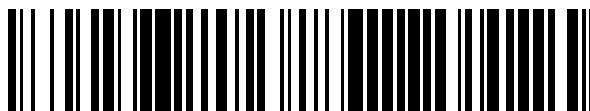


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 678 097**

51 Int. Cl.:

B29C 73/10 (2006.01)

B29C 73/12 (2006.01)

B29C 70/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.01.2014** **PCT/US2014/010290**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.08.2014** **WO14123646**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.01.2014** **E 14702330 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.04.2018** **EP 2953786**

54 Título: **Método y aparato para reprocesar estructuras**

30 Prioridad:

07.02.2013 US 201313761785

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

08.08.2018

73 Titular/es:

THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-1596, US

72 Inventor/es:

HANKS, DENNIS J. y
WOODS, JACK A.

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 678 097 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 y aparato para reprocesar estructuras

Información sobre antecedentes

1. Campo:

- 5 La presente divulgación se refiere generalmente a equipos y procesos para reprocesar y/o reforzar estructuras, especialmente materiales compuestos, y aborda más particularmente un método y un aparato para reprocesar estructuras desde un lado de las mismas.

2. Antecedentes:

- 10 Las estructuras de material compuesto a veces tienen áreas localizadas que contienen una o más inconsistencias que pueden requerir reprocesado con el fin de hacer que la estructura esté dentro de tolerancias de diseño, o para reforzar el área.

Una técnica para reprocesar áreas localizadas de estructuras implica fijar mecánicamente un parche sobre el área, sin embargo los elementos de fijación pueden aumentar el peso de la aeronave y/o la resistencia sobre la aeronave, y pueden no ser deseables estéticamente en algunas aplicaciones.

- 15 De manera similar, los parches de reprocesado unidos pueden requerir también el uso de elementos de fijación mecánicos para proporcionar trayectorias de carga secundarias que forman un mecanismo de detención para limitar el crecimiento de una inconsistencia.

- 20 Aún otra técnica para reprocesar estructuras, denominada técnica de laminado húmedo, implica el laminado a mano de láminas húmedas con refuerzo de fibras, tal como un tejido de punto o trenzado, y aplicar resina húmeda a las láminas a medida que se laminan. La técnica de laminado húmedo puede dar como resultado atrapamiento de aire dentro del parche que puede formar porosidades no deseables en el área reprocesada. Estas porosidades pueden tener un efecto no deseable sobre el área reprocesada y pueden hacer difícil verificar que un área reprocesada cumpla las especificaciones. La técnica de laminado húmedo puede ser también una mano de obra intensiva, requerir que técnicos de reparación se pongan en proximidad de la resina húmeda, y puede requerir actividad de
25 limpieza excesiva.

- En algunas aplicaciones, los problemas comentados anteriormente pueden evitarse empleando la infusión de resina de un parche de preforma de fibras secas. Después de colocar una preforma de fibras secas sobre una estructura tal como un revestimiento rebajado, se infunde resina al interior de la preforma de fibras desde el lado externo del revestimiento, mientras que la resina en exceso se está extrayendo de la preforma desde el lado interno del
30 revestimiento. Esta técnica, aunque es efectiva, requiere acceso físico a ambos lados de la estructura, por ejemplo, a los lados interno y externo de un revestimiento. En consecuencia, esta técnica puede no ser adecuada para su uso en aplicaciones en las que es difícil o imposible acceder a un lado de la estructura.

- El documento WO 2012/154544 A2 divulga un método de reprocesado de un área de una estructura, que comprende: colocar un parche sobre la estructura; insertar una fuente de vacío al interior del parche desde un lado externo del parche; y usar la fuente de vacío para forzar la resina a través del parche a un lado interno del parche. El documento también divulga un aparato para reprocesar el área de la estructura de material compuesto usando infusión de resina de un parche de fibras secas que tiene lados interno y externo, que comprende: una bolsa de vacío adaptada para colocarse sobre el lado externo del parche de fibras para compactar el parche de fibras.
35

- Por consiguiente, existe una necesidad de un método y un aparato para reprocesar estructuras, especialmente materiales compuestos, que reduzca o elimine porosidades debido al atrapamiento de aire. Existe también una necesidad de un método y un aparato tal como se describió anteriormente que pueda adaptarse para su uso en aplicaciones en las que es posible el acceso a solo un lado de la estructura.
40

Sumario

- 45 Las realizaciones divulgadas proporcionan un método y un aparato para reprocesar estructuras usando infusión de resina de un parche de preforma de fibras secas que puede instalarse e infundirse desde solo un lado de la estructura, tal como desde el exterior de un revestimiento de aeronave. Las áreas de alta presión dentro del parche durante el proceso de infusión de resina se eliminan sustancialmente, evitando de ese modo el atrapamiento de aire y porosidades relacionadas en el área reprocesada. Las realizaciones reducen la mano de obra, evitan la necesidad de contacto humano con resinas húmedas y permiten el reprocesado de elementos estructurales de material compuesto que portan carga. El método divulgado puede implementarse usando infusión de resina a presión
50

atmosférica controlada, que permite que las propiedades de la estructura se optimicen.

De acuerdo con una realización divulgada, se proporciona un método según la reivindicación 1 de reprocesado de un área de una estructura. El método comprende colocar un parche sobre la estructura, insertar una fuente de vacío al interior del parche desde un lado externo del parche, y usar la fuente de vacío para crear un área de presión muy
5 baja que provoca que la resina de presión mayor entrante se haga fluir a través del parche a un lado interno del parche. El parche puede ser un parche de fibras secas. El método puede comprender además evacuar la bolsa, compactando de ese modo el parche de fibras secas. El método puede incluir también retirar la fuente de vacío del parche después de que el parche se ha infundido con resina. El método puede comprender además formar un rebaje parcialmente a través del grosor de la estructura, y colocar el parche sobre la estructura incluye colocar el lado
10 interno del parche frente a una parte inferior del rebaje. Insertar la fuente de vacío incluye insertar una aguja hueca hacia abajo a través de la parte más gruesa del parche de fibras a sustancialmente la parte inferior del rebaje. Insertar la fuente de vacío incluye además insertar la aguja hueca a través de la bolsa de vacío, y formar un sello sustancialmente hermético de vacío entre la aguja hueca y la bolsa de vacío. Retirar la fuente de vacío del parche de fibras incluye extraer la aguja hueca del parche de fibras y de la bolsa de vacío, y sellar un orificio en la bolsa de vacío que resulta de la penetración de la bolsa de vacío mediante la aguja. El método puede comprender además compactar el parche infundido con resina después de que la aguja se ha extraído del parche de fibras, y la bolsa se ha sellado, evacuando la bolsa de vacío. Infundir el parche con resina se realiza usando presión de resina diferencial. Hacer fluir resina al interior del parche de fibras desde el lado externo del mismo incluye colocar un tubo de distribución de resina en el lado externo del parche de fibras por debajo de la bolsa de vacío, y suministrar resina
20 al tubo de distribución de resina.

Según otra realización divulgada, se proporciona un método de reprocesado de un área de una estructura, que comprende formar un rebaje parcialmente a través de un grosor de la estructura, fabricar un parche de fibras secas que tiene un lado interno y un lado externo, e instalar el parche dentro del rebaje, incluyendo colocar el lado interno del parche frente a la estructura en una parte inferior del rebaje. El método también incluye instalar una bolsa de
25 vacío sobre el parche de fibras, insertar un dispositivo de vacío desde el lado externo del parche a través del parche, vaciar la bolsa, compactando de ese modo el parche de fibras secas, y entonces infundir el parche con resina, y usar el dispositivo de vacío para forzar la resina a través del parche al lado interno del parche. El método incluye además retirar el dispositivo de vacío del parche después de que el parche se ha infundido con resina. Insertar el dispositivo de vacío a través del parche incluye insertar una aguja hueca a través de la bolsa de vacío y el parche hasta que
30 una punta de la aguja de vacío ha penetrado sustancialmente una parte más gruesa del parche. El método puede comprender además formar un sello sustancialmente hermético de vacío entre la bolsa de vacío y la aguja de vacío, y extraer la aguja de vacío del parche y de la bolsa después de que el parche se ha infundido con resina. El método puede comprender también sellar un orificio en la bolsa de vacío que resulta de la extracción de la aguja de vacío de la bolsa de vacío. Infundir el parche con resina se realiza introduciendo resina a presión atmosférica controlada en el
35 lado externo del parche. Introducir la resina incluye colocar un tubo de espira en espiral alrededor de la periferia del lado externo del parche, y acoplar el tubo de espira en espiral con un depósito de resina adaptado para suministrar resina al tubo de espira en espiral a presión atmosférica parcial. El método puede comprender además retirar resina en exceso del parche a través del extremo de la aguja hueca.

De acuerdo con otra realización más, se proporciona un método de reprocesado de un área de la estructura de material compuesto desde solo un lado del mismo. El método comprende formar un rebaje en un lado de la estructura de material compuesto, instalar un parche de fibras en el rebaje, incluyendo colocar un lado interno del parche en contacto con la estructura, instalar una bolsa de vacío sobre el parche, e insertar una aguja hueca a través de la bolsa de vacío y hacia abajo al interior del parche hasta que una punta de la aguja está cerca del lado interno del parche. El método comprende además formar un sello entre la aguja hueca y la bolsa de vacío, acoplar la
45 aguja hueca con un depósito de vacío, infundir el parche con resina haciendo fluir resina al interior del lado externo del parche, usar la aguja hueca y el depósito de vacío para forzar la resina al lado interno del parche de fibras, y retirar resina en exceso en el parche de fibras a través de la aguja hueca. El método comprende también retirar la aguja hueca del parche después de que el parche se ha infundido con resina. El parche puede tener un área de grosor máximo. Insertar la aguja hueca se realiza pasando una punta de la aguja hueca a través del área de grosor máximo del parche de fibras. El método comprende además extraer la aguja hueca del parche y de la bolsa de vacío, y sellar un orificio en la bolsa de vacío que resulta de la extracción de la aguja hueca de la bolsa de vacío. Hacer fluir resina al interior del lado externo del parche y usar la aguja hueca y el depósito de vacío para forzar la resina al lado interno del parche de fibras puede realizarse usando infusión de resina a presión atmosférica parcial controlada.

Según una realización adicional, se proporciona el aparato según la reivindicación 9 para reprocesar un área de una estructura de material compuesto usando infusión de resina de un parche de fibras secas que tiene lados interno y externo. El aparato comprende una bolsa de vacío adaptada para colocarse sobre el lado externo del parche para compactar el parche, y una aguja hueca que pasa a través de la bolsa de vacío y adaptada para extenderse hacia
50 abajo a través de un grosor del parche. El aparato comprende también un sello de vacío entre la aguja hueca y la bolsa de vacío, y un conducto de vacío acoplado a la aguja hueca para generar vacío en el lado interno del parche. El aparato puede comprender además un depósito de resina para suministrar resina al lado externo del parche a una

- presión atmosférica parcial controlada, y una fuente de vacío acoplada a la aguja hueca para generar vacío en el lado interno del parche y forzar la resina en exceso hacia fuera del parche. Un método de reprocesado de un área de una estructura, incluye colocar un parche sobre la estructura; insertar una fuente de vacío al interior del parche desde un lado externo del parche; y, usar la fuente de vacío para forzar la resina a través del parche a un lado interno del parche.
- 5
- Ventajosamente, el método en el que colocar un parche sobre la estructura incluye colocar un parche de fibras secas sobre la estructura, y colocar una capa de mejora de unión entre el parche de fibras secas y la estructura.
- Ventajosamente, el método incluye además colocar una bolsa de vacío sobre el lado externo del parche; e infundir el parche con resina haciendo fluir resina al interior del parche desde el lado externo del mismo.
- 10 Ventajosamente, el método que incluye además retirar la fuente de vacío del parche después de que el parche se ha infundido con resina.
- Ventajosamente, el método incluye además formar un rebaje parcialmente a través de un grosor de la estructura, y en el que colocar el parche de fibras sobre la estructura incluye colocar el lado interno del parche frente a una parte inferior del rebaje, e insertar la fuente de vacío incluye insertar una aguja hueca hacia abajo a través de la parte más gruesa del parche a sustancialmente la parte inferior del rebaje.
- 15 Ventajosamente, el método en el que insertar la fuente de vacío incluye además insertar la aguja hueca a través de la bolsa de vacío, y formar un sello sustancialmente hermético de vacío entre la aguja hueca y la bolsa de vacío.
- Ventajosamente, el método en el que retirar la fuente de vacío del parche incluye extraer la aguja hueca del parche y de la bolsa de vacío, y sellar un orificio en la bolsa de vacío que resulta de la penetración de la bolsa de vacío durante la inserción de la aguja hueca a través de la bolsa de vacío.
- 20 Ventajosamente, el método en el que insertar una fuente de vacío al interior del parche incluye insertar una pluralidad de agujas huecas a través del parche en ubicaciones separadas sobre un área del parche.
- Ventajosamente, el método incluye además infundir el parche con resina usando presión de resina diferencial.
- Ventajosamente, el método en el que hacer fluir resina al interior del parche desde el lado externo del mismo incluye colocar un tubo de distribución de resina en el lado externo del parche por debajo de la bolsa de vacío, y suministrar resina al interior del tubo de distribución de resina.
- 25 Según un aspecto de la invención se proporciona un método de reprocesado de un área de una estructura, que incluye formar un rebaje parcialmente a través de un grosor de la estructura; fabricar un parche de fibras secas que tiene un lado interno y un lado externo; instalar el parche de fibras dentro del rebaje, que incluye colocar el lado interno del parche de fibras frente a la estructura en una parte inferior del rebaje instalando una bolsa de vacío sobre el parche de fibras; insertar un dispositivo de vacío desde el lado externo del parche de fibras a través del parche de fibras infundiendo el parche de fibras con resina; usar el dispositivo de vacío para forzar la resina a través del parche de fibras al lado interno del parche de fibras; y retirar el dispositivo de vacío del parche de fibras después de que el parche de fibras se ha infundido con resina.
- 30 Ventajosamente, el método en el que insertar el dispositivo de vacío a través del parche de fibras incluye insertar una aguja hueca a través de la bolsa de vacío y el parche de fibras hasta que una punta de la aguja hueca ha penetrado sustancialmente una parte más gruesa del parche de fibras.
- 35 Ventajosamente, el método que incluye además formar un sello sustancialmente hermético de vacío entre la bolsa de vacío y la aguja hueca.
- 40 Ventajosamente, el método que incluye además extraer la aguja hueca del parche de fibras y de la bolsa después de que el parche de fibras se ha infundido con resina.
- Ventajosamente, el método que comprende además sellar un orificio en la bolsa de vacío que resulta de la extracción de la aguja hueca de la bolsa de vacío.
- Ventajosamente, el método en el que infundir el parche de fibras con resina se realiza introduciendo resina a presión atmosférica controlada en el lado externo del parche de fibras.
- 45 Ventajosamente, el método en el que introducir resina incluye colocar una espira en espiral alrededor de una periferia del lado externo del parche de fibras para introducir la resina en el lado externo del parche de fibras, y

acoplar la espira en espiral con un depósito de resina adaptado para suministrar resina a la espira en espiral a presión atmosférica parcial.

Ventajosamente, el método en el que se realiza la compactación del parche de fibras y se mantiene después de que el dispositivo de vacío se ha retirado del parche de fibras.

- 5 Ventajosamente, el método que incluye además retirar resina en exceso del parche de fibras a través de la punta de la aguja hueca.

Según un aspecto adicional de la presente invención se proporciona un método de reprocesado de un área de una estructura de material compuesto desde solo un lado de la estructura de material compuesto, que incluye formar un rebaje en un lado de la estructura de material compuesto instalando un parche de fibras en el rebaje, que incluye
10 colocar un lado interno del parche de fibras en contacto con la estructura; colocar una capa de mejora de unión entre el parche de fibras secas y la estructura; instalar una bolsa de vacío sobre el parche de fibras; insertar una aguja hueca a través de la bolsa de vacío y hacia abajo al interior del parche de fibras hasta que una punta de la aguja está cerca del lado interno del parche de fibras; formar un sello entre la aguja hueca y la bolsa de vacío; acoplar la aguja hueca con un depósito de vacío; compactar el parche de fibras secas; infundir el parche de fibras con resina
15 haciendo fluir resina al interior de un lado externo del parche de fibras y usar la aguja hueca y el depósito de vacío para forzar la resina al lado interno del parche de fibras; retirar resina en exceso en el parche de fibras a través de la aguja hueca; retirar la aguja hueca del parche de fibras después de que el parche de fibras se ha infundido con resina; sellar un orificio en la bolsa de vacío provocado por la penetración de la bolsa de vacío por la aguja hueca; y compactar el parche infundido con resina de fibras vaciando la bolsa de vacío.

- 20 Ventajosamente, el método en el que el parche de fibras tiene un área de grosor máximo, y la inserción de la aguja hueca se realiza pasando la punta de la aguja hueca a través del área de grosor máximo del parche de fibras.

Ventajosamente, el método que incluye además extraer la aguja hueca del parche de fibras y de la bolsa de vacío, y sellar un orificio en la bolsa de vacío que resulta de la extracción de la aguja hueca de la bolsa de vacío.

- 25 Ventajosamente, el método en el que hacer fluir resina al interior del lado externo del parche de fibras y usar la aguja hueca y el depósito de vacío para forzar la resina al lado interno del parche de fibras se realizan usando infusión de resina a presión atmosférica parcial controlada.

Según aún otro aspecto de la invención se proporciona un aparato para reprocesar un área de una estructura de material compuesto usando infusión de resina de un parche de fibras secas que tiene lados interno y externo, incluyendo una bolsa de vacío adaptada para colocarse sobre el lado externo del parche de fibras para compactar el
30 parche de fibras; una aguja hueca que pasa a través de la bolsa de vacío y adaptada para extenderse hacia abajo a través de un grosor del parche de fibras; un sello de vacío entre la aguja hueca y la bolsa de vacío; y un conducto de vacío acoplado a la aguja hueca para generar vacío en el lado interno del parche de fibras.

Según otro aspecto de la invención se proporciona un aparato que incluye además un depósito de resina para suministrar resina al lado externo del parche de fibras a una presión atmosférica parcial controlada; y una fuente de
35 vacío acoplada a la aguja hueca para generar vacío en el lado interno del parche de fibras y forzar la resina en exceso hacia fuera del parche de fibras.

Las características, funciones y ventajas se pueden lograr independientemente en diversas realizaciones de la presente divulgación, o se pueden combinar en aún otras realizaciones en las que se pueden ver detalles adicionales con referencia a la descripción y dibujos siguientes.

40 **Breve descripción de los dibujos**

Las características novedosas que se consideran distintivas de las realizaciones ilustrativas se exponen en las reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones ilustrativas, sin embargo, así como un modo preferente de uso, objetivos y ventajas adicionales de las mismas, se entenderán mejor por referencia a la siguiente descripción detallada de una
realización ilustrativa de la presente divulgación, cuando se lean junto con los dibujos adjuntos, en donde:

- 45 la figura 1 es una ilustración de un diagrama de bloques funcional de un aparato para reprocesar un área de una estructura desde un lado de la misma.

La figura 2 es una ilustración de una vista en perspectiva de una estructura que tiene un área que se reprocesa usando el aparato divulgado.

La figura 3 es una ilustración de una vista en perspectiva en despiece ordenado del área mostrada en la figura 2.

La figura 4 es una ilustración de una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 4-4 en la figura 2.

La figura 5 es una ilustración de una vista en planta de una gran área de una estructura que se reprocesa usando una forma alternativa del aparato.

La figura 6 es una ilustración de un diagrama de flujo de un método de reprocesado de una estructura.

- 5 La figura 7 es una ilustración de un diagrama de flujo de un método de reprocesado de una estructura desde un lado de la misma.

La figura 8 es una ilustración de un diagrama de flujo de un método de reprocesado de un área de un revestimiento de material compuesto usando el método y el aparato divulgados.

La figura 9 es una ilustración de un diagrama de flujo de metodología de mantenimiento y producción de aeronaves.

- 10 La figura 10 es una ilustración de un diagrama de bloques de una aeronave.

Descripción detallada

- 15 En primer lugar, haciendo referencia a la figura 1, las realizaciones divulgadas se refieren a un método y un aparato para reprocesar un área 22 (a continuación en el presente documento a veces también denominada "área de reprocesado") de una estructura 20 que puede contener inconsistencias (no mostradas), o que pueden requerir refuerzo. El área 22 puede reprocesarse usando un parche de reprocesado 24 con el fin de hacer que el área 22 esté dentro de las especificaciones de rendimiento o diseño. Las inconsistencias pueden comprender, sin limitación, daño por impacto, grietas, fracturas o porosidades que se producen en el momento de la fabricación, o mientras que la estructura 20 está en servicio.

- 20 En el ejemplo ilustrado, la estructura 20 comprende un revestimiento de material compuesto de aeronave 20, sin embargo el método divulgado puede emplearse para reprocesar otras estructuras formadas a partir de cualquiera de diversos materiales, incluyendo pero no limitados a metales, materiales compuestos metálicos, y materiales cerámicos.

- 25 La estructura 20 incluye un lado interno 34 al que puede ser difícil o imposible acceder por el personal de mantenimiento/repación, y un lado externo 32 al que se puede acceder por el personal para propósitos de reprocesado, refuerzo y/o reparación (colectivamente a continuación en el presente documento denominado "reprocesado") del área 22 que usa el parche de reprocesado 24. Tal como se comentará a continuación en más detalle, el método y el aparato divulgados permiten que el área 22 se reprocese desde solo un lado de la estructura 20, que en el ejemplo ilustrado, es el lado externo 32 de la estructura 20.

- 30 Con el fin de reprocesar el área 22 desde el lado externo 32, una parte de la estructura 20 que contiene las inconsistencias puede retirarse dentro del área de reprocesado 22, denominado rebajado, formando de ese modo una cavidad de rebaje 26 que tiene una profundidad "d" que es menor que el grosor "t" de la estructura 20. Dicho de otra forma, la cavidad de rebaje 26 penetra solo parcialmente en el grosor "t" de la estructura 20. En el ejemplo ilustrado, la cavidad de rebaje 26 tiene lados disminuidos en sección 27, y una parte inferior plana 30, sin embargo en otras aplicaciones, los lados 27 pueden no estar disminuidos en sección, y la parte inferior 30 puede no ser plana.

- 35 El área de reprocesado 38 que se ha rebajado desde el lado externo 32 hasta una profundidad deseada "d", un parche de reprocesado 24 se fabrica y coloca en la cavidad rebajada 26. El parche de reprocesado 24 tiene un lado interno 33 y un lado externo 37. El parche de reprocesado 24 comprende una preforma de fibras secas fabricada, por ejemplo, apilando y juntando capas de refuerzo de fibras secas que pueden comprender tejido de punto o trenzado. La geometría del parche de reprocesado 24 puede coincidir con la de la cavidad de rebaje 26. Por ejemplo, en la aplicación ilustrada, los bordes externos del parche de reprocesado 24 pueden disminuirse en sección para coincidir con los lados disminuidos en sección 27 de la cavidad de rebaje 26. En otras aplicaciones, sin embargo, la cavidad de rebaje 26 y el parche de reprocesado 24 pueden tener otros perfiles en sección transversal, incluyendo pero no limitados a un perfil escalonado. Además, aunque se ilustra un parche de reprocesado de fibras secas 24, puede ser posible llevar a cabo el método divulgado usando un parche de refuerzo fibroso que se ha hecho adherente o se ha preimpregnado (pre-preg) con resina.

- 50 Una bolsa de vacío 36, que puede ser flexible, se coloca sobre el parche de reprocesado 24 y se sella a la superficie 38 de la estructura 20 en el lado externo 32 del parche de reprocesado 24. La bolsa de vacío 36 se acopla a un generador 45 y depósito 44 de vacío adecuados que vacían la bolsa de vacío 36 con el fin de compactar el parche de reprocesado 24 antes de, durante y/o después de la infusión de resina. La infusión de resina del parche de reprocesado 24 puede llevarse a cabo usando un sistema de infusión de resina 35 que comprende un depósito de resina de presión controlada 46, una fuente de vacío retirable 42 y un depósito de vacío controlado 44. Algunos

componentes del sistema de infusión de resina 35 pueden ser similares a los mostrados en la patente estadounidense n.º 7,334,782 presentada el 26 de febrero de 2008. La patente estadounidense mencionada anteriormente divulga un sistema de infusión de resina a presión atmosférica controlada (CAPRI) en el que el depósito de resina 46 se vacía a una presión por debajo de la presión atmosférica y puede usarse en combinación con compactación cíclica (repetida) mediante la bolsa de vacío 36 para controlar el proceso de transferencia de resina asistido por vacío. Puede ser posible, sin embargo, llevar a cabo el método divulgado usando otros tipos de técnicas y equipos de infusión de resina. Además, el método divulgado puede llevarse a cabo dentro de un autoclave.

La fuente de vacío 42 se coloca por debajo de la parte más gruesa del parche de reprocesado 24, a lo largo del lado interno de 33 del parche de reparación 24, cerca de la parte inferior 30 de la cavidad de rebaje 26. La fuente de vacío 42 se acopla al depósito de vacío 44 mediante un conducto de vacío 40 que puede pasar a través de la bolsa de vacío 36. Se suministra resina desde el depósito de resina 46 a través de un tubo 48 de suministro de resina al lado externo 37 del parche 24. La fuente de vacío 42 funciona para reducir la presión a lo largo del lado interno 33 del parche 24, en la parte inferior 30 de la cavidad de rebaje 26, a un nivel de presión que es menor que la presión dentro de la bolsa de vacío 36 en el lado externo 37 del parche 24 producida mediante el generador de vacío 45. La reducción de presión creada por la fuente de vacío 42 a lo largo del lado interno 33 del parche 24 da como resultado un diferencial de presión entre los lados interno y externo 33, 37 respectivamente del parche 24, que fuerza que la resina fluya a través del grosor completo del parche de reprocesado 24. La fuente de vacío 42 también elimina áreas de alta presión en la parte más gruesa del parche de reprocesado 24, cerca del lado interno 33, que de otro modo puede dar como resultado el atrapamiento de aire que provoca porosidades. La resina en exceso que se hace fluir a través del parche 24 al lado interno 33 del parche 24 en la parte inferior 30 de la cavidad de rebaje 26 se mueve hacia fuera a través del conducto de vacío 40 al interior del depósito de vacío 44. Tras la infusión de resina del parche de reprocesado 24, la fuente de vacío 42 se retira del parche infundido con resina 24 y se sella antes del curado.

Se dirige la atención ahora a las figuras 2, 3 y 4 que ilustran una realización práctica del aparato para reprocesar un área 26 de una estructura 20. En este ejemplo, la estructura 20 comprende un revestimiento laminado de material compuesto 20, tal como el usado en la industria aeronáutica. El área de reprocesado 22 se rebaja (figuras 2 y 4) solo parcialmente a través del grosor del revestimiento 20, dando como resultado una cavidad de rebaje 26 que tiene lados disminuidos en sección 27 (véase la figura 3) y una parte inferior generalmente plana 30. Un parche de reprocesado 24 que comprende una preforma de fibras secas, se fabrica y coloca dentro de la cavidad de rebaje 26, con el lado interno 33 del parche de reprocesado 24 en contacto con la estructura 20. El parche de reprocesado 24 puede tener bordes disminuidos en sección 29 (figura 4) que coinciden sustancialmente con los lados disminuidos en sección 27 de la cavidad de rebaje 26. Una lámina de liberación 66 se coloca sobre el parche de reprocesado 24. La lámina de liberación 66 permite que la resina fluya a través de la misma y puede comprender, sin limitación, fibra de vidrio recubierta con Teflón® poroso. En la realización de ejemplo mostrada en las figuras, la cavidad de rebaje 26 y el parche de reprocesado 24 son cada uno de forma sustancialmente circular. Sin embargo, debe observarse que el método y el aparato divulgados pueden usarse para reprocesar áreas 22 en las que la cavidad de rebaje 26 y el parche de reprocesado 24 no son circulares, por ejemplo ovaladas, cuadradas, etcétera.

Una o más láminas de medios de flujo porosos 62 (se muestran dos láminas en los dibujos) tal como, sin limitación, fibra de vidrio, cubren la lámina de liberación 66 y funciona para distribuir resina sobre el área del parche de reprocesado 24. Los medios de flujo 62 pueden incluir una muesca 64, generalmente circular, o de otra forma central que funciona para crear una "zona muerta" que ayuda en la generación de un frente de ondas deseado de resina que fluye al interior del parche de reprocesado 24. En algunas aplicaciones, la muesca 64 puede no ser necesaria cuando no se requiera por la geometría del parche 24. Un tubo 60 de distribución de resina, de espira en espiral, conformado de manera circular, que puede estar formado por nailon o un material similar, se deposita sobre la parte superior de los medios de flujo 62, y se extiende alrededor de su periferia. El tubo 60 de distribución de resina puede tener otras geometrías, dependiendo de la aplicación, y se acopla a un tubo 48 de suministro de resina. El tubo 48 de suministro de resina incluye una entrada 54 que se acopla al depósito de resina 46 (figura 1) que suministra resina a presión controlada al tubo 60 de distribución de resina. La bolsa de vacío 36 cubre el parche de reprocesado 24 así como el tubo 60 de distribución de resina, y se sella a la superficie externa 38 del revestimiento 20 por medio de un sellante adecuado 70, que puede comprender una cinta sellante. De conformidad con la invención, la fuente de vacío 42, comentada anteriormente con respecto a la figura 1, comprende como dispositivo de vacío una aguja de vacío 50. Una punta 25 sobre un extremo de la aguja hueca 50 se abre mientras que el otro extremo de la aguja hueca 50 se acopla al conducto de vacío 40. La aguja hueca 50 penetra 47 en la bolsa de vacío 36 y pasa a través de la muesca central 64 en los medios de flujo 62, hacia abajo al interior del parche de reparación 24, de manera que la punta abierta 25 de la aguja hueca 50 se coloca sustancialmente a lo largo del lado interno 33 de la parte más gruesa del parche de reprocesado 24, en la parte inferior 30 de la cavidad de rebaje 26. Un sellante adecuado 52, que puede ser similar al sellante 70 de bolsa de vacío, forma un sello sustancialmente hermético de vacío entre la aguja hueca 50 y la bolsa de vacío 36 en el punto en el que la aguja hueca 50 penetra 47 (figura 4) en la bolsa de vacío 36.

Durante su uso, después de que el parche de reprocesado 24 se ha colocado en la cavidad de rebaje 26, y el tubo

60 de distribución de resina y los medios de flujo 62 se han instalado, puede comenzar la infusión de resina y la bolsa de vacío 36 se vacía para aplicar presión de compactación al parche de reprocesado 24. La resina suministrada a presión desde el depósito de resina 46 fluye a través del tubo 48 de suministro de resina y después al interior del tubo 60 de distribución de resina en el que la misma fluye sobre y a través de los medios de flujo 62. La resina que fluye cubre los medios de flujo 62 que ayudan a distribuir de manera uniforme la resina que fluye sobre la superficie superior del parche de reprocesado 24. El depósito de vacío 44 genera vacío en el conducto de vacío 40, lo que da como resultado que la punta abierta 25 de la aguja hueca 50 reduzca la presión en la parte más gruesa del parche de reprocesado 24, cerca de la parte inferior 30 de la cavidad de rebaje 26. El área de baja presión en la punta abierta 25 es menor que la presión sobre la resina entrante. Esta presión reducida en la punta abierta 25 provoca que cualquier aire u otros elementos volátiles en el parche de reprocesado 24 se fuercen hacia fuera, mientras que la resina se fuerza hacia abajo a través del parche de reprocesado 24 a su parte más gruesa. El gradiente de presión garantiza que el parche de reprocesado 24 se infunde completamente con resina y que el aire no se atrapa dentro del parche de reprocesado 24 durante el proceso de infusión de resina. La resina en exceso, junto con cualquier aire/elementos volátiles presentes en el parche de reprocesado 24, se mueven al interior de la punta 25 y a través de la aguja hueca 50 al interior del conducto de vacío 40 que porta la resina en exceso/aire/elementos volátiles al depósito de vacío 44.

El parche de reprocesado 24 puede compactarse cíclicamente usando la bolsa de vacío 36. En este caso, se introduce aire al interior de la preforma de fibras secas y luego se vacía de una manera cíclica, compactando adicionalmente de ese modo la preforma. La presión en el depósito de resina 46 puede hacerse variar en relación con la presión dentro de la bolsa de vacío 36 con el fin de controlar mejor la presión de compactación de red aplicada al parche de reprocesado 24 a medida que se infunde con resina. El tamaño de la punta abierta 25 de la aguja 50 puede elegirse para permitir el flujo de resina libre a través de la aguja 50 suficiente para superar las fuerzas de fricción naturales sobre las paredes de la aguja 50 mientras que se minimiza el diámetro de la penetración hecha en la bolsa de vacío 36. Cuando el parche de reprocesado 24 está prácticamente impregnado por completo con resina, la resina en exceso comenzará a fluir a través de la aguja hueca 50 al interior del conducto de vacío 40 y se recogerá en el depósito de vacío 44. La cantidad de presión de vacío dentro de la bolsa de vacío 36 puede ajustarse para inducir el flujo de la resina en exceso al interior de la aguja 50. La presión dentro del depósito de vacío 44 también puede ajustarse para inducir el flujo de resina en exceso a través de la aguja hueca 50 y al interior del depósito de vacío 44. Tras la finalización de la infusión de resina del parche de reprocesado 24, y antes del curado, la aguja 50 puede extraerse del parche de reprocesado 24 y puede sellarse un orificio (no mostrado) que permanece en la bolsa de vacío 36 debido a la penetración previa mediante la aguja 50 usando un sellante adecuado, tal como el sellante de bolsa de vacío, con el fin de mantener la integridad de vacío de la bolsa 36 durante el curado.

Dependiendo de la aplicación, puede ser necesario o deseable colocar más de una fuente de vacío 42 (figura 1) cerca de las partes más gruesas de un parche de reprocesado 24 con una gran área. Por ejemplo, con referencia a la figura 5, un parche de reprocesado 24 de área relativamente grande se proporciona con múltiples agujas huecas 50 en ubicaciones separadas. Los sellos 52 sellan cada una de las agujas 50 a una bolsa de vacío 36 que cubre el área completa del parche de reprocesado 24. Una serie de conductos de salida de resina 40 acoplan las agujas huecas 50 con un depósito de vacío 24 que reduce la presión interna en el parche de reprocesado 24 en las ubicaciones de las agujas 50. La resina se hace fluir al interior del parche de reprocesado 24 a través de un tubo de espira en espiral 60 de distribución de resina que se acopla a un depósito de resina 46 mediante un tubo 48 de suministro de resina.

La figura 6 muestra las etapas globales de un método de reprocesado de una estructura 20 que usan una fuente de vacío 42 que se coloca dentro del parche 24 y se usa para forzar la resina a través del parche 24. Comenzando en la etapa 67, un parche adecuado 24 se coloca sobre la estructura 20, con el lado interno 33 del parche 24 en contacto con la estructura 20. En la etapa 69, una fuente de vacío 42 se inserta en el interior del parche 24 desde el lado externo 37 del parche 24. Entonces, en la etapa 71, la fuente de vacío 42 se usa para forzar la resina a través del parche 24 al lado interno 33 del parche 24. Si se desea, una lámina adhesiva, concretamente de 0,125-0,254 mm (0,005-0,010 pulgadas) de grosor, u otros medios de mejora de la línea de unión 39 puede colocarse entre el parche de fibras secas 24 y la cavidad de rebaje 26.

Ahora se dirige la atención a la figura 7 que ilustra las etapas globales de otro método de reprocesado de un área de una estructura 20 que usa un parche de reprocesado con infusión de resina 24. Comenzando en la etapa 72, un parche de reprocesado de fibras secas 24 se coloca sobre la estructura 20, de manera que un lado interno 33 del parche 24 está en contacto con la estructura 20. Si se desea, una lámina adhesiva, concretamente de 0,125-0,254 mm (0,005-0,010 pulgadas) de grosor, u otros medios de mejora de la línea de unión 39, puede colocarse entre el parche de fibras secas 24 y la cavidad de rebaje 26. En la etapa 74, una bolsa de vacío 36 se coloca sobre el parche de reprocesado 24 y se sella a la estructura 20. La bolsa de vacío 36 puede vaciarse para compactar el parche de reprocesado de fibras secas 24 según se desee, antes de su infusión con resina. En la etapa 76, una fuente de vacío 42 se coloca en el lado interno 33 del parche de reprocesado 24. En la etapa 78, se hace fluir resina sobre el lado externo 37 del parche de reprocesado 24, y en la etapa 80, la fuente de vacío 42 se usa para forzar la resina hacia abajo a través del parche de reprocesado 24 al lado interno 33 del parche de reprocesado 24 mientras que se

reduce la presión en el lado interno 33 del parche 24. En la etapa 82, la fuente de vacío 42 se retira después de la infusión del parche de reprocesado 24 con resina. La bolsa de vacío 36 puede mantener un nivel deseado de presión de compactación sobre el parche de reprocesado 24 a medida que comienza la infusión con resina durante las etapas 78 y 80. En la etapa 84, el parche de reprocesado infundido con resina 24 puede compactarse adicionalmente reduciendo la presión dentro de la bolsa de vacío 36. En la etapa 86, se cura el parche infundido con resina 24.

La figura 8 ilustra las etapas de un método de reprocesado de un revestimiento de material compuesto 20 según las realizaciones divulgadas. En la etapa 88, se prepara una preforma de parche de reprocesado de fibras secas 24, juntando capas de tejido seco de punto o trenzado. En la etapa 90, el revestimiento 20 se prepara y limpia en el área 22 que va a reprocesarse, y puede rebajarse, según las necesidades, para retirar inconsistencias y formar una cavidad de rebaje 26 en el interior de la que puede colocarse el parche de reprocesado 24. En la etapa 92, el parche de reprocesado 24 se instala en la cavidad de rebaje 26. Si se desea, una lámina adhesiva, concretamente de 0,125-0,254 mm (0,005-0,010 pulgadas) de grosor, u otros medios de mejora de la línea de unión 39 puede colocarse entre el parche de fibras secas 24 y la cavidad de rebaje 26. Opcionalmente, una lámina de acabado (no mostrada) puede aplicarse sobre el parche de reprocesado 24 en la etapa 94. En la etapa 96, se instalan medios de separación tal como una lámina de liberación 66, a continuación de lo que los medios de flujo 62 se instalan en la etapa 98. En la etapa 100, un tubo de suministro de resina que puede comprender un tubo de espira en espiral 60 de distribución de resina se instala y conecta con un depósito de resina 46. En la etapa 102, una bolsa de vacío 36 se instala de manera sellada sobre el parche de reprocesado 24. En la etapa 104, una aguja hueca 50 se inserta a través de la bolsa de vacío 36 y a través de la parte más gruesa del parche de reprocesado 24, y la aguja 50 se sella a la bolsa de vacío 36. Durante la inserción de la aguja hueca 50, una punta abierta 25 de la aguja 50 se coloca en la parte inferior de la cavidad de rebaje, en una ubicación en la que el parche de reprocesado 24 tiene un grosor máximo en el lado interno 33 del parche de reprocesado 24.

En la etapa 106, un conducto de salida de resina 40 se conecta entre la aguja hueca 50 y un depósito de vacío 44. La bolsa de vacío 36 se vacía en la etapa 108 para comenzar la compactación del parche de reprocesado 24. En la etapa 110, se inicia el flujo de resina haciendo fluir resina desde el depósito de resina 46 a través del tubo 60 de distribución de resina sobre los medios de flujo 62. En la etapa 112, el flujo de resina a través del parche de reprocesado 24 se controla controlando las presiones relativas del depósito de resina 46 suministrando resina al parche de reprocesado 24, y el depósito de vacío 44 usado para reducir localmente la presión en la parte más gruesa del parche de reprocesado 24 y mover hacia fuera la resina en exceso. En la etapa 114, la aguja hueca 50 se usa para aplicar vacío en la parte inferior 30 de la cavidad de rebaje 26 que, tanto reduce la presión en la parte más gruesa del parche de reprocesado 24 como fuerza la resina en exceso hacia fuera del parche de reprocesado 24 al interior del depósito de vacío 44. El vacío aplicado por la aguja hueca 50 es menor que la presión sobre la resina entrante, creando por tanto un diferencial de presión que lleva a que la resina fluya a la parte inferior de la cavidad de rebaje 26. En la etapa 116, se completa el proceso de infusión de resina, a continuación de lo que, en la etapa 118, la aguja 50 se extrae del parche de reprocesado 24 y se sella un orificio que permanece en la bolsa de vacío debido a la penetración previa mediante la aguja 50. El parche de reprocesado 24 se cura en la etapa 120, y en la etapa 122 el parche de reprocesado 24 curado puede recortarse, limpiarse, lijarse y suavizarse, según sea necesario.

Las realizaciones de la divulgación pueden hallar su uso en una variedad de posibles aplicaciones, en particular, en la industria del transporte, incluyendo, por ejemplo, aplicaciones aeronáuticas, navales, de automoción y otra aplicación en la que pueden usarse equipos de laminado automatizados. Por lo tanto, haciendo referencia ahora a las figuras 9 y 10, las realizaciones de la divulgación pueden usarse en el contexto del método 124 de fabricación y servicio de una aeronave, tal y como se muestra en la figura 9, y de una aeronave 126, tal y como se muestra en la figura 10. Las aplicaciones de aeronaves de las realizaciones divulgadas pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, revestimientos de material compuesto y otras estructuras portadoras de carga. Durante la producción previa, el método 124 ejemplar puede incluir la especificación y el diseño 128 de la aeronave 126 y la adquisición de materiales 130. Durante la producción, se lleva a cabo la fabricación 132 de componentes y subconjuntos y la integración de sistemas 134 de la aeronave 126. Después, la aeronave 126 puede pasar por la certificación y el envío 136 para así entrar en servicio 138. Mientras que esté en servicio para un usuario, la aeronave 126 está programada para disponer de un mantenimiento y asistencia 140 rutinarios, lo que puede incluir también su modificación, reconfiguración, rehabilitación y demás. El método divulgado puede emplearse para reprocesar, reparar o reforzar áreas estructurales de la aeronave 126 mientras está en servicio.

Cada uno de los procesos del método 124 puede realizarse o llevarse a cabo por un integrador de sistemas, un tercero y/o un operador (por ejemplo, un cliente). Para los propósitos de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitaciones, cualquier número de fabricantes de aeronave y subcontratistas de sistemas principales; una tercera parte puede incluir, sin limitaciones, cualquier número de proveedores, subcontratistas y distribuidores; y un operario puede ser una aerolínea, empresa de alquiler, institución militar, organización de servicios y demás.

Tal como se muestra en la figura 10, la aeronave 126 producida por el método ejemplar 124 puede incluir un fuselaje

142 con una pluralidad de sistemas 144 y un interior 146. Los ejemplos de los sistemas 144 de alto nivel incluyen uno o más de un sistema de propulsión 148, un sistema eléctrico 150, un sistema hidráulico 12, y un sistema medioambiental 154. Puede incluirse cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la divulgación pueden aplicarse a otras industrias, tales como la industria naval o la automovilística.

5

Los sistemas y métodos aquí representados pueden emplearse durante una cualquiera o más de las fases del método de producción y servicio 124. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes al proceso de producción 128 pueden reprocesarse mientras que la aeronave 126 está en servicio. Además, una o más realizaciones del aparato, realizaciones del método, o una combinación de las mismas pueden utilizarse durante las etapas de producción 132 y 134, por ejemplo, acelerando esencialmente el ensamblaje o reduciendo el coste de mantenimiento de una aeronave 126. De manera similar, una o más de realizaciones del aparato, realizaciones del método, o una combinación de las mismas pueden utilizarse mientras que la aeronave 126 está en servicio, por ejemplo y sin limitación, para mantenimiento y servicio 140.

10

La descripción de las diferentes realizaciones ilustrativas se ha presentado con fines de ilustración y descripción, y no se tiene por objeto que sea exhaustiva o que se limite a las realizaciones en la forma divulgada. Muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. Además, diferentes realizaciones ilustrativas pueden proporcionar diferentes ventajas, en comparación con otras realizaciones ilustrativas. La realización o realizaciones seleccionadas se eligen y se describen con el fin de explicar del mejor modo los principios de las realizaciones, la aplicación práctica, y para posibilitar que otros expertos habituales en la materia entiendan la divulgación de las diversas realizaciones con sus diversas modificaciones, según se adecuen al uso particular contemplado.

15

20

REIVINDICACIONES

1. Un método de reprocesado de un área (22) de una estructura de material compuesto (20), que comprende:
 - colocar un parche de fibras secas (24) sobre la estructura (20);
 - colocar una bolsa de vacío (36) sobre un lado externo (37) del parche (24);
 - 5 insertar una fuente de vacío (42) al interior del parche (24) desde el lado externo (37) del parche (24), en el que insertar la fuente de vacío (42) incluye además insertar una aguja hueca (50) a través de la bolsa de vacío (36), y formar un sello sustancialmente hermético de vacío (52) entre la aguja hueca (50) y la bolsa de vacío (36);
 - 10 infundir el parche (24) con resina haciendo fluir resina al interior del parche (24) desde el lado externo (37) del mismo; y
 - usar la aguja hueca (50) como fuente de vacío (42) para forzar la resina a través del parche (24) a un lado interno (33) del parche (24).
2. El método según la reivindicación 1, en el que colocar un parche (24) sobre la estructura (20) incluye:
 - colocar el parche de fibras secas (24) sobre la estructura (20), y
 - colocar una capa de mejora de unión entre el parche de fibras secas (24) y la estructura (20).
- 15 3. El método según la reivindicación 1 o 2, que comprende además:
 - retirar la fuente de vacío (42) del parche (24) después de que el parche (24) se ha infundido con resina.
4. El método según cualquier reivindicación anterior, que comprende además:
 - 20 formar un rebaje (26) parcialmente a través de un grosor (t) de la estructura (20), y en el que colocar el parche de fibras (24) sobre la estructura (20) incluye colocar el lado interno (33) del parche (24) frente a una parte inferior (30) del rebaje (26), e insertar la fuente de vacío (42) incluye insertar la aguja hueca (50) hacia abajo a través de la parte más gruesa del parche (24) a sustancialmente la parte inferior (30) del rebaje (26).
5. El método según la reivindicación 3, en el que retirar la fuente de vacío (42) del parche (24) incluye:
 - 25 extraer la aguja hueca (50) del parche (24) y de la bolsa de vacío (36), y sellar un orificio en la bolsa de vacío (36) que resulta de la penetración de la bolsa de vacío (36) durante la inserción de la aguja hueca (50) a través de la bolsa de vacío (36).
6. El método según cualquier reivindicación anterior, en el que insertar una fuente de vacío (42) al interior del parche (24) incluye:
 - 30 insertar una pluralidad de agujas huecas (50) a través del parche (24) en ubicaciones separadas sobre un área del parche (24).
7. El método según cualquier reivindicación anterior, que comprende además:
 - infundir el parche (24) con resina usando presión de resina diferencial.
8. El método según cualquier reivindicación anterior, en el que hacer fluir resina al interior del parche (24) desde el lado externo (37) del mismo incluye:
 - 35 colocar un tubo (60) de distribución de resina en el lado externo (37) del parche (24) por debajo de la bolsa de vacío (36), y
 - suministrar resina al interior del tubo (60) de distribución de resina.
9. Un aparato para reprocesar un área (22) de una estructura de material compuesto (20) que usa infusión de resina de un parche de fibras secas (24) que tiene lados interno y externo (33, 37), que comprende:
 - 40 una bolsa de vacío (36) adaptada para colocarse sobre el lado externo (37) del parche de fibras (24) para compactar el parche de fibras (24); **caracterizado porque** el aparato comprende además:
 - una aguja hueca (50) que pasa a través de la bolsa de vacío (36) y adaptada para extenderse hacia abajo a través de un grosor (d) del parche de fibras (24);
 - un sello de vacío (52) entre la aguja hueca (50) y la bolsa de vacío (36); y

un conducto de vacío (40) acoplado a la aguja hueca (50) para generar vacío en el lado interno (33) del parche de fibras (24).

10. El aparato según la reivindicación 9, que comprende además:

- 5 un depósito (46) de resina para suministrar resina al lado externo (37) del parche de fibras (24) a una presión atmosférica parcial controlada; y
una fuente de vacío acoplada a la aguja hueca (50) para generar vacío en el lado interno (33) del parche de fibras (24) y forzar la resina en exceso hacia fuera del parche de fibras (24).

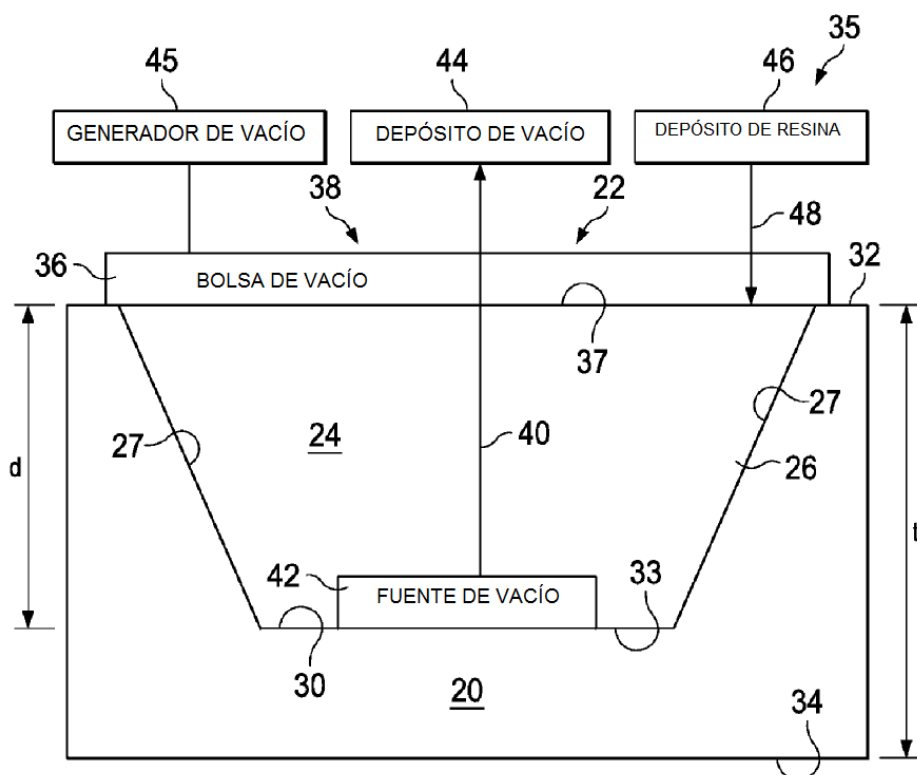


FIG. 1

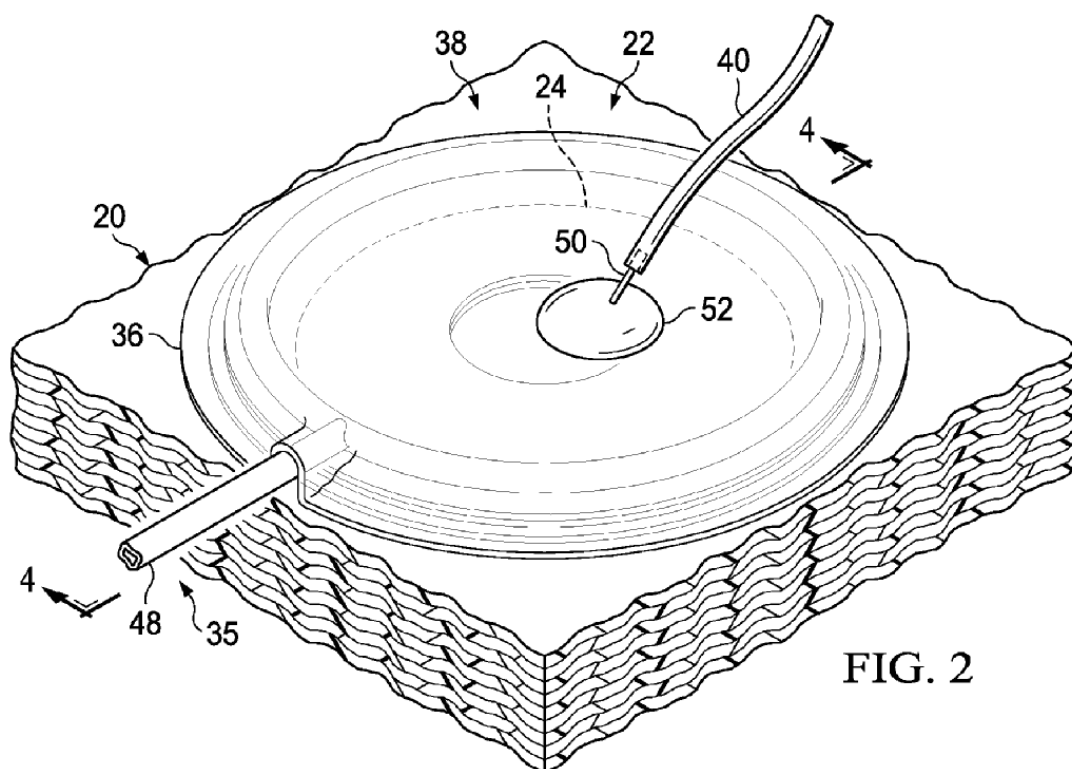
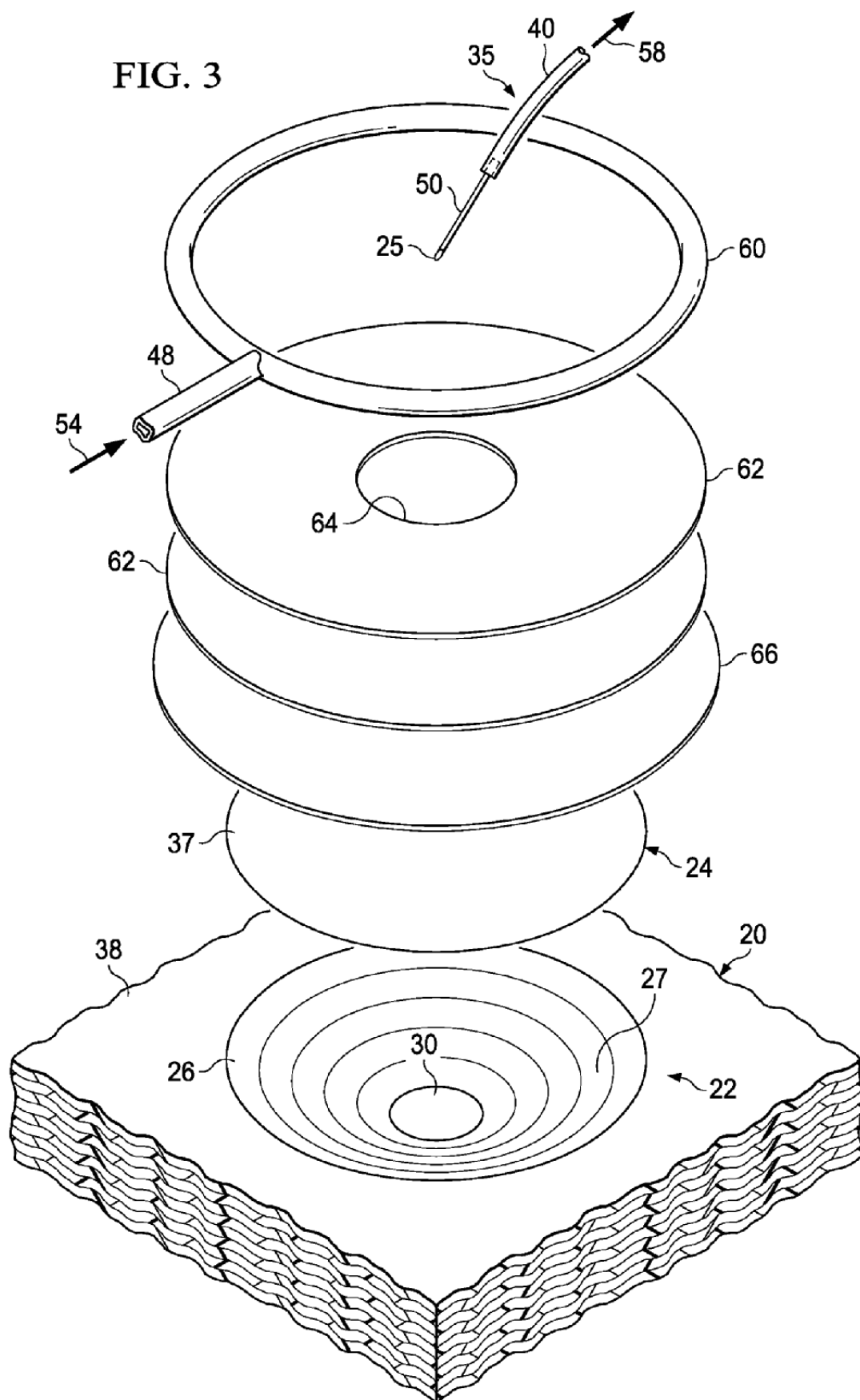


FIG. 2

FIG. 3



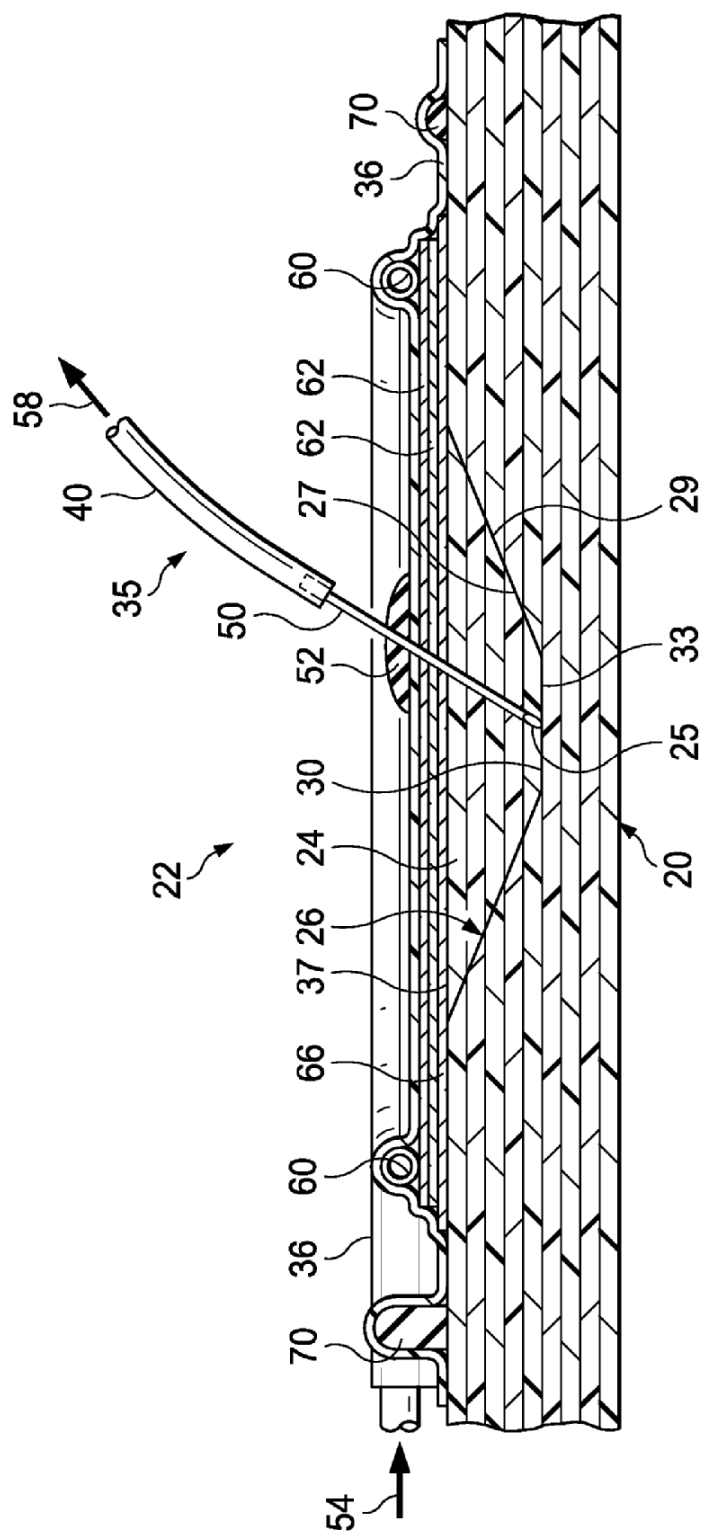
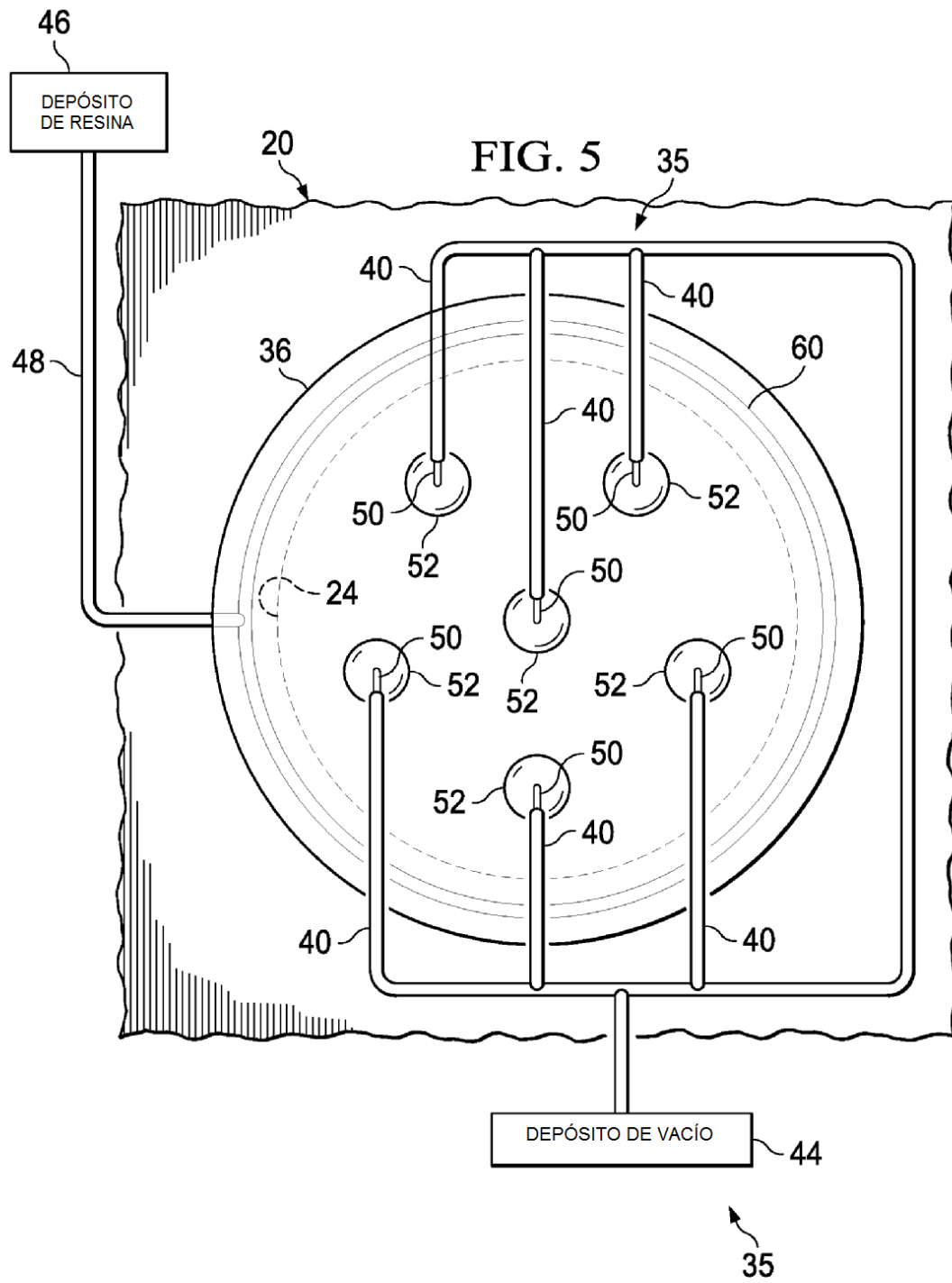


FIG. 4



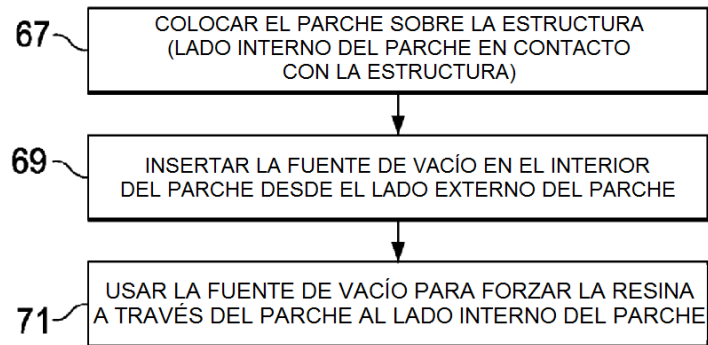


FIG. 6

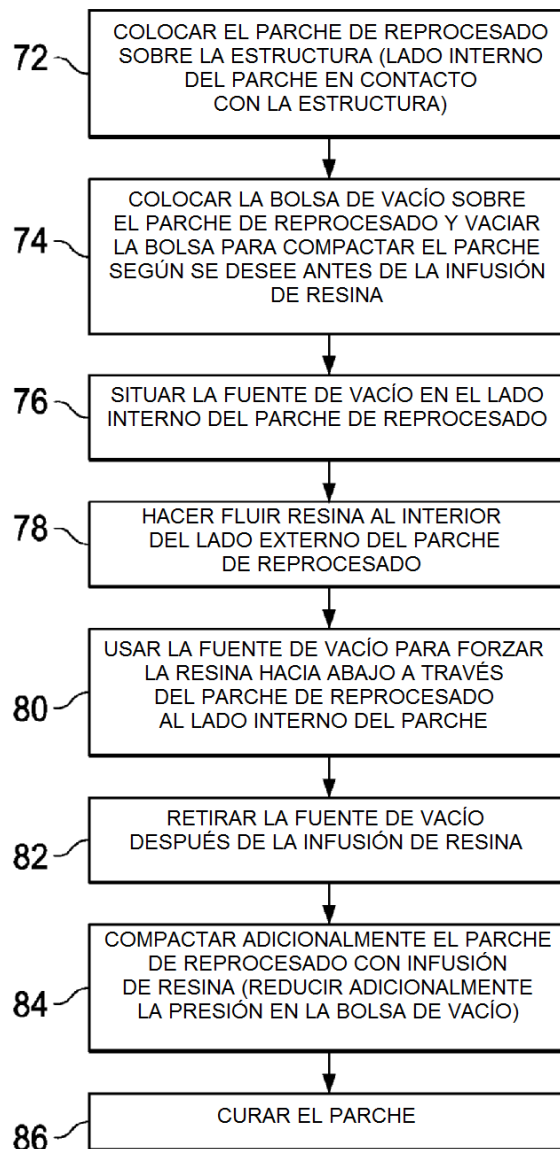


FIG. 7

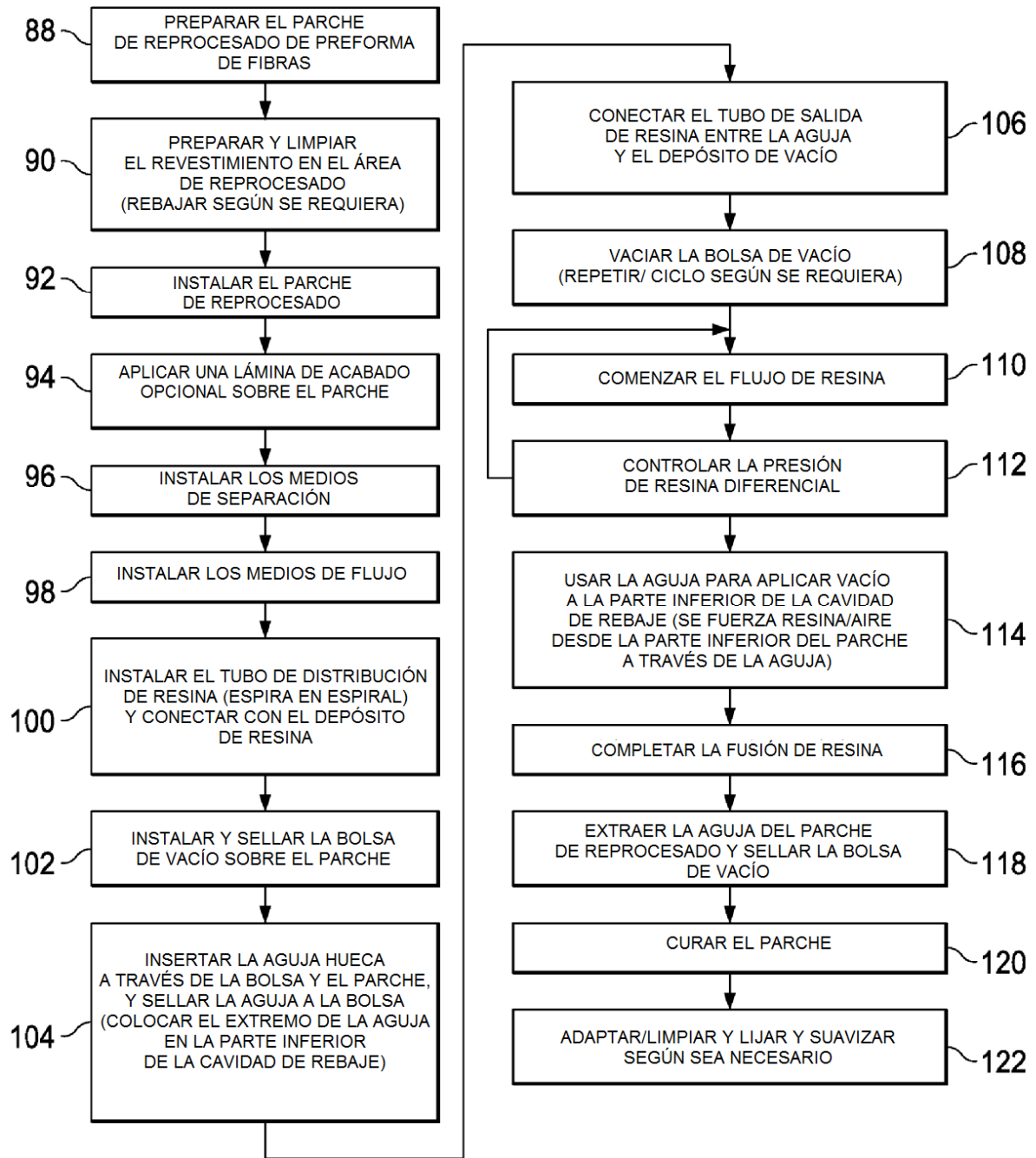


FIG. 8

