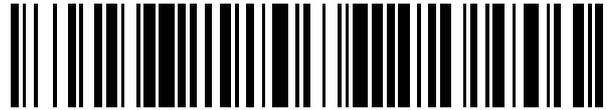


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 485 415**

51 Int. Cl.:

B29C 70/44

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.11.2011 E 11187924 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.05.2014 EP 2452808**

54 Título: **Infusión de resina de piezas compuestas usando una chapa metálica perforada**

30 Prioridad:

11.11.2010 US 944089

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

13.08.2014

73 Titular/es:

THE BOEING COMPANY (100.0%)

**100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**LOCKETT, PETER J.;
POOK, DAVID y
GLYNN, ANDREW K.**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 485 415 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

Infusión de resina de piezas compuestas usando una chapa metálica perforada

5 **Campo técnico**

Esta divulgación se refiere, en general, a la fabricación de estructuras compuestas, especialmente usando técnicas de infusión de resina, y trata más particularmente de una chapa metálica perforada para optimizar el flujo de resina a través de un componente de fibra.

10

Antecedentes

Una técnica para fabricar piezas compuestas implica infundir un componente de fibra seca con resina usando un proceso denominado infusión de resina. En una variación de este proceso, denominado infusión de resina asistida por vacío, después de que el componente de fibra se embolse al vacío sobre una herramienta, se provoca un que tanto compacta el componente de fibra como dirige la resina a través del componente para producir una pieza infundida con resina, compactada.

15

El documento US 4.942.013 desvela un proceso y sistema para impregnación al vacío de un refuerzo de fibra, tal como una tela de carbono, con una resina para producir un material compuesto de resina-fibra. La resina líquida entra en una disposición o sistema que comprende una capa de refuerzo de fibra sobre una herramienta o molde y se dirige mediante un sistema de trayectorias de flujo para impregnar la capa de refuerzo de fibra uniformemente a través de la anchura de la misma y a lo largo de la longitud de la capa de refuerzo de fibra. De acuerdo con una realización, una capa de refuerzo de fibra, por ejemplo, de tela de carbono se coloca sobre una herramienta. Una película de división porosa se aplica sobre la capa de refuerzo de fibra y una capa de purga, por ejemplo, de fibra de vidrio, se aplica sobre la película de división. Una película no porosa se coloca sobre la capa de purga, una tela transpirable, por ejemplo de fibra de vidrio, se aplica después sobre la película no porosa y una bolsa de vacío se coloca sobre todo el conjunto y se sella a la superficie del molde. Se alimenta resina líquida al conjunto dentro de la bolsa de vacío. Un medio dispersor de resina, por ejemplo, una tira transversal de tela de fibra de vidrio, o un medio mecánico, tal como un tubo acanalado, recibe la resina líquida y la distribuye inicialmente a través del panel adyacente a un extremo de la capa de refuerzo después de que se ha aplicado vacío al conjunto. La resina líquida se dirige a través de la tela de purga y a través de la capa de fibra de refuerzo desde un extremo al opuesto de la misma para impregnar completamente la misma. El sistema de resina está diseñado de manera que comenzará a gelificar cuando la resina líquida ha impregnado completamente la capa de refuerzo de fibra.

20

25

30

35

El documento WO 2006/096647 divulga un método de fabricación de una mesa de marcación. Se interpone una estructura de espuma entre un conjunto base y un conjunto superior para formar una estructura compuesta. El conjunto base incluye una primera estructura de fibra de carbono segmentada en su interior y el conjunto superior incluye una segunda estructura de fibra de carbono segmentada en su interior. Después se coloca una placa metálica adyacente a la estructura compuesta. La placa metálica incluye una pluralidad de aberturas en la placa metálica. Posteriormente, se genera un vacío cerca de la estructura compuesta. Se dirige una resina a través de la pluralidad de aberturas de la placa metálica usando el vacío generado hasta que la estructura compuesta se infunde con la resina. La placa metálica se retira de la estructura compuesta adyacente y la estructura compuesta infundida con resina se cuece en el horno. Después se fabrica la mesa de marcación.

40

45

El documento US 2003/0025231 divulga un aparato para fabricar estructuras de plástico reforzado con fibra. El aparato incluye una superficie del molde sobre la cual puede estar soportado un conjunto de una o más capas de un material fibroso y sobre la cual puede colocarse una lámina externa impermeable a fluidos con un puerto de entrada y que tiene sus bordes marginalmente sellados sobre la superficie del molde para formar una cámara. Se conecta una salida de vacío a la cámara para crear un vacío desde la misma. Se coloca un sistema de distribución de resina entre el conjunto y la lámina impermeable a fluidos. El sistema de distribución de resina incluye una lámina de distribución para recibir la resina desde el puerto de entrada y al menos una línea de distribución de resina plana conectada al puerto de entrada.

50

55

Un artículo de FC Campbell en "Manufacturing Processes for Advanced Composites" publicado el 18 de diciembre de 2003 por Elsevier, páginas 128 y 129, divulga el uso de placas metálicas para proporcionar acabados de superficie mejorados. Este documento divulga que es importante que la placa metálica sea suficientemente flexible para que no ocurra unión de superficie local. También se divulga que las placas metálicas pueden estar perforadas para permitir la evacuación de aire y, en algunos casos, el purgado de resina.

60

El proceso de infusión de resina puede presentar diversos problemas en algunas aplicaciones. Uno de estos problemas implica la necesidad de usar una capa desprendible que puede tener tendencia a restringir el flujo de resina desde la fuente de resina hasta el componente que se está infundiendo. Otro problema se refiere a las dificultades para adaptar el flujo de resina a través del área del componente debido al hecho de que el medio de distribución de resina tiende a distribuir la resina uniformemente a través del área del componente de fibra. Esta uniformidad del flujo de resina puede dar como resultado el "aislamiento" de ciertas áreas del componente, en

65

ocasiones denominado "privación de resina" provocadas por áreas infundidas con resina que aíslan áreas secas adyacentes de trayectorias de vacío activas. Otro problema implica la necesidad de localizar componentes de suministro de resina tales como canales, tubos y canalizaciones del componente de fibra de manera que no dejen ninguna marca sobre la pieza infundida. La localización de estos componentes de suministro de resina fuera del componente de fibra puede limitar el suministro de resina, puede aumentar las distancias de infusión y puede aumentar el tiempo de infusión a la vez que restringe la optimización del suministro de resina para un componente particular.

Otro problema más con los procesos de infusión de resina existentes resulta de la necesidad de colocar una capa desprendible flexible y un medio de distribución de resina flexible en contacto con el componente de fibra. Este contacto directo puede dar como resultado un acabado superficial relativamente rugoso sobre la pieza, comúnmente conocido como acabado del lado de la bolsa, que puede ser inaceptable en aplicaciones donde se requiere un acabado superficial suave, tal como en aplicaciones en aeronaves, que requieren un acabado superficial aerodinámico.

Otro problema surge en relación con la infusión de componentes integrados que comprenden múltiples piezas. En el caso de componentes integrados, las técnicas de infusión previas que usaban herramientas sencillas requerían una disposición compleja de bolsas y/o consumibles, mientras que aquellas que se usaban una disposición sencilla de bolsas/consumibles requerían herramientas complejas.

Por consiguiente, hay una necesidad de un método y aparato para infusión de resina que pueda eliminar la necesidad de una capa desprendible a la vez que permite la optimización del suministro de resina a través del área del componente de fibra, controlando así la cantidad de resina suministrada a las regiones particulares en el componente. Hay también necesidad de un aparato de infusión de resina que aumente la flexibilidad de las herramientas localizando el hardware de suministro de resina directamente encima del componente que se va a fundir, sin provocar marcas en la pieza mientras se proporciona un acabado suave de la pieza curada.

Sumario

De acuerdo con la presente invención se proporciona un aparato para fabricar piezas compuestas infundidas con resina y un método de fabricación de piezas compuestas infundidas con resina de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

Las realizaciones divulgadas proporcionan un método y aparato para infusión de resina que posibilita un suministro de resina preciso y personalizado a un componente de fibra, dando como resultado tiempos de infusión reducidos mientras que simultáneamente proporciona un acabado superficial aerodinámico y suave en el lado de la bolsa del componente y posibilita el uso de una herramienta simplificada para componentes complejos. La fiabilidad de infusión exitosa de las piezas puede mejorarse, lo que puede reducir la reelaboración y reparación de desechos. El método y aparato simplifica el conjunto de consumibles, que puede reducir el coste de fabricación y trabajo. Proporcionando un medio de infusión con permeabilidad personalizada en diferentes zonas del componente de fibra, las realizaciones divulgadas pueden permitir un intervalo más amplio de componentes que pueden fundirse con resina, mientras se reduce la complejidad de la herramienta interna y el potencial arrugado de los consumibles. Las realizaciones también pueden permitir disposiciones de herramientas más favorables mientras consiguen un acabado de la superficie OML relativamente suave en el lado del componente de fibra desde el que se infunde la resina. Las realizaciones proporcionan ventajas adicionales en el caso de infusión de resina de piezas complejas, tal como aquellas que tienen componentes integrados. Los componentes integrados pueden fundirse con resina usando tanto herramientas sencillas como disposiciones sencillas de bolsas y consumibles, mientras consiguen un acabado aerodinámico suave del lado de placa metálica o del lado de la bolsa.

De acuerdo con una realización, se proporciona un aparato de acuerdo con la reivindicación 1. Las perforaciones pueden tener una sección transversal ahusada, y pueden estar localizadas de forma no uniforme sobre el área de la chapa metálica.

De acuerdo con otra realización, se proporciona un método para fabricar piezas compuestas infundidas con resina de acuerdo con la reivindicación 9. El método puede incluir adicionalmente controlar la infusión del componente controlando la distribución de las perforaciones, la densidad de las perforaciones o el tamaño de las perforaciones. El método puede incluir adicionalmente hacer fluir la resina sobre la chapa metálica en una localización generalmente central sobre la chapa metálica.

Breve descripción de las ilustraciones

La Figura 1 es una ilustración de una vista en sección del aparato para infusión de resina de un componente de fibra.
 La Figura 2 es una ilustración de una vista isométrica de una porción de la chapa metálica usada en el aparato mostrado en la Figura 1.
 La Figura 3 es una ilustración de una vista en sección tomada a lo largo de la línea 3-3 en la Figura 2.

La Figura 4 es una ilustración similar a la Figura 3 pero que muestra resina que se ha infundido en el componente, en el que la resina permanece en las perforaciones de la chapa metálica.

La Figura 5 es una ilustración similar a la Figura 4 pero que muestra la chapa metálica que se ha separado del componente infundido.

5 La Figura 6 es una ilustración de un conjunto de despliegue para infusión de resina en el que las piezas se han despiezado parcialmente por claridad.

La Figura 7 es una ilustración de un diagrama de flujo de un método para infusión de resina usando el conjunto de despliegue mostrado en la Figura 6.

10 La Figura 8 es una ilustración de una vista en planta de una porción del aparato de infusión de resina que muestra una chapa metálica que tiene diferentes densidades de perforación para conseguir una infusión de resina personalizada.

La Figura 9 es una ilustración de una disposición de herramientas y despliegue para infusión de resina de componentes integrados.

15 La Figura 10 es una ilustración de un diagrama de flujo de producción de una aeronave y metodología de servicio.

La Figura 11 es una ilustración de un diagrama de bloques de una aeronave.

Descripción detallada

20 Haciendo referencia a la Figura 1, el aparato de infusión de resina 20 comprende ampliamente una herramienta 22, un componente de fibra 24 cubierto por una chapa metálica perforada 26, un medio de distribución de resina 25, una bolsa de vacío 28 y una fuente de resina 34. Como se usa en este documento, "componente" y "componente de fibra" se refieren a un componente de fibra seca o de fibra parcialmente impregnada (también conocido como "preforma") que se va a infundir con la resina usando un proceso de infusión de resina. El componente de fibra 24
25 puede tener o no una forma que está preformada. Los consumibles de salida 32 se colocan entre la herramienta 22 y el componente de fibra 24 y la chapa metálica 26 se apoya directamente encima del componente 24. La bolsa 28 que cubre el componente 24, la chapa metálica 26 y el medio de distribución de resina 25 se sellan a la herramienta 22 mediante un sello periférico 30.

30 La fuente de resina 34 se acopla mediante una línea de suministro de resina 36 a un puerto de entrada 38 que generalmente está localizado centralmente sobre la chapa metálica 26, dentro de la bolsa 28. La resina de la fuente 34 se introduce en la bolsa 28 a través del puerto de entrada 38 y fluye a través de un canal de entrada 40 y el medio de distribución 25 a través de y hacia fuera por encima de la chapa metálica 26. El exceso de resina se retira de la bolsa 28 a través de canales de salida 42, consumibles de salida 32 y una salida (no mostrada en la Figura 1)
35 donde se dirige a través de las líneas de salida 44 a un depósito de vacío de salida 46. La localización central del puerto de entrada 38 y el canal de entrada 40 en la chapa metálica 26 puede ayudar a controlar la distribución inicial de la resina 34 y la formación del frente de onda 76 (Figura 8) de la resina 34 a medida que esta fluye sobre la chapa metálica 26. La capacidad de controlar la distribución inicial de la resina 34 sobre el componente 24 y la infusión personalizada del componente 24 hacen posible que la chapa metálica perforada 26 pueda reducir las variaciones en la fracción en volumen de fibra de la pieza curada, mejorando de esta manera la calidad de la pieza.
40

El puerto de entrada 38 y el canal de entrada 40 se apoyan directamente encima del medio de distribución 25 y la chapa metálica 26. En otras realizaciones, el puerto de entrada 38 y el canal de entrada 40 pueden estar localizados en otras posiciones encima de la chapa metálica 26. En otras realizaciones más, pueden acoplarse uno o más
45 colectores (no mostrados) con el puerto de entrada 38 para distribuir resina a diferentes localizaciones sobre la chapa metálica 26. La rigidez relativa de la chapa metálica perforada 26 permite la colocación del hardware de suministro de resina, es decir, el puerto de entrada 38 y el canal de entrada 40, directamente sobre el componente 24 sin provocar ninguna marca sustancial sobre la pieza. En general, la localización del puerto de entrada 38 y el canal de entrada 40 centralmente sobre la chapa metálica 26 puede dar como resultado tiempos de infusión
50 mínimos. La chapa metálica perforada 26 puede eliminar la necesidad de usar una capa desprendible de restricción de flujo (no mostrada), y puede optimizar el suministro de resina al componente a través de la variación y la densidad de perforación y, de esta manera, la capacidad de variar la cantidad de resina suministrada a regiones particulares del componente 24. Sin embargo, en algunas aplicaciones, para conseguir un acabado superficial deseado del componente infundido 24, puede colocarse una capa desprendible (no mostrada) entre la chapa
55 metálica 26 y el componente 24.

Con referencia ahora a ambas Figuras 1 y 2, la chapa metálica 26 puede formarse de cualquier material laminar relativamente rígido tal como, sin limitación, acero inoxidable o aluminio que tenga un acabado superficial adecuado para la aplicación. Cuando se desea conseguir un acabado superficial relativamente suave sobre el componente
60 infundido 24, la chapa metálica 26 debería tener también un acabado superficial relativamente suave, puesto que ese acabado se conferirá sustancialmente al componente 24. En una aplicación típica, la chapa metálica 26 puede tener un espesor de aproximadamente 0,8 a 2 mm, pero puede tener cualquier otro espesor que sea adecuado para la aplicación particular y los requisitos de fabricación. En algunas aplicaciones, por las razones analizadas a continuación, puede ser deseable seleccionar un material para la chapa metálica 26 que tenga un coeficiente de
65 expansión térmica (CTE) que sea sustancialmente diferente de el del material compuesto.

La chapa metálica 26 puede formarse con cualquier forma, incluyendo formas planas y contorneadas que coinciden con la forma final de la pieza y puede tener la capacidad de deformarse y, por lo tanto, de adaptarse a la forma de la herramienta 22, incluyendo deformación al vacío durante el procesamiento. La chapa metálica 26 tiene una multiplicidad de perforaciones 48 en su interior a través de las cuales la resina puede fluir desde la parte superior 5 26a de la chapa metálica 26 donde se distribuye por el medio 25 hacia el componente 24 que está en contacto cara a cara con el fondo 26b de la chapa metálica 26. El número, tamaño, densidad, localización y distribución de las perforaciones 48 en la chapa metálica 26 puede variar dependiendo de la configuración, geometría y variaciones de espesor del componente 24. En una realización práctica que proporciona resultados satisfactorios, por ejemplo, y sin limitación, las perforaciones 48 pueden tener un diámetro entre aproximadamente 1,5 y 2,5 mm, separadas 10 aproximadamente de 15 a 25 mm. En otra realización práctica que proporciona resultados satisfactorios, las perforaciones 48 pueden tener un diámetro de aproximadamente 0,5 mm y pueden estar separadas aproximadamente 4 mm entre sí.

Como se analiza más adelante con más detalle, el diseño y distribución de las perforaciones 48 en la chapa metálica 15 26 puede variar de relativamente denso a relativamente disperso para adecuarse a los requisitos de suministro de resina del componente 24 subyacente. De hecho, algunas áreas (no mostradas) de la chapa metálica 26 pueden carecer de perforaciones 48 y, de esta manera, son impermeables donde el componente 24 subyacente no requiere un suministro de resina activa desde arriba. El número y diámetro de las perforaciones 48 puede depender también, 20 al menos en parte, de la viscosidad de la resina.

Haciendo referencia a la Figura 3, las perforaciones 48 pueden tener una conicidad 50 que puede extenderse parcial o completamente a través de la chapa metálica 26. La Figura 4 muestra la resina 52 que ha llenado el medio de 25 distribución 25 encima de la chapa metálica 26 y que ha pasado a través de perforaciones totalmente ahusadas 48, dejando las perforaciones 48 llenas con resina 52 después del proceso de infusión y curado. Haciendo referencia a 25 la Figura 5, después del curado de la resina 52, la chapa metálica 26 puede separarse del componente curado 24, como se muestra mediante las flechas 56, dando como resultado que quede un tapón de resina curada 55 en las perforaciones 52. Debido a la conicidad 50, los tapones 55 pueden retirarse de la chapa metálica 26 donde el medio de distribución de resina 25 se desprende de la parte superior de la chapa metálica 26. En la realización ilustrada, en 30 la que la conicidad 50 se extiende por toda la profundidad de las perforaciones 48, los tapones 52 pueden romperse limpiamente de la superficie 24a del componente 24 y dejar una superficie sustancialmente suave 24a que está sustancialmente libre de marcas. En las aplicaciones donde el CTE de la chapa metálica 26 es sustancialmente diferente de el del material compuesto 52, la contracción de la chapa metálica 26 durante el enfriado después del curado puede dar como resultado el cizallamiento de los tapones de resina 52 del componente curado 24 35 subyacente, facilitando de esta manera la separación de la chapa metálica 26 del componente curado 24.

Se dirige la atención ahora a la Figura 6, que ilustra otra disposición de herramientas en la cual se usa una chapa 40 metálica curva 26 en combinación con una herramienta IML (línea de molde interno) 58 que tiene una superficie de herramienta IML 60. En este ejemplo, el componente 24 se coloca entre la chapa metálica 26 y la superficie de la herramienta IML 60. Las entradas/salidas de infusión de resina y canales asociados no se muestran en la Figura 6 para simplificar la descripción. El medio de distribución de resina 25 y la bolsa de vacío 28 se colocan sobre la chapa 45 metálica 26. Aunque no se muestra en la Figura, la bolsa 28 se sella (no mostrado) alrededor del perímetro de la herramienta 58. En este ejemplo, la resina introducida en la bolsa 28 se distribuye a través de la chapa metálica 26 por el medio de distribución 25 y pasa a través de las perforaciones 48 en la chapa metálica 26, infundiéndose el componente de fibra 24. La bolsa 28 compacta el componente 24 entre la superficie de la herramienta IML 60 y la 50 superficie de la herramienta OML 62 definida por la chapa metálica 26. Esta disposición da como resultado una pieza acabada que tiene acabados de superficie IML y OML sustancialmente suaves, mientras que evita la necesidad de consumibles entre la herramienta 58 y el componente 24, así como la necesidad de herramientas hembra complejas. Los acabados de superficie IML y OML relativamente suaves que permanecen sobre la pieza pueden reducir o eliminar la necesidad de operaciones de acabado superficiales después del curado de la pieza. La 55 Figura 7 ilustra las etapas de un método de infusión de resina usando la chapa metálica perforada 26 descrita previamente. Empezando en 64, se coloca un componente de fibra 24 sobre una herramienta 58, tal como la mostrada en la Figura 6. A continuación en 66, una chapa metálica perforada 26 y un medio de distribución de resina 25 se colocan sobre el componente de fibra 24. Después se coloca la bolsa de vacío 28 sobre el medio 25, la chapa metálica 26 y la herramienta 58. En 69, se crea vacío en la bolsa 28, lo que compacta y consolida el componente 24. Finalmente, en la etapa 70, el componente seco 24 se infunde con resina a través de la chapa metálica perforada 26.

Se dirige la atención ahora a la Figura 8 que ilustra una chapa metálica perforada 26 en la que la permeabilidad 60 relativa de la chapa metálica 26 es diferente en ciertas áreas de la chapa metálica 26. Esta diferencia en la permeabilidad puede conseguirse alterando el tamaño de las perforaciones 48 y/o la densidad de las perforaciones 48. En el ejemplo mostrado en la Figura 8, las áreas con diseño 75 de la chapa metálica 26 tienen una densidad de perforación que es mayor que la de otras áreas 77 de la chapa metálica 26. Esta variación en la densidad dará como resultado una variación de la permeabilidad de la chapa metálica 26, que permite un mejor control del diseño de 65 infusión de la resina suministrada al componente seco 24 subyacente (no mostrado en la Figura 8) a través de la chapa metálica 26. Aunque no se muestra en las Figuras, la chapa metálica 26 puede tener áreas que no contienen ninguna perforación donde el componente 24 no requiere un suministro activo de resina.

La Figura 8 ilustra también el puerto de entrada 38 y el canal de entrada 40 localizado encima de y aproximadamente a medio camino de la anchura "W" de la chapa metálica 26. Este posicionamiento central del puerto de entrada 38 y el canal de entrada 40 esencialmente divide por la mitad la distancia "W" que la resina debe desplazarse ($W/2$) para infundir el componente 24, reduciendo de esta manera los tiempos de infusión de resina en comparación con una disposición donde la resina se alimenta desde el lado del componente 24. Aunque en la realización ilustrada se muestra un único canal de entrada recto 40 localizado centralmente, pueden usarse múltiples canales que forman un colector (no mostrado) para distribuir la resina, como se ha mencionado anteriormente.

La resina fluye a través del puerto de entrada 38 y a lo largo del canal de entrada 40, que da como resultado un flujo de salida de resina a través del medio de distribución de resina 25 (no mostrado en la Figura 8) indicado por las flechas 74, a través de la chapa metálica 26. Las líneas que representan el contorno del frente de onda de un flujo de resina sustancialmente uniforme se muestran en 76. Los frentes de onda de flujo de resina 76 se controlan mediante la chapa metálica 26. En el ejemplo ilustrado, las áreas 75 de la chapa metálica 26 tienen una mayor densidad de perforaciones 48 están superpuestas a porciones más gruesas (no mostradas) del componente subyacente 24 mientras que las áreas 77 de la chapa metálica 26 que tiene una menor densidad de perforaciones 48 están superpuestas a las porciones más finas (no mostradas) del componente subyacente 24. Las áreas 75 que tienen una mayor densidad de perforaciones 48 dan como resultado que se suministre resina adicional a las porciones correspondientes del componente subyacente 24. Como resultado, las áreas más gruesas y más finas del componente 24 pueden infundirse a una velocidad sustancialmente uniforme, y los frentes de onda sustancialmente uniformes 74 del flujo de resina pueden dar como resultado el evitar las áreas de aislamiento.

El uso de una chapa metálica 26 que tiene una permeabilidad variable sobre su área puede utilizarse para controlar mejor el diseño de infusión y el suministro de resina al componente 24 para conseguir una impregnación con resina selectivamente variable, pero robusta, del componente 24. Variando la permeabilidad de la chapa metálica, puede utilizarse un mayor suministro de resina en áreas donde se requiera, por ejemplo, en un área gruesa del componente 24 (por debajo de las áreas perforadas 75), en ocasiones denominada capa engrosada, y se proporciona un suministro menor a las áreas más finas del mismo componente, tal como aquellas por debajo de las áreas perforadas 77. El diámetro de las perforaciones 48 en la chapa metálica 26 puede variarse para controlar la velocidad de infusión de resina en el componente 24. La permeabilidad variable de la chapa metálica 26 ayuda a conseguir el diseño de infusión deseado, y puede evitar características de flujo indeseables tales como áreas de aislamiento, huecos y/o regiones carentes de resina. Tales diseños de infusión pueden optimizarse mediante modelado del proceso de infusión de la chapa metálica 26, incluyendo el diseño de perforación y el conjunto de componentes asociados.

La Figura 9 ilustra el uso de una chapa metálica perforada 26 como parte de la herramienta usada para infundir resina a un componente integrado de dos piezas 24 que, en este ejemplo, comprende una viga de refuerzo con forma de sombrero 88. El componente 24 se coloca en una cavidad 86 en una herramienta IML 80 y un mandril 82 se coloca dentro de un componente con forma de sombrero 24. La chapa metálica 26 se coloca sobre la base 90 de la viga de refuerzo 88 y la bolsa 28 se coloca sobre el medio de distribución de resina 24 y la chapa metálica 26. La chapa metálica 26 actúa como una herramienta OML que confiere un acabado de superficie OML sustancialmente suave a la viga de refuerzo 88. Esta disposición de herramienta evita la necesidad de consumibles de infusión para adaptarse a las estructuras internas de la herramienta y da como resultado una superficie de herramienta OML suave 90 sobre la base 90. La chapa metálica 26 puede incluir perforaciones 48 de mayor densidad y/o mayor diámetro en el área 85 superpuesta en la sección de sombrero 87 para asegurar que se infunde la resina adecuada hacia abajo hacia la sección de sombrero 87 del componente 24 dentro de la cavidad 86. Puede conseguirse también una infusión de resina adecuada de la sección de sombrero 87 introduciendo resina en el extremo (no mostrado) de la cavidad 86, infundiéndolo de esta manera la sección de sombrero 87 longitudinalmente además de la infusión de resina conseguida a través de la plancha metálica 26. La disposición anterior es particularmente ventajosa en tanto que permite el uso de una herramienta sencilla y disposiciones sencillas de bolsa y consumibles, a la vez que da como resultado piezas que tienen un acabado aerodinámicamente suave del lado de chapa o del lado de la bolsa.

Haciendo referencia a continuación a las Figuras 10 y 11, las realizaciones de la divulgación pueden usarse en el contexto de fabricación de una aeronave y su método de servicio 92 como se muestra en la Figura 10 y en una aeronave 94 como se muestra en la Figura 11. Durante la pre-producción, un método ejemplar 92 puede incluir especificación y diseño 96 de la aeronave 94 y obtención de material 98. Durante la producción, tiene lugar la fabricación del componente y el subconjunto 100 y la integración del sistema 102 de la aeronave 94. Durante la etapa 100, el método divulgado y el aparato pueden emplearse para fabricar piezas compuestas tales como secciones del fuselaje que después se ensamblan en la etapa 102. Posteriormente, el avión 94 puede pasar a certificación y suministro 104 para ponerlo en servicio 106. Mientras está en servicio para un cliente, la aeronave 94 puede estar programada para mantenimiento y servicio rutinarios 108 (que puede incluir también modificación, reconfiguración, restauración y similares).

Cada uno de los procesos del método 92 puede realizarse o llevarse a cabo mediante un integrador de sistema, un tercero y/o un operario (por ejemplo, un cliente). Para los fines de esta descripción, un integrador de sistema puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas del sistema principal; un

tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operario puede ser una aerolínea, una compañía de arrendamiento, una entidad militar, una organización de servicios y similares.

- 5 Como se muestra en la Figura 11, la aeronave 94 producida por el método ejemplar 92 puede incluir un fuselaje 110 con una pluralidad de sistemas 112 y un interior 114. El método y aparato divulgados pueden emplearse para fabricar secciones de la aeroestructura que forman parte del fuselaje 110. Los ejemplos de los sistemas de alto nivel 112 incluyen uno o más sistemas de propulsión 116, un sistema eléctrico 118, un sistema hidráulico 120 y un sistema medioambiental 122. Puede incluirse cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo
10 aeroespacial, los principios de la invención pueden aplicarse a otras industrias tales como la industria del automóvil.

- El aparato representado en este documento puede emplearse durante una cualquiera o más de las fases de producción y el método de servicio 92. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes al proceso de producción 100 pueden fabricarse o manufacturarse de una manera similar a los componentes y subconjuntos producidos mientras la aeronave 132 está en servicio. Asimismo, puede utilizarse una o más realizaciones de
15 aparatos durante las etapas de producción 100 y 102, por ejemplo, acelerando sustancialmente el montaje o reduciendo el coste de una aeronave 942. Análogamente, puede utilizarse una o más realizaciones del aparato mientras la aeronave 94 está en servicio, por ejemplo, y sin limitación, mantenimiento y servicio 108.

- 20 Aunque las realizaciones de esta divulgación se han descrito con respecto a ciertas realizaciones ejemplares, debe entenderse que las realizaciones específicas son con fines de ilustración y no de limitación, puesto que a los expertos en la materia se les ocurrirán otras variaciones.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para fabricar piezas compuestas infundidas con resina, que comprende:

5 una chapa metálica (26) que tiene perforaciones (48) en su interior para controlar el flujo de resina a través de un componente (24) durante la infusión de resina, estando **caracterizado** el aparato **por**:

10 la chapa metálica que tiene áreas con diseño (75) que tiene perforaciones (48) y otras áreas (77) que tienen perforaciones (48), donde las áreas con diseño (75) de la chapa metálica tienen una densidad de perforación que es mayor que la de otras áreas (77) de la chapa metálica, de manera que esta variación de densidad da como resultado una variación de la permeabilidad de la chapa metálica (26).

2. El aparato de la reivindicación 1, donde las perforaciones (48) tienen una sección transversal ahusada.

15 3. El aparato de la reivindicación 1, donde la chapa metálica generalmente es rígida.

4. El aparato de la reivindicación 1, donde la chapa metálica comprende además al menos un área que no contiene ninguna perforación.

20 5. El aparato de la reivindicación 1, donde el tamaño de algunas de las perforaciones es mayor que el de otras perforaciones.

6. El aparato de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

25 un medio de distribución de resina que cubre la chapa metálica (24) para distribuir la resina sobre la chapa metálica.

7. El aparato de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

30 una capa desprendible entre el componente (24) y la chapa metálica (26).

8. Un método para fabricar piezas compuestas infundidas con resina, que comprende:

35 colocar un componente de fibra (24) sobre una herramienta;
colocar una chapa metálica que tiene áreas con diseño (75) que tiene perforaciones (48) y otras áreas (77) que tienen perforaciones (48), donde las áreas con diseño (75) de la chapa metálica tienen una densidad de perforación que es mayor que la de otras áreas (77) de la chapa metálica, de manera que esta variación en la densidad da como resultado una variación de la permeabilidad de la chapa metálica (26); y
40 infundir el componente con resina a través de las perforaciones (48) en la chapa metálica de manera que se proporciona un mayor suministro de resina a la porción del componente (24) por debajo de las áreas con diseño (75) y se proporciona un menor suministro de resina a la porción del componente (24) por debajo de las otras áreas (77).

45 9. El método de la reivindicación 8, que incluye controlar adicionalmente la infusión del componente controlando el tamaño de las perforaciones.

10. El método de la reivindicación 8, que incluye adicionalmente colocar una capa desprendible entre la chapa metálica (26) y el componente (24).

50 11. El método de la reivindicación 8, que incluye adicionalmente colocar un medio de distribución de resina sobre la chapa metálica (26).

12. El método de la reivindicación 8, que incluye adicionalmente:

55 hacer fluir la resina sobre la chapa metálica (26) en una localización generalmente central de la chapa metálica.

13. El método de la reivindicación 8, que incluye adicionalmente:

60 controlar el flujo de resina hacia el componente usando la chapa metálica (26).

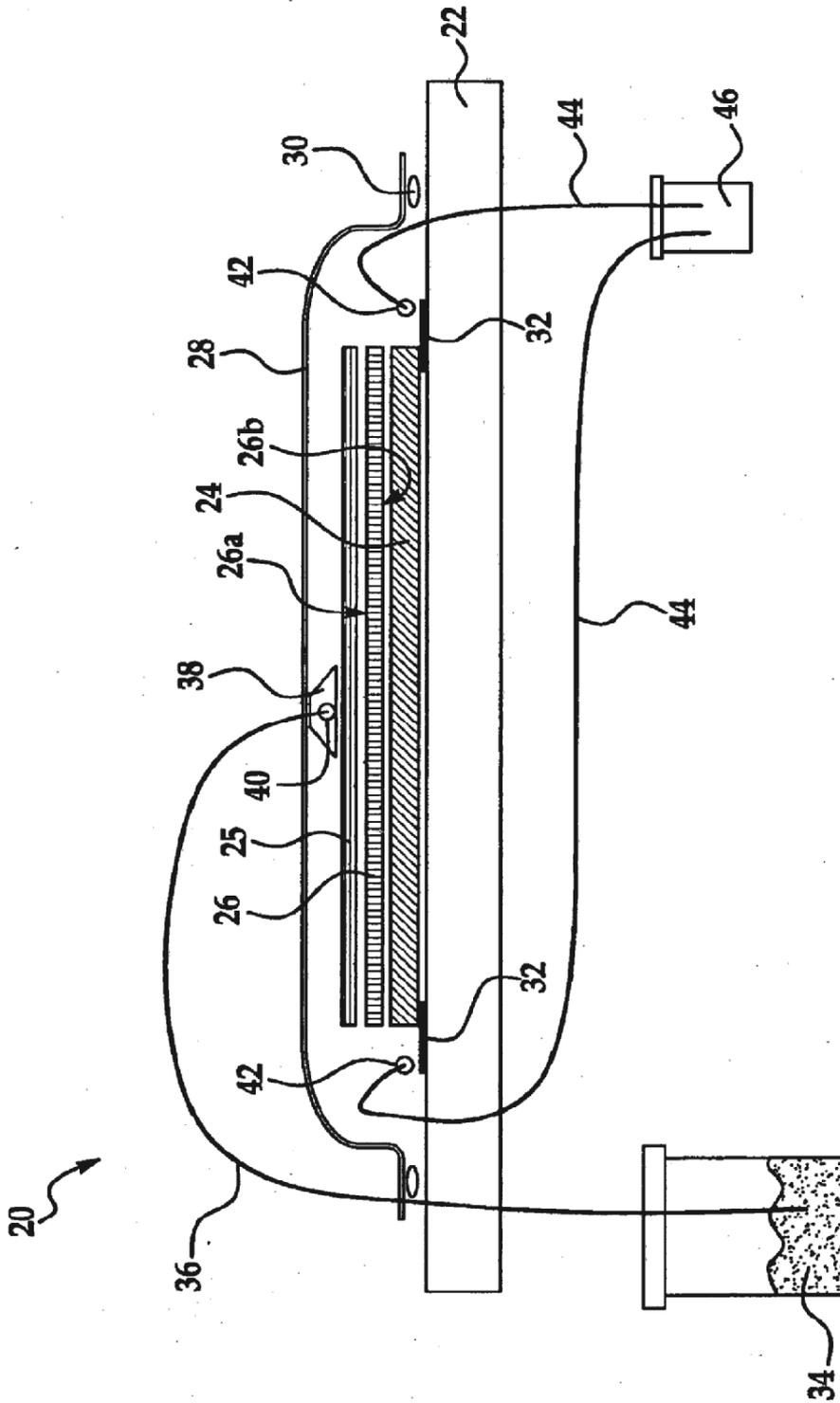


FIG. 1

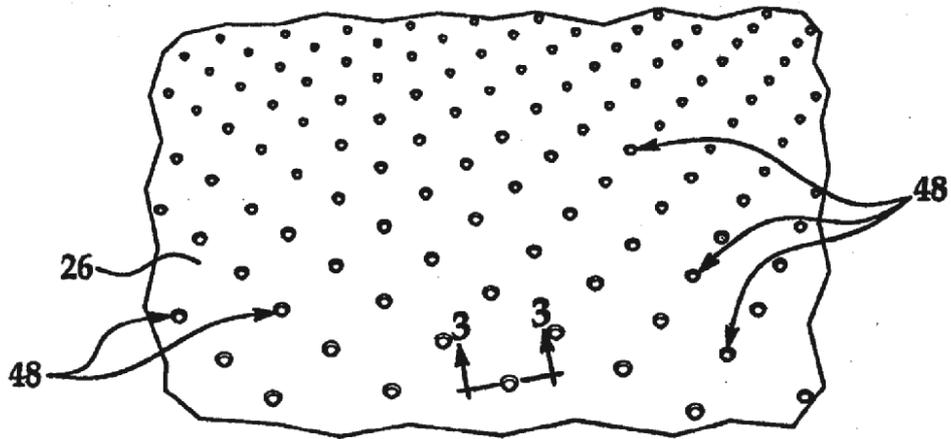


FIG. 2

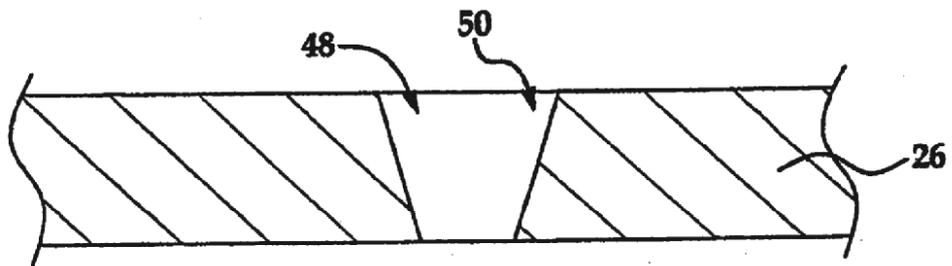


FIG. 3

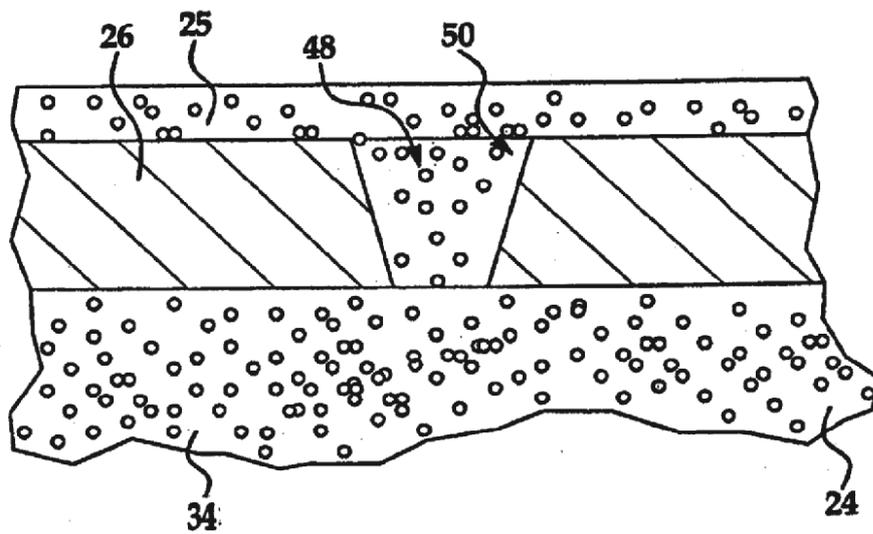


FIG. 4

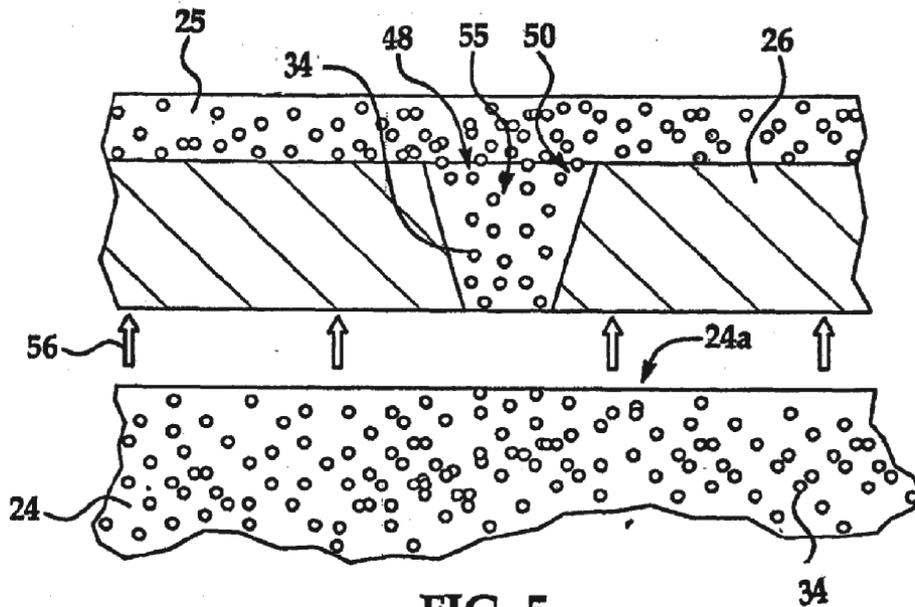


FIG. 5

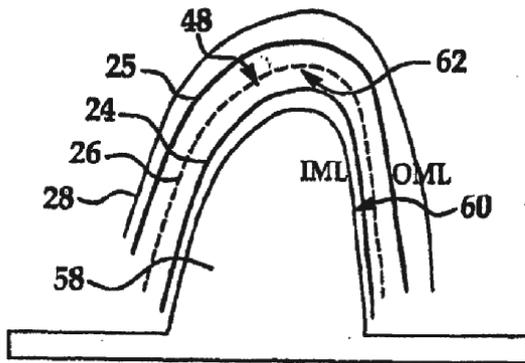


FIG. 6

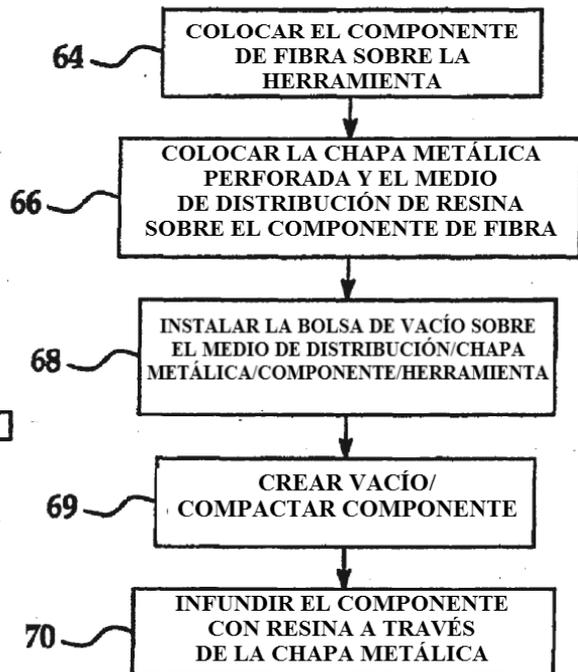


FIG. 7

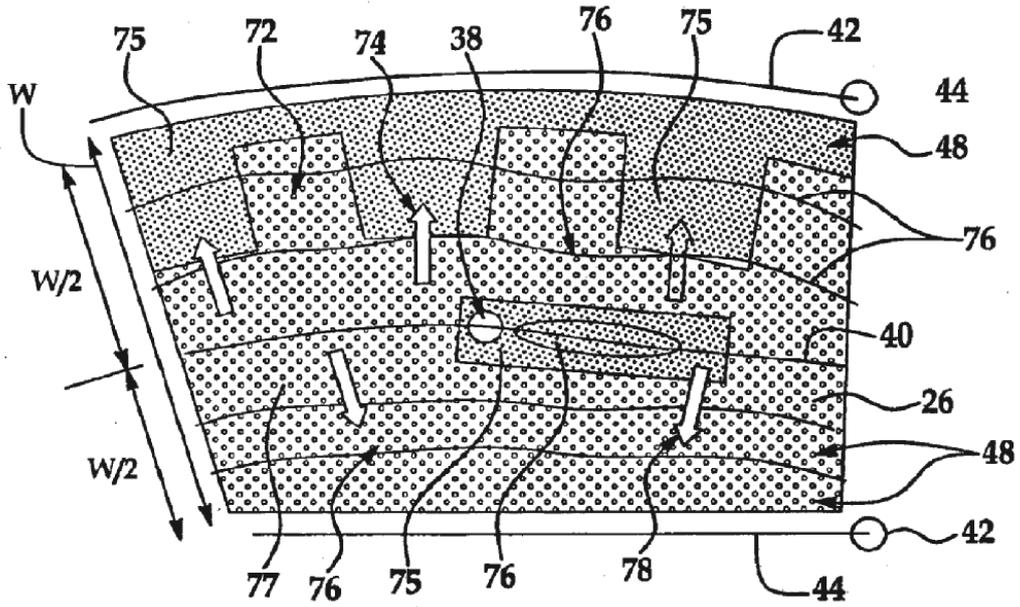


FIG. 8

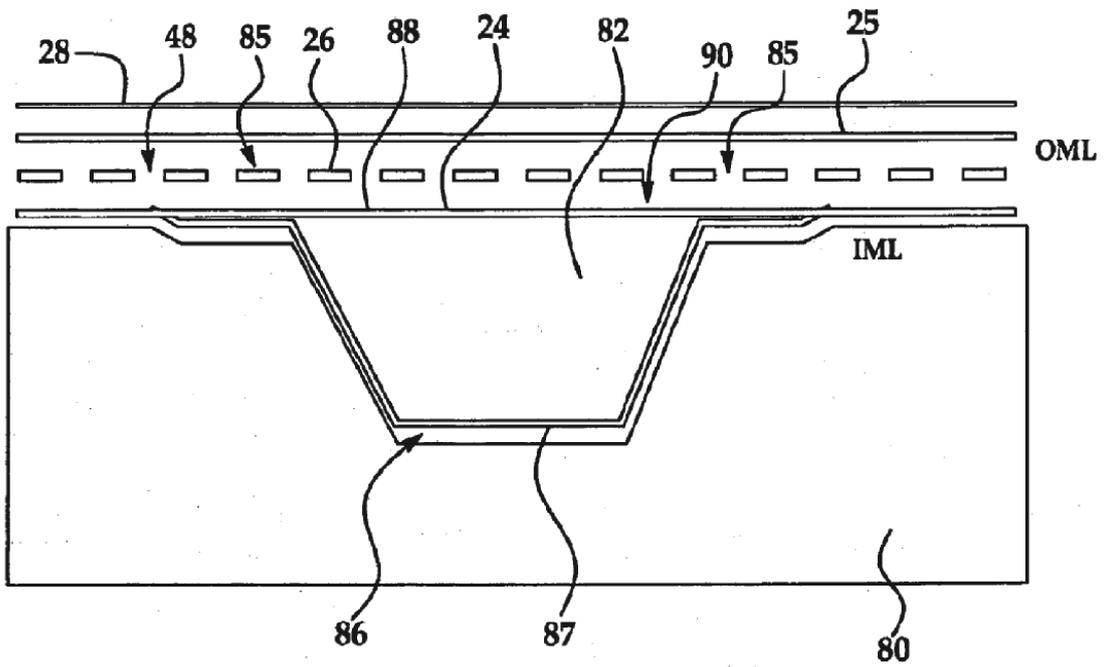


FIG. 9

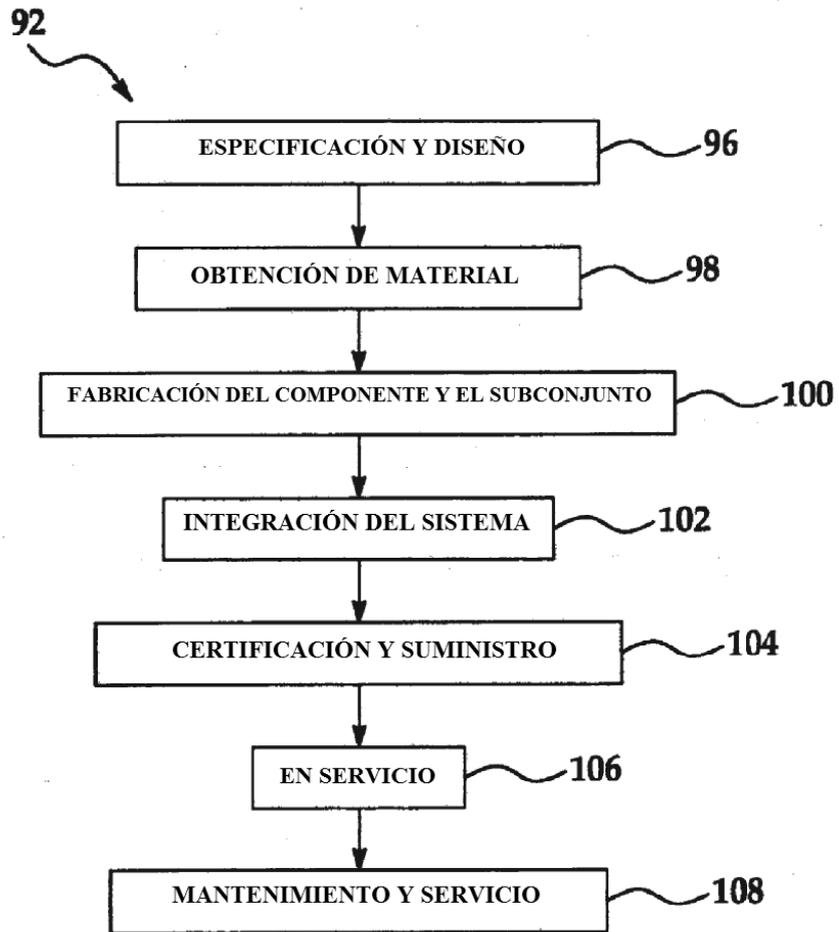


FIG. 10

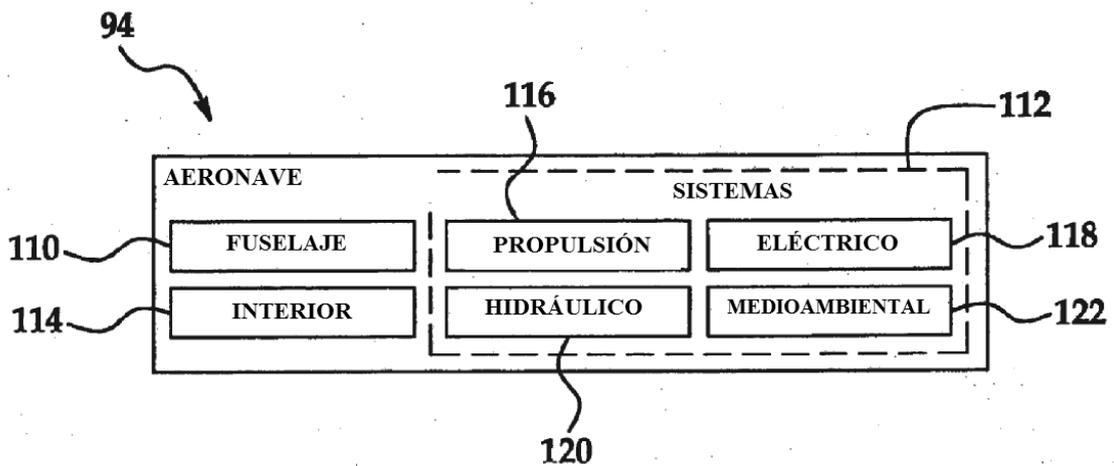


FIG. 11