear al menos un vacío parcial entre la capa de sellado (220; 420; 520) y la superficie del molde (204; 404; 504);

15 caracterizado por que otras porciones (310c) de las fibras recubiertas (210; 410; 510), posicionadas sobre la primera región lateral y la tercera región lateral (203), se pueden mover a lo largo de dicha primera región lateral y dicha tercera región lateral (203), mientras que las porciones de las fibras recubiertas (210; 410; 510) se presionan contra la primera y la segunda regiones de transición (206a; 406; 506).

20 2. El método según la reivindicación 1, en el que la presión de la porción de las fibras recubiertas (210; 410) contra las regiones de transición interiores (206; 406) incluye la compresión de la porción de las fibras recubiertas (210; 410) entre dos dispositivos de presión neumáticos (234; 434) y las regiones de transición interiores (206; 406), en el que dichos dispositivos de presión neumáticos (234; 434) están soportados en un extremo distal de una porción de soporte (232) de un accesorio de utillaje (230; 430) por un dispositivo de sujeción (238) situado entre dichos dispositivos de presión.

25 3. El método según la reivindicación 2, en el que las porciones de las fibras recubiertas (210) se comprimen entre los dispositivos de presión neumáticos (234) y las regiones de transición interiores (206) mediante el inflado de dos elementos expansibles (236) contra la capa de sellado (220).

30 4. El método según la reivindicación 2, en el que las porciones de las fibras recubiertas (410) se comprimen entre los dispositivos de presión neumáticos (434) y las regiones de transición interiores (406) mediante el posicionamiento de dos matrices contorneadas (437) contra la capa de sellado (220), en las regiones de transición interiores, (406) y el inflado de dos elementos expansibles (436) contra las matrices contorneadas (437).

5. El método según la reivindicación 1, en el que la presión de la porción de las fibras recubiertas (510) contra las regiones de transición interiores (506) incluye la compresión de las fibras recubiertas (510) entre dos dispositivos de presión mecánicos (534) y las regiones de transición interiores (506).

35 6. El método según la reivindicación 5, en el que las porciones de las fibras recubiertas (510) se comprimen entre los dos dispositivos de presión mecánicos (534) y las regiones de transición interiores (506) mediante la conducción mecánica de dos matrices contorneadas (537) contra la capa de sellado (50).

40 7. El método según la reivindicación 6, en el que el accionamiento mecánico de las matrices (537) contra la capa de sellado (50) incluye, para cada matriz, la rotación de un elemento roscado (546), acoplado de forma operativa a la matriz (537), para así mover la matriz (537) hacia una de las regiones de transición interiores (506) de la superficie del molde (504).

45 8. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además la compresión de otra porción (310a) de las fibras recubiertas (210; 410) contra una región lateral (205) de la superficie del molde (204; 404), adyacente a las regiones de transición interiores (206; 406), mientras que se elimina el aire entre la capa de sellado (220; 420) y la superficie del molde (204; 404).

9. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además el flujo de resina entre la capa de sellado (220; 420; 520) y la superficie del molde (204; 404; 504) para así infundir la resina en la pluralidad de fibras (210; 410; 510).

10. El método según la reivindicación 9, en el que la resina fluye entre la capa de sellado (220; 420; 520) y la superficie del molde (204; 404; 504) después de extraer al menos parte del aire entre la capa de sellado (220; 420; 520) y la superficie del molde (204; 404; 504).
- 5 11. El método según la reivindicación 9 o 10, en el que la resina fluye entre la capa de sellado (220; 420; 520) y la superficie del molde (204; 404; 504) después de presionar una porción de las fibras recubiertas (210; 410; 510) contra las regiones de transición interiores (206; 406; 506).
- 10 12. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, que comprende además mover los dispositivos de presión (234; 434; 534) lejos de la porción de las fibras recubiertas (210; 410; 510) después de crear al menos un vacío parcial entre la capa de sellado (220; 420; 520) y la superficie del molde (204; 404; 504) y antes de que la resina de curado sea infundida en la pluralidad de fibras (210; 410; 510).
- 15 13. El método según la reivindicación 2 o 5, en el que las porciones de las fibras recubiertas se comprimen entre una pluralidad de pares de dispositivos de presión, formando parte cada par de dispositivos de presión de un accesorio de utillaje (530; 730), estando posicionados los accesorios de utillaje de extremo a extremo en la herramienta hembra (702) y las regiones de transición interiores, y en el que el método incluye además, en primer lugar, la aplicación de presión cerca de una porción media (773) de la herramienta (702), y después, trabajar hacia afuera desde ese lugar hacia un primer extremo (771) y un segundo extremo (772) opuesto de la herramienta (702).
- 20 14. El método según la reivindicación 2 o 5, en el que la porción de las fibras recubiertas se comprime entre una pluralidad de pares de dispositivos de presión, formando parte cada par de dispositivos de presión de un accesorio de utillaje (530; 730), estando posicionados los accesorios de utillaje de extremo a extremo en la herramienta hembra (702) y en la región de transición interior, y en el que el método incluye además, en primer lugar, la aplicación de presión cerca de un primer extremo (771) de la herramienta (702), y después, trabajar desde ese lugar hacia un segundo extremo (772) opuesto de la herramienta (702).
- 25 15. Un sistema de utillaje (200; 400; 500; 700) para fabricar una pieza de resina reforzada con fibras, comprendiendo el sistema de utillaje (200; 400; 500; 700):
30 una herramienta (202; 402; 502; 702) que tiene una superficie hembra del molde configurada para soportar una pluralidad de fibras (210; 410; 510), formando la superficie del molde (204; 404; 504) un canal en forma de U que incluye una primera región lateral (203), separada de una segunda región lateral (205) por una primera región de transición (206a; 406; 506) y una tercera región lateral (207) separada de la segunda región lateral (205) por una segunda región de transición (206b; 406; 506); una capa de sellado (220; 420; 520) configurada para recubrir las fibras (210; 410; 510); caracterizado por que comprende además al menos un accesorio de utillaje (230; 430; 530; 730) configurado para cooperar con la superficie hembra del molde (204; 404; 504) de la herramienta (202; 402; 502; 702), teniendo el al menos un accesorio de utillaje (230; 430; 530; 730) dos dispositivos de presión (234; 434; 534) desplazables hacia fuera;
35 en el que al menos un accesorio de utillaje (230; 430; 530; 730) está configurado para aplicar presión solo sobre la segunda región lateral (205) y las regiones de transición (206; 406; 506) o solo sobre las regiones de transición (206; 406; 506), y en el que los dos dispositivos de presión (234; 434; 534) están configurados para comprimir una porción (310b) de las fibras (210; 410; 510) contra las regiones de transición interiores (206; 406; 506) de la superficie hembra del molde (204; 404; 504), cuando se fabrica una pieza de resina reforzada con fibras con la herramienta (202; 402; 502; 702).
- 40 16. El sistema de utillaje (200; 400; 500; 700) según la reivindicación 15, en el que al menos un accesorio de utillaje (230; 430; 530; 730) está separado de la primera región lateral (203) de la superficie del molde.
17. El sistema de utillaje (200; 400) según la reivindicación 15 o 16, en el que cada uno de los dos dispositivos de presión (234; 434) incluye un elemento expansible (236; 436).
- 45 18. El sistema de utillaje (200; 400) según cualquiera de las reivindicaciones 15 a 17, en el que cada uno de los dos dispositivos de presión (234; 434) incluye un elemento inflable (236; 436).
19. El sistema de utillaje (200) según cualquiera de las reivindicaciones 15 a 18, en el que el accesorio de utillaje (230) comprende además un dispositivo de sujeción (238), configurado para retener otra porción (310a) de las fibras (210) contra la segunda región lateral (205) de la superficie hembra del molde (204).
- 50 20. El sistema de utillaje (200) según cualquiera de las reivindicaciones 15 a 19, en el que al menos un accesorio de utillaje (230) incluye una porción de base (231) sujeta contra la herramienta (202) y una porción de soporte (232) que se extiende desde la porción de base (231) hacia la herramienta (202), y en el que al menos un dispositivo de presión (234) se posiciona hacia el extremo distal de la porción de soporte (232).

21. El sistema de utillaje (200) según las reivindicaciones 19 y 20, en el que el dispositivo de sujeción (238) se posiciona sobre el extremo distal de la porción de soporte (232).
22. El sistema de utillaje (400) según cualquiera de las reivindicaciones 17 a 21, que comprende además dos matrices (437) separadas de los dispositivos de presión (434), en el que cada uno de los dispositivos de presión (434) es desplazable hacia fuera contra la matriz (437), para así comprimir la porción de las fibras (410) entre una superficie contorneada de una matriz (437) y una de las regiones de transición interiores (406) de la superficie hembra del molde (404).
23. El sistema de utillaje (500) según la reivindicación 15, en el que el al menos un dispositivo de presión (534) incluye un elemento de accionamiento mecánico (546).
24. El sistema de utillaje (500) según la reivindicación 23, en el que el elemento de accionamiento mecánico (546) está acoplado a una matriz contorneada (537).
25. El sistema de utillaje (500) según la reivindicación 24, en el que la matriz contorneada (537) incluye un tramo tubular que tiene un radio en sección transversal que se aproxima a la curvatura de la región de transición (506) correspondiente de la superficie del molde.
26. El sistema de utillaje (500) según la reivindicación 24 o 25, en el que el al menos un accesorio de utillaje (530) incluye una porción de base (531) que se puede fijar temporalmente a la herramienta (502) y que tiene un orificio roscado (533) que se extiende a través del mismo, y en el que el elemento de accionamiento mecánico (546) incluye una porción roscada (542) que se acopla al orificio (533), estando acoplado el elemento de accionamiento mecánico (546) de forma rotacional a la matriz contorneada (537).
27. El sistema de utillaje (200; 500) según cualquiera de las reivindicaciones 15 a 26, en el que el accesorio de utillaje (230; 530) incluye un primer dispositivo de presión (234a; 534a), configurado para comprimir una porción de las fibras (210; 510) contra la primera región de transición interior (206a; 506) de la superficie del molde (204; 504) y un segundo dispositivo de presión (234b; 534b), configurado para comprimir otra porción de las fibras (210; 510) contra la segunda región de transición interior (206b; 506) de la superficie del molde (204; 504).
28. El sistema de utillaje (200) según las reivindicaciones 20 y 27, en el que el primer y el segundo dispositivos de presión (234a, 234b) están posicionados simétricamente con respecto a la porción de soporte (232) del accesorio de utillaje (230).
29. El sistema de utillaje (500) según las reivindicaciones 26 y 27, en el que el primer y el segundo dispositivos de presión (534a, 534b) se extienden a través de los orificios (533) correspondientes en la porción de base (531) del al menos un accesorio de utillaje (530), y se extienden sustancialmente en diagonal hacia el molde (502), cruzándose entre sí sus elementos de accionamiento mecánicos (546).
30. El sistema de utillaje (500) según cualquiera de las reivindicaciones 15 a 29, comprendiendo un primer accesorio de utillaje (530a), que tiene un primer dispositivo de presión (534a), y un segundo accesorio de utillaje (530b), que tiene un segundo dispositivo de presión (534b), estando posicionados el primer y segundo accesorios de utillaje (530a, 530b) de extremo a extremo, y en el que al menos uno del primer y segundo dispositivos de presión (534a, 534b) incluye una característica de interbloqueo (660) configurada para interbloquearse con el otro del primer y segundo dispositivos de presión (534a, 534b), para así proporcionar al menos presión aproximadamente continua sobre una longitud de la región de transición interior (506) de la superficie del molde (504).
31. El sistema de utillaje (500) según la reivindicación 30, en el que el primer dispositivo de presión (534a) incluye una primera matriz contorneada (537a) y el segundo dispositivo de presión (534b) incluye una segunda matriz contorneada (537b), y en el que la característica de interbloqueo (660) incluye una porción macho (662) que se extiende desde la primera matriz contorneada (537a) y una porción hembra (664) correspondiente que se extiende desde la segunda matriz contorneada (537b) adyacente, estando configurada la porción hembra (664) para recibir la porción macho (662) de una manera superpuesta.
32. El sistema de utillaje (700) según cualquiera de las reivindicaciones 15 a 31, en el que la herramienta (702) es curvada y relativamente larga, y en el que el sistema de utillaje incluye además una pluralidad de accesorios de utillaje (730a-730i) posicionados de extremo a extremo en la herramienta (702).
33. El sistema de utillaje (200; 400/ 500) según cualquiera de las reivindicaciones 15 a 32, en el que la capa de sellado (220; 420; 520) está configurada para proporcionar un recubrimiento estanco al aire entre la pluralidad de fibras (210; 410; 510) y el al menos un dispositivo de presión (234; 434; 534).

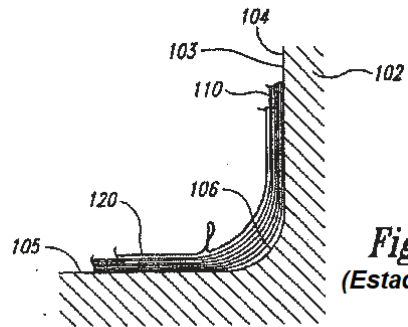


Fig. 1
(Estado de la técnica)

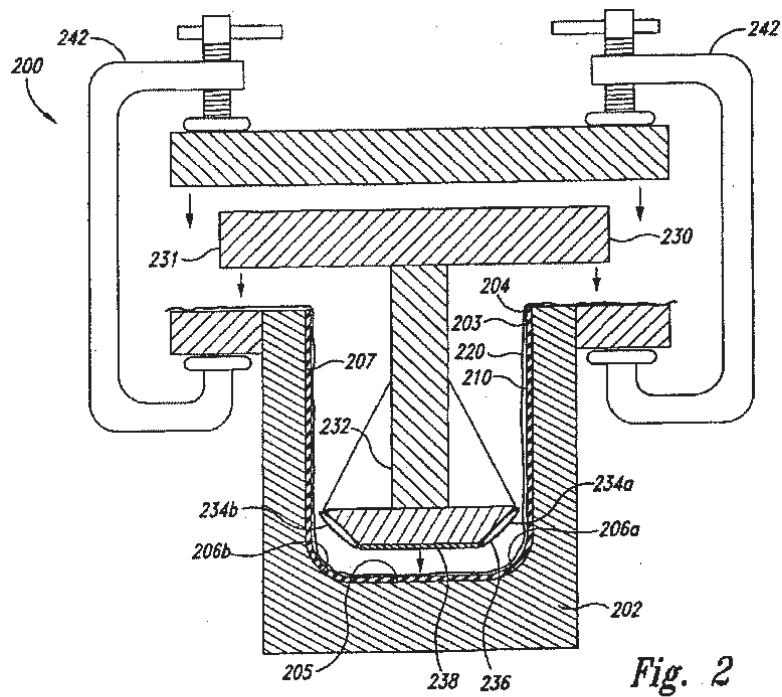


Fig. 2

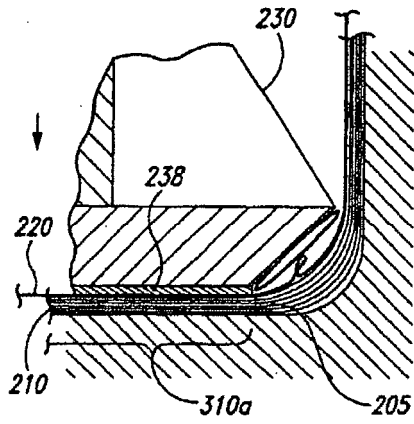


Fig. 3A

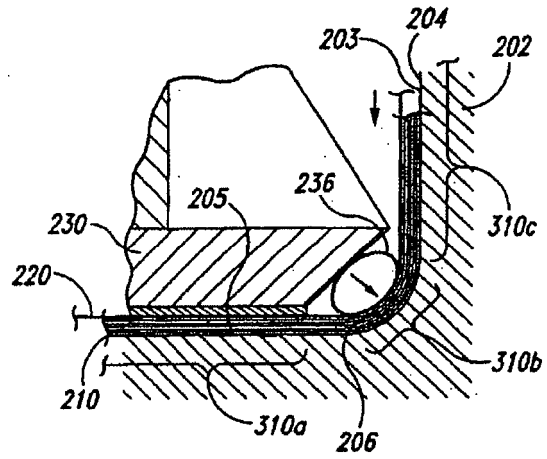


Fig. 3B

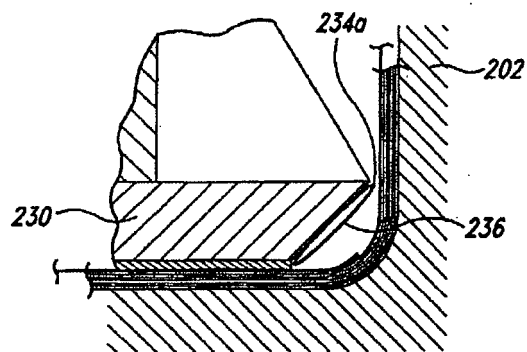


Fig. 3C

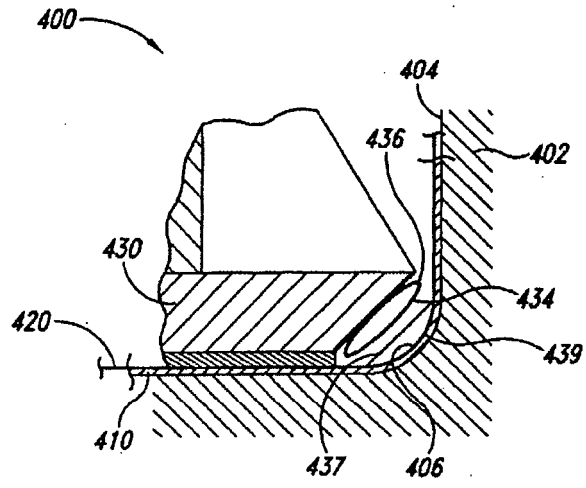


Fig. 4A

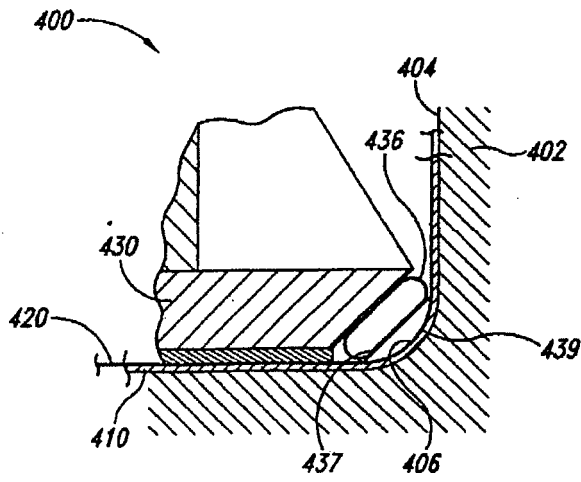


Fig. 4B

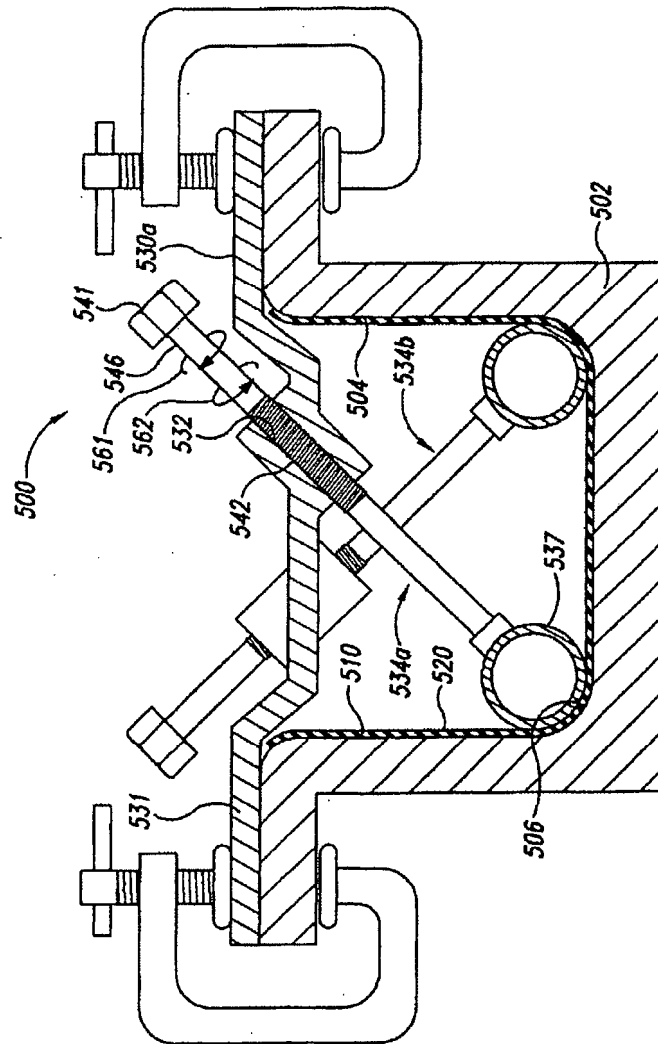


Fig. 5

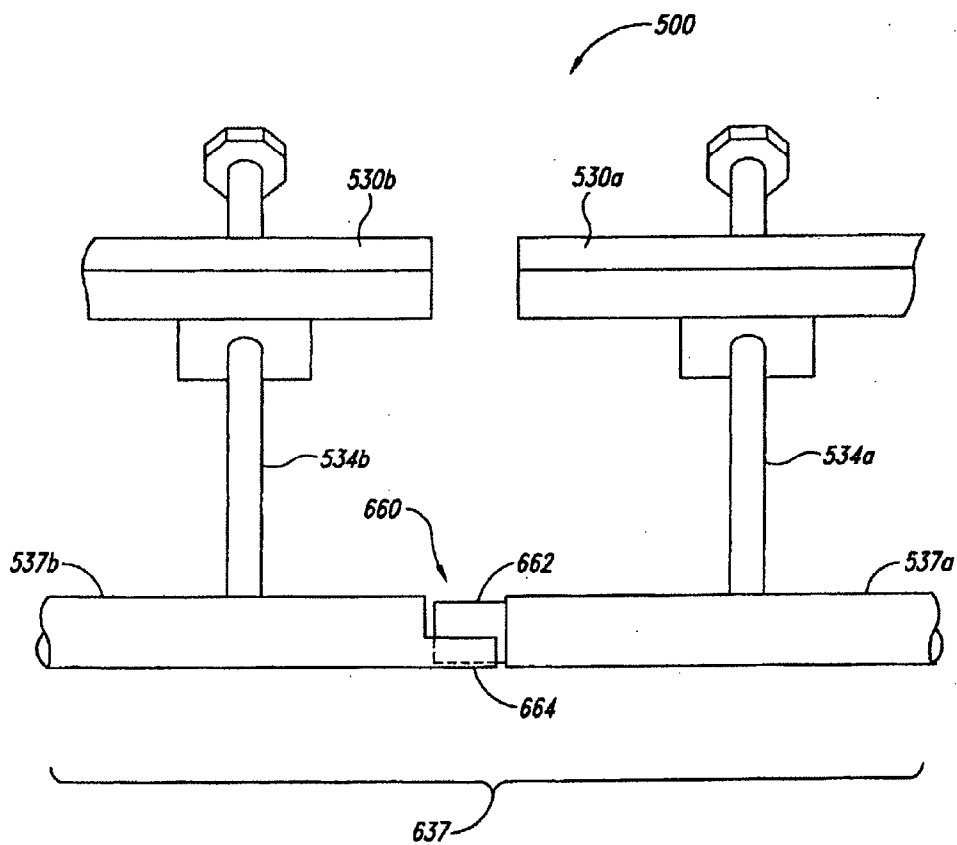


Fig. 6

