

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 671 185**

51 Int. Cl.:

G01M 3/22 (2006.01)

B29C 70/44 (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2015** **E 15382281 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2018** **EP 3098585**

54 Título: **Métodos y sistemas de inspección para detectar fugas en ensamblajes con bolsa de vacío**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.06.2018

73 Titular/es:

AIRBUS OPERATIONS, S.L. (100.0%)
Avda. John Lennon s/n
28906 Getafe Madrid, ES

72 Inventor/es:

GALERA CÓRDOBA, GEORGINA;
PÉREZ PASTOR, AUGUSTO;
JORDAN CARNICERO, FRANCISCO JAVIER;
MIGUEZ CHARINES, YOLANDA;
GORDO ARIAS, ÁNGEL PABLO y
ÁLVAREZ ANTONON, LAURA

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 671 185 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Métodos y sistemas de inspección para detectar fugas en ensamblajes con bolsa de vacío.

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a la detección de fugas en ensamblajes con bolsa de vacío utilizados en la fabricación de piezas de material compuesto en, particularmente, la industria aeronáutica.

Antecedentes

La introducción intensiva de los composites o materiales compuestos avanzados en las estructuras primarias de las aeronaves se ha convertido en uno de los objetivos prioritarios en el diseño y la fabricación de una nueva generación de aeronaves gracias a las posibilidades que aportan para su optimización estructural.

10 Como es bien sabido, la fabricación de piezas de materiales compuestos hechos con resinas poliméricas y refuerzos fibrosos destinadas a estructuras aeronáuticas implica su curado dentro de una bolsa de vacío en unas determinadas condiciones de temperatura y presión. Es esencial pues que no haya ninguna pérdida de presión en la bolsa de vacío durante los procesos de curado.

15 Las bolsas de vacío utilizadas para la fabricación de piezas de materiales compuestos están constituidas por distintos tipos de materiales plásticos dependiendo de la temperatura máxima de uso y de su capacidad de elongación hasta su rotura. El rango de temperaturas puede estar comprendido entre 120°-420° y su capacidad de elongación puede llegar al 500%. Se usan para ello distintos materiales tales como nylon, poliolefina, poliamida o elastómeros termoplásticos en una o varias capas.

20 Ahora bien, como esos materiales son susceptibles de sufrir roturas, los procedimientos de fabricación de materiales compuestos tienen que contemplar necesariamente la utilización de métodos de localización de fugas en las bolsas de vacío.

25 La existencia de tales fugas se puede detectar fácilmente a través de las mediciones de presión en el interior de la bolsa de vacío pero su localización puede resultar muy difícil particularmente en el caso de bolsas de gran tamaño utilizando los métodos conocidos y en particular los detectores ultrasónicos. El método probablemente más usado en la industria para la localización de fugas en las bolsas de vacío está basado en la utilización de ultrasonidos y de hecho los fabricantes de bolsas de vacío suelen incluir en sus catálogos detectores ultrasónicos que convierten los ultrasonidos producidos por las pérdidas de presión en sonidos audibles, que se amplifican cuanto más cerca está el detector.

30 También hay otras propuestas como la descrita en WO 2008088435 que está basada en la incorporación a la bolsa de vacío de un film sensible al oxígeno que cambia de apariencia cuando se produce una fuga consecuencia de una pérdida de presión lo que facilita su localización.

También se conoce el uso de equipos termográficos (en particular cámaras de infrarrojos) para detectar fugas.

Otro método de detección de fugas en herramientas incluye el uso de un detector de helio en el que un emisor de helio se mueve a lo largo de la herramienta cuando está sometida a vacío. Cuando el helio se introduce en una fuga, el detector se activa con el fin de indicar la localización de la fuga.

35 Esas técnicas de detección tienen costes importantes y no se adaptan por igual a los distintos tamaños de bolsas de vacío que se utilizan en particular en la industria aeronáutica. Los detectores de ultrasonido requieren una inspección completa de la pieza acercando el detector ultrasónico a las áreas de la pieza susceptibles de tener pérdidas de presión lo que implica costes importantes y limita su utilización en piezas grandes. Por su parte, la incorporación a la bolsa de vacío de un film sensible al oxígeno aumenta sensiblemente su coste.

5 Se conoce el documento US 4 356 721 A que muestra un aparato de ensayo de juntas de vidrio para terminales en el que una pluralidad de encapsulados de microcircuitos con los terminales sellados respecto al encapsulado con vidrio se someten a un ensayo de fugas entre las juntas de vidrio y la estructura del encapsulado del microcircuito y relativo a los terminales; esto se consigue proporcionando un aparato que evacúa una cámara de los encapsulados de microcircuitos y una cámara del aparato, y seguidamente inyectando helio en la cámara del aparato y la estructura de ensayo para detectar fugas alrededor de las juntas de vidrio si no existe un sellado perfecto. El aparato está diseñado para manejar una pluralidad de encapsulados de microcircuitos durante un ciclo determinado de ensayos.

10 Se conoce el documento GB 1 293 569 A que muestra métodos para la detección de fugas y la determinación de la permeabilidad, y más particularmente métodos para la detección de fugas en recipientes donde la velocidad de la fuga se puede medir, y un método correspondiente para la determinación de la permeabilidad.

15 La invención está especialmente adaptada para comprobar fugas en recipientes del tipo comúnmente llamado "caja de guantes". La presente invención fue concebida y desarrollada para proporcionar un método mejorado de detección de fugas para tales recipientes ligeros de los que unas partes no pueden soportar diferencias sustanciales de presión entre sus superficies interior y exterior. La invención comprende, en esencia, un método para la detección de fugas o para la determinación de la permeabilidad, donde el recipiente que ensayar se limpia concienzudamente y a continuación se coloca en una vasija de ensayo del tipo que puede ser completamente evacuada. Los pasos del proceso incluyen evacuar simultáneamente tanto la vasija de ensayo como el recipiente dentro de esta, mientras se mantiene la diferencia de presión entre la vasija y el recipiente en un valor menor del que dañaría el recipiente. A continuación, el vacío dentro de la vasija, pero no del recipiente, se elimina parcialmente introduciendo un fluido detector en la vasija, pero no en el recipiente. Esto produce una diferencia seleccionada de presión entre el interior y el exterior del recipiente que es menor de la que puede soportar el recipiente. Esta diferencia de presión, insuficiente para deformar el recipiente, producirá sin embargo, en el ambiente evacuado, un flujo sustancial de fluido detector hacia el recipiente a través de cualquier fuga que exista. La presenta de tal fuga puede detectarse y medirse con un instrumento.

25 Se conoce el documento JP S60 178332 A que muestra hacer un ensayo de fugas de gas muy preciso, cubriendo el material que examinar, cuyo interior está fuertemente sellado mediante una cubierta, mediante una cámara, en la que gas helio se puede aislar del exterior, evacuando el gas desde el interior de la cámara, y detectando el gas con un detector.

30 Se conoce el documento US 2013/255360 A1 que muestra un método de metalizado que incluye sostener un sustrato con un soporte de sustrato mientras se coloca un miembro sellante en contacto con presión con una porción periférica del sustrato para formar un espacio interior cerrado en el soporte de sustrato; ejecutar una primera etapa del ensayo de fugas del soporte de sustrato produciendo un vacío en el espacio interior y comprobando si la presión en el espacio interior llega a una presión de vacío predeterminada en un periodo determinado, y si el soporte de sustrato ha superado la primera etapa del ensayo de fugas, se ejecuta una segunda etapa del ensayo de fugas del soporte de sustrato cerrando el espacio interior después de producir el vacío ahí y comprobando si un cambio en la presión del espacio interior alcanza un valor predeterminado en un periodo determinado.

En cualquier caso, hay una necesidad de métodos de inspección para la detección de fugas que producen pérdidas de presión de pequeña entidad en ensamblajes de bolsa de vacío para la fabricación de piezas grandes de material compuesto, en particular en el caso de los métodos de fabricación donde la bolsa de vacío cubre directamente todos los componentes de la pieza de material compuesto (llamado métodos de "bolsa directa").

40 **Sumario de la invención**

En un aspecto, la invención proporciona un método de inspección para la detección de fugas en un ensamblaje de bolsa de vacío utilizado en la fabricación de una pieza de material compuesto basado en la pulverización de helio sobre la bolsa de vacío y la detección del helio arrastrado por el vacío al interior de la bolsa de vacío a través de una fuga.

45 El método de inspección comprende la creación de una atmósfera local de helio sobre el ensamblaje de bolsa de vacío por zonas siguiendo una secuencia zonal programada para una primera prueba de detección de fugas de cada zona. La atmósfera local de helio se crea dentro de una cámara colocada sobre cada zona. La primera prueba de detección de fugas da un resultado positivo cuando el helio detectado dentro de la bolsa de vacío por un equipo de detección de helio supera un primer umbral predeterminado y, en ese caso, se vuelve a crear de nuevo una nueva atmósfera local de helio para una segunda prueba de detección de fugas. En caso contrario se procede a la inspección de la siguiente zona. La

segunda prueba de detección de fugas da un resultado positivo cuando el helio detectada por el equipo de detección de helio dentro de la bolsa de vacío supera un segundo umbral predeterminado.

5 Por tanto, el método de inspección permite un análisis rápido de toda la superficie del ensamblaje de bolsa de vacío descartando aquellas zonas en las que la primera prueba de detección de fugas da un resultado negativo e identificando las zonas en las que la segunda prueba de detección de fugas da un resultado positivo como aquellas zonas donde existe una alta probabilidad de encontrar una fuga.

10 Ventajosamente, la creación de una atmósfera local de helio sobre una zona comprende un primer paso de inyección de helio y un segundo paso de exposición al helio, siendo sus tiempos de duración variables de control del método de inspección con diferentes valores para la primera y la segunda prueba de detección de fugas (más largos para la segunda prueba).

Ventajosamente, la creación de una atmósfera local de helio sobre una zona comprende además un tercer paso de eliminación de helio, siendo su tiempo de duración una variable de control del método de inspección con valores diferentes para la primera y la segunda pruebas de detección de fugas.

15 Ventajosamente, el inicio de la inspección de una nueva zona requiere un tiempo de espera después de terminar la inspección de la zona anterior, siendo dicho tiempo de espera una variable de control del método de inspección con diferentes valores para la primera y segunda pruebas de detección de fugas.

20 Según la invención, el ensamblaje de bolsa de vacío comprende un panel curado, una pluralidad de larguerillos de refuerzo sin curar, útiles de curado para los larguerillos de refuerzo sin curar con pinzas de fijación y una bolsa de vacío dispuesta directamente sobre la pieza de material compuesto. La bolsa de vacío se forma uniendo bolsas individuales para los larguerillos de refuerzo sin curar y otras piezas de bolsa para cubrir todo el panel. Las zonas del ensamblaje de bolsa de vacío a ser cubiertas por dichas cámaras se establecen de modo que en la dirección de los larguerillos de refuerzo tengan una longitud predeterminada y en la dirección transversal a ellos comprendan, para cada larguerillo, el espacio ocupado por su bolsa individual, estando el área de sellado de dos bolsas individuales contiguas asignada a la zona de uno de ellos de modo que pueda estar cubierto por una cámara.

25 En otro aspecto, la invención proporciona un sistema para implementar el método mencionado anteriormente. Los dos componentes básicos del sistema son un sistema de pulverización de helio para pulverizar helio sobre el ensamblaje de bolsa de vacío y un equipo de detección de helio para detectar el helio arrastrado por el vacío dentro de la bolsa de vacío a través de una fuga. El sistema de pulverización de helio comprende medios para crear una atmósfera local de helio sobre zonas individuales del ensamblaje de bolsa de vacío de manera que el equipo de detección de helio pueda
30 detectar el helio arrastrado por el vacío en dichas zonas individuales a través de una fuga, particularmente una cámara para ser posicionada sobre dichas zonas individuales para alojar dicha atmósfera local de helio y medios de inyección de helio en dicha cámara. El sistema de pulverización de helio está configurado para llevar a cabo la inspección por zonas siguiendo una secuencia zonal programada.

35 En una realización para el ensamblaje de bolsa de vacío mencionado anteriormente, el sistema de pulverización de helio comprende un portal con medios de desplazamiento sobre el ensamblaje de bolsa de vacío en la dirección de los larguerillos de refuerzo y una pluralidad de brazos alineados con dichos larguerillos de refuerzo de manera que cada brazo pueda posicionar una cámara sobre una zona del ensamblaje de bolsa de vacío, estando los brazos conectados a una botella de helio a través de tuberías.

40 Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán de la descripción detallada que sigue, a continuación, de una realización ilustrativa de su objeto, en relación con las figuras que se acompañan.

Breve descripción de las figuras

45 Las Figuras 1a y 1b son, respectivamente, una vista esquemática en planta y una vista esquemática parcial en alzado de un ensamblaje de bolsa de vacío de una pieza de material compuesto que comprende un panel curado y larguerillos de refuerzo sin curar que va a ser sometida a un ciclo de autoclave para co-encolar los larguerillos de refuerzo al panel, estando aplicada directamente la bolsa de vacío sobre los larguerillos de refuerzo y el panel.

La Figura 2 añade a la Figura 1a la zonificación a seguir en el método de inspección de la invención.

La Figura 3 es una vista en alzado de una zona del ensamblaje de bolsa de vacío cubierta por una cámara donde se crea una atmósfera local de helio.

5 La Figura 4 es una vista esquemática del equipo de detección de helio usado en una realización del método de la invención.

La Figura 5 es una vista esquemática del sistema de pulverización de helio utilizado en una realización del método de la invención.

Descripción detallada de la invención

10 Describiremos seguidamente la invención en relación con un ensamblaje de los componentes de una pieza de material compuesta en una bolsa de vacío antes de someterlos a un proceso de curado en autoclave.

15 El ensamblaje de bolsa de vacío 11 (ver Figuras 1a y 1b), dispuesto sobre un molde 14, comprende un panel 13 curado y varios conjuntos 19 formados por unos larguerillos de refuerzo 15 en estado no curado dispuestos entre una bolsa de vacío 31 y unos útiles de curado 21, 21' provistos con pinzas de fijación 33 para controlar la distancia entre ellos. La bolsa de vacío 31 del ensamblaje 11 se forma uniendo bolsas individuales 23 para cada conjunto 19 así como otras piezas 25, 26 para cubrir el resto del panel 13. La unión de las distintas partes de la bolsa de vacío 31 se realiza mediante cintas de sellado 32.

20 Tras practicar el vacío en la bolsa de vacío 31 se realiza una prueba estándar de detección de fugas. Si el ensamblaje de bolsa de vacío 11 pasa la prueba irá a la autoclave para el copegado de los larguerillos de refuerzo 15 al el panel 13. Si la prueba falla, comenzará el método de inspección de acuerdo con la invención, que se basa en la inspección del ensamblaje de bolsa de vacío 11 por zonas. Normalmente se comenzará la inspección por la primera fila empezando en la zona $Z_{1,1}$ y se terminará inspeccionando la última zona $Z_{m,2}$ en la última fila (ver Figura 2).

En cada zona se ejecuta en primer término un test simple de detección de fugas utilizando helio para descartar la existencia de fugas. Si el test da resultado positivo se ejecuta un segundo test de detección de fugas utilizando helio para confirmar si se detecta o no helio en la dentro de la bolsa de vacío a un cierto nivel.

25 Mediante esa inspección en dos pasos se puede realizar muy rápidamente la inspección del ensamblaje de bolsa de vacío 11.

30 El método de la invención está basado en la pulverización de helio a cada una de las zonas mencionadas en una cámara 55 situada sobre cada zona de manera que se cree una atmósfera local con el helio inyectado en la cámara 55 de manera que se pueda establecer una correspondencia entre la detección de helio en el interior de la bolsa de vacío 31 y la zona particular donde se ha creado dicha atmósfera local de helio, indicando a probable presencia de una fuga en la zona (o cercana a la zona). La utilización de esa cámara 55 es especialmente necesaria cuando, como sucede en el ensamblaje de bolsa de vacío 11, hay zonas de la bolsa de vacío 31 no visibles como las que están situadas en el interior de los útiles de curado 21, 21'.

35 En una realización, el equipo para la detección de helio dentro de la bolsa de vacío comprende (ver Fig. 4), un detector de fugas 41, una válvula de dosificación de gas 43 y dos bombas auxiliares 45 conectadas a mangueras 53, 53' y dos concentradores 47, 49 conectando una pluralidad de sondas de vacío del molde 51 con las mangueras 53, 53'.

Las bombas auxiliares 45 son necesarias por dos razones principales:

- Obtener el nivel de vacío más alto posible dentro de la bolsa de vacío 31. Un alto nivel de vacío en la bolsa es necesario para aumentar la sensibilidad para la detección de fugas.

- Recuperar, en un corto período de tiempo, el nivel de vacío en el interior de la bolsa de vacío 31 cuando se requiere abrirla (como cuando es necesario reducir la cantidad de helio acumulado en su interior).

5 La bomba principal estará activada durante la mayor parte del tiempo de las prueba de fugas, mientras que la segunda se utilizará principalmente para la recuperación rápida de vacío y como una bomba de respaldo en caso de mantenimiento de la principal.

La válvula de dosificación de gas 43 es necesaria para mantener el nivel de vacío mínimo requerido en la entrada del detector de fugas 41, independientemente de la salud de la bolsa de vacío 31.

10 Especialmente en los primeros estadios de la detección de fugas con helio, la bolsa de vacío 31 puede tener demasiadas fugas y la bomba no es capaz de crear un nivel de vacío tan bajo para que el espectrómetro pueda hacer la medición.

Durante el proceso de detección y con el fin de aumentar la sensibilidad de detección de helio, esta válvula debe mantenerse lo más abierta posible.

15 El detector de fugas 41 se basa en espectrómetros de masas y sensores de ventana de cuarzo. Los espectrómetros de masas ionizan una mezcla de gases y aíslan el gas traza deseado (helio en este caso) sobre la base de su relación masa-carga. Los sensores de ventana de cuarzo se basan en la permeación selectiva de gases ligeros a través de una membrana de cuarzo.

La distancia desde el detector de fugas 41 al ensamblaje de bolsa de vacío 11 debe reducirse al mínimo. Por lo tanto, se minimizará la longitud y el volumen de las mangueras 53, 53' para evitar la condensación del vapor de agua.

20 Un sistema informático (no mostrado en las Figuras), conectado al detector de fugas 41 y al sistema de pulverización de helio 61 proporciona los resultados obtenidos en las pruebas de detección antes mencionadas.

El sistema informático dispondrá de la siguiente información:

- Posiciones de las cámaras 55.
- Criterios utilizados para determinar fugas en cada zona del ensamblaje de bolsa de vacío 11.
- Parametrización de fugas y umbrales para cada criterio.

25 Durante la inspección, se mostrará en las pantallas se imprimirá en papel un mapa de fuga. En las imágenes se utilizará un código de colores para indicar las cámaras 55 donde ha sido pulverizado helio con diferentes colores para diferentes niveles de fuga y la cámara 55 en la que se inyecta helio en cada momento.

30 Las cámaras 55 pueden tener una longitud (en la dirección de los largueros) de, por ejemplo 1m y la anchura necesaria para cubrir un conjunto 19 y una de las cintas de sellado adyacentes 32 (véase la Figura 3). Su volumen interno será minimizado tanto como sea posible para reducir el consumo de helio y mejorar el rendimiento de la cámara. Para una cámara rígida, el volumen se puede minimizar con espuma interior curable.

Las cámaras 55 están hechas de un material transparente para permitir la vista de eventuales interferencias con los útiles de curado 21, 21' o las pinzas de fijación 33.

35 Las cámaras 55 deben ser lo más cerradas posible para mejorar la concentración de helio y facilitar la recuperación de helio.

ES 2 671 185 T3

El material utilizado para el contacto con la superficie será flexible para adaptarse a diferentes geometrías del panel 13 y suave para evitar daños en la película de vacío, pero no deberá sellarla si hay un poro en ella.

5 En una realización, el sistema de pulverización de helio 61 (ver Fig. 5) comprende un portal 63 que tiene medios para ser desplazado longitudinalmente sobre el ensamblaje de bolsa de vacío 11 tiene una pluralidad de brazos 65 alineados con los larguerillos (siete en este caso) de manera que cada brazo 65 pueda posicionar una cámara 55 sobre una zona del ensamblaje de bolsa de vacío 11 para pulverizar helio y para recuperarlo al final de la inspección de la zona. Los brazos 65 están conectados a una botella de helio 67 y tienen tuberías 69 para llevar el helio a las cámara 55.

10 El helio debe ser pulverizado a lo largo de una cámara 55, al mismo tiempo, especialmente si la cámara es larga, para obtener una concentración de helio uniforme. Como el helio es más ligero que el aire, debe pulverizarse desde la parte rígida más baja, por lo que, naturalmente, va a ir a la parte superior. Es esencial pulverizar helio desde ambos lados de la cámara 55.

15 Se controlará la cantidad de helio proporcionado a cada cámara 55. Una forma de hacerlo es controlar la presión de helio en las tuberías de distribución 69 y proporcionar el gas durante un periodo de tiempo con una válvula eléctrica. El tiempo se controlará en intervalos de al menos 1 segundo. Un tiempo típico de aplicación para las pruebas es de 2 segundos.

Después de aplicar helio es necesario esperar unos segundos para que el gas se difunda por toda la superficie de la bolsa de vacío 31 y penetre en su interior si hay un orificio en la película de vacío. Después de este tiempo, la cámara de helio debe ser evacuada desde dentro. Para la eliminación de helio se situará al menos un puerto ancho en la parte superior de la cámara. Después de la evacuación la cámara será levantada de la superficie.

20 Como se dijo anteriormente, el método de inspección de la invención incluye una primera prueba de detección de fugas a realizar todas las zonas sujetas a la inspección y una segunda prueba de detección de fugas a realizar en aquellas zonas en las que la primera prueba de detección de fugas da un resultado positivo, inmediatamente después ella.

Las variables de control para ambas pruebas son las mismas e incluyen:

- Tiempo de la inyección de helio en cada cámara.
- 25 - Tiempo de exposición de helio en cada cámara.
- Tiempo para la retirada de helio en cada cámara.
- Tiempo de espera para la inyección de helio en la próxima cámara.

Lógicamente los valores de dichas variables para ambas pruebas se adaptarán a sus objetivos y están en un rango de unos pocos segundos.

30 El método de inspección de la invención puede automatizarse en un alto grado de modo que una primera prueba de un conjunto de una pieza de material compuesto grande, tal como una cubierta de un ala de avión, se puede realizar en menos de una hora.

35 Es importante tener en cuenta que el objetivo del método de inspección de la invención no es la identificación exacta de la posición de una fuga en un ensamblaje de bolsa de vacío, sino la identificación de las zonas en las que la aplicación de helio a través de las cámaras se traduce en una mayor detección de helio en el espectrómetro. Puede suceder que una zona registre una señal de fuga, pero la fuga puede no estar en esa zona. Una vez que se identifican las áreas potenciales de fuga se registran para una posterior inspección manual y reparación.

Finalmente hay que resaltar que la presente invención permite identificar fugas en áreas no visibles de la bolsa de vacío, que existen cuando se emplean métodos de fabricación de "bolsa directa" al estar tapadas por útiles de curado. Este tipo de fugas no pueden ser detectadas con los métodos conocidos.

5 Aunque la presente invención ha sido descrita en conexión con varias realizaciones, se apreciará a partir de la especificación de que en ella se pueden hacer varias combinaciones de elementos, variaciones o mejoras, y están dentro del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

5 1. Un método de inspección para la detección de fugas en un ensamblaje de bolsa de vacío (11) utilizado en la fabricación de una pieza de material compuesto, comprendiendo el método la pulverización de helio sobre la superficie de la bolsa de vacío (31) y el uso de un equipo de detección de helio adecuado para detectar helio arrastrado por el vacío dentro de la bolsa de vacío (31) a través de una fuga;

- el ensamblaje de bolsa de vacío (11) comprende un panel curado (13), una pluralidad de larguerillos de refuerzo sin curar (15), unos útiles de curado (21, 21') para los larguerillos de refuerzo sin curar (15) con pinzas de fijación (33) y una bolsa de vacío (31) dispuesta directamente sobre la pieza de material compuesto;

10 - la bolsa de vacío (31) se forma uniendo bolsas individuales (23) para los larguerillos de refuerzo sin curar (15) y otras piezas de bolsa (25, 26) para cubrir todo el panel (13);

el método de inspección comprende las etapas siguientes:

15 - crear una atmósfera local de helio sobre el ensamblaje de bolsa de vacío (11) por zonas siguiendo una secuencia zonal programada para una primera prueba de detección de fugas de cada zona ($Z_{i,j}$); siendo creada la atmósfera local de helio dentro de una cámara (55) colocada sobre cada zona ($Z_{i,j}$); las zonas del ensamblaje de bolsa de vacío (11) a ser cubiertas por dichas cámaras (55) se establecen de modo que en la dirección de los larguerillos de refuerzo (15) tienen una longitud predeterminada y en la dirección transversal a ellos comprenden, para cada larguerillo de refuerzo (15), el espacio ocupado por su bolsa individual (23), estando asignada la cinta de sellado (32) de dos bolsas individuales contiguas a la zona de uno de ellos de modo que pueda estar cubierta por una cámara (55); dando la primera prueba de detección de fugas un resultado positivo cuando el helio detectado por el equipo de detección de helio dentro de la bolsa de vacío (31) excede un primer umbral predeterminado; y

- si la primera prueba de detección de fugas da un resultado positivo en una zona particular ($Z_{i,j}$), crear una nueva atmósfera local de helio sobre la zona ($Z_{i,j}$) para una segunda prueba de detección de fugas; dando la segunda prueba de detección de fugas un resultado positivo cuando el helio detectado por el equipo de detección de helio dentro de la bolsa de vacío (31) excede un segundo umbral predeterminado.

25 2. Un método de inspección según la reivindicación 1, en el que la creación de una atmósfera local de helio sobre una zona ($Z_{i,j}$) comprende una primera etapa de inyección de helio y una segunda etapa de exposición al helio, siendo el tiempo de duración de la inyección de helio y el tiempo de duración de la exposición al helio variables de control del método de inspección con diferentes valores para la primera y la segunda prueba de detección de fugas.

30 3. Un método de inspección según la reivindicación 2, en el que la creación de una atmósfera local de helio sobre una zona ($Z_{i,j}$) comprende además una tercera etapa de retirada de helio, siendo el tiempo de duración de la retirada de helio una variable de control del método de inspección con diferentes valores para la primera y la segunda prueba de detección de fugas.

35 4. Un método de inspección según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el inicio de la inspección de una nueva zona ($Z_{i,j+1}$) requiere un tiempo de espera después de terminar la inspección de la zona anterior ($Z_{i,j}$), siendo dicho tiempo de espera una variable de control del método de inspección con diferentes valores para la primera y la segunda prueba de detección de fugas.

5. Un método de inspección según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que la pieza de material compuesto es una cubierta de un ala de aeronave.

40 6. Un sistema de inspección para detectar fugas en un ensamblaje de bolsa de vacío (11) utilizado en la fabricación de una pieza de material compuesto que comprende un sistema de pulverización de helio (61) para pulverizar helio sobre el ensamblaje de bolsa de vacío (11) y un equipo de detección de helio para detectar el helio arrastrado por el vacío dentro de la bolsa de vacío (31) a través de una fuga;

- el ensamblaje de bolsa de vacío (11) comprende un panel curado (13), una pluralidad de larguerillos de refuerzo sin curar (15), unos útiles de curado (21, 21') para los larguerillos de refuerzo sin curar (15) con pinzas de fijación (33) y una bolsa de vacío (31) dispuesta directamente sobre la pieza de material compuesto;

5 - la bolsa de vacío (31) se forma uniendo bolsas individuales (23) para los larguerillos de refuerzo sin curar (15) y otras piezas de bolsa (25, 26) para cubrir todo el panel (13);

10 - el sistema de pulverización de helio (61) comprende medios para crear una atmósfera local de helio sobre zonas individuales del ensamblaje de bolsa de vacío (11) de manera que el equipo de detección de helio pueda detectar el helio arrastrado por el vacío en dichas zonas individuales a través de una fuga; incluyendo dichos medios una cámara (55) para ser posicionada sobre dichas zonas individuales para alojar dicha atmósfera local de helio y medios de inyección de helio en dicha cámara (55);

15 - las zonas del ensamblaje de bolsa de vacío (31) a ser cubiertas por dichas cámaras (55) se establecen de modo que en la dirección de los larguerillos de refuerzo (15) tienen una longitud predeterminada y en la dirección transversal a ellos comprenden, para cada larguerillo de refuerzo (15), el espacio ocupado por su bolsa individual (23), estando asignada una cinta de sellado (32) de dos bolsas individuales contiguas a la zona de uno de ellos de modo que pueda estar cubierta por una cámara (55); y

- el sistema de pulverización de helio (61) está configurado para llevar a cabo la inspección del ensamblaje de bolsa de vacío (11) por zonas siguiendo una secuencia zonal programada.

20 7. Un sistema de inspección según la reivindicación 6, en el que el sistema de pulverización de helio (61) comprende un portal (63) con medios de desplazamiento sobre el ensamblaje de bolsa de vacío (11) en la dirección de los larguerillos de refuerzo y una pluralidad de brazos alineados con dichos larguerillos de refuerzo (15) de manera que cada brazo (65) pueda posicionar una cámara (55) sobre una zona del ensamblaje de bolsa de vacío (11); estando los brazos (65) conectados a una botella de helio (67) a través de unas tuberías (69).

25 8. Un sistema de inspección según cualquiera de las reivindicaciones 6-7, en el que el equipo para la detección de helio comprende un detector de fugas (41), regulado por una válvula de dosificación de gas (43) y dos bombas auxiliares (45) conectadas por mangueras (53, 53') a una pluralidad de sondas de vacío del molde (51) a través de dos concentradores (47, 49).

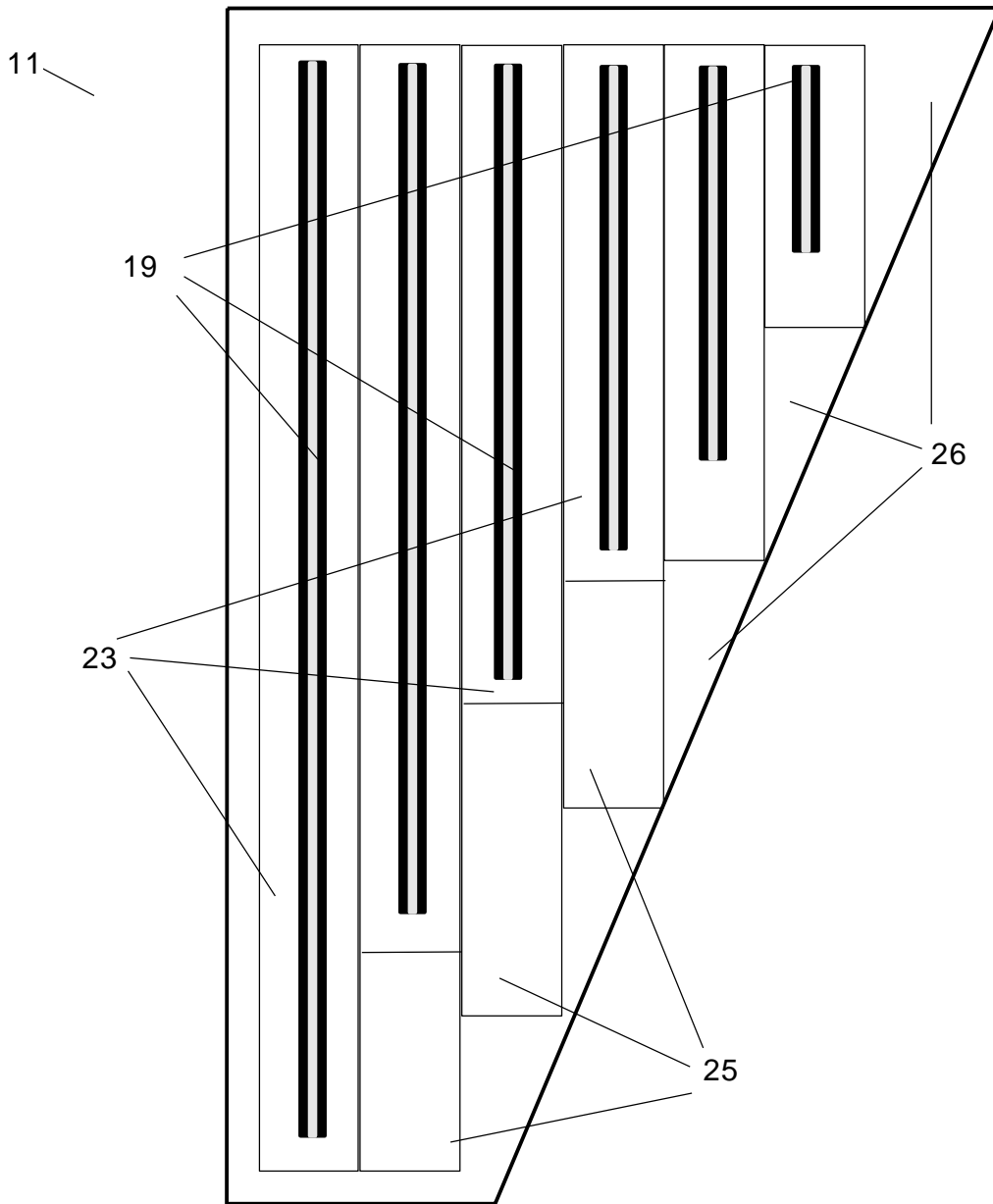


FIG. 1a

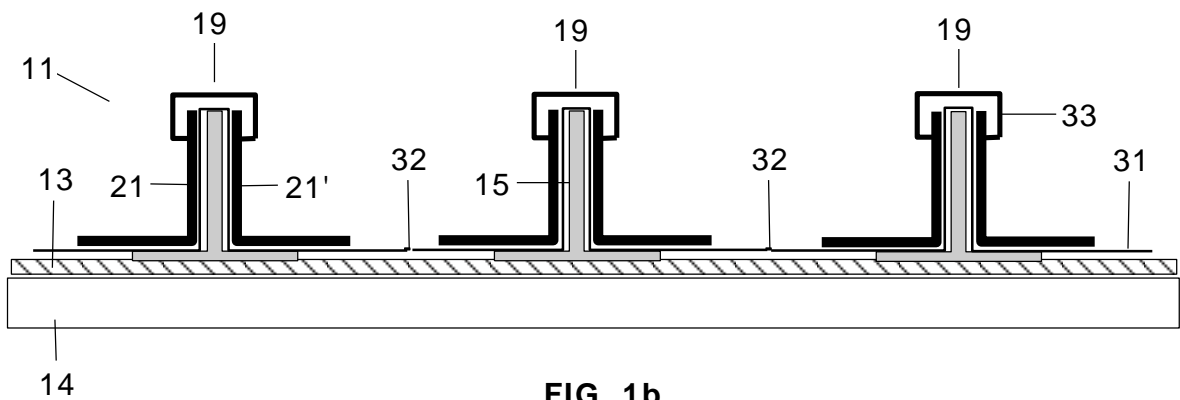
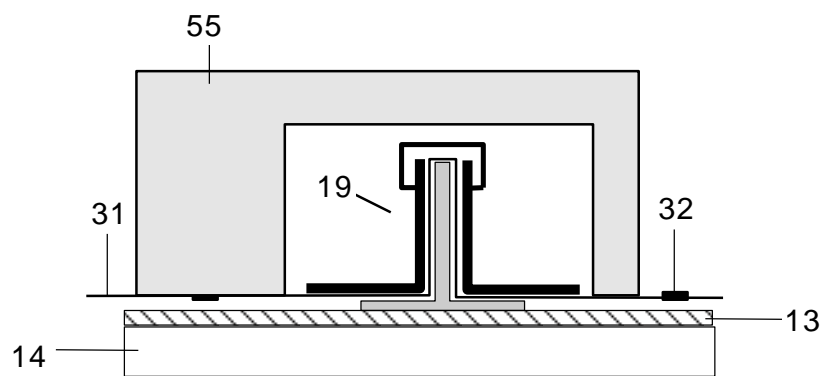
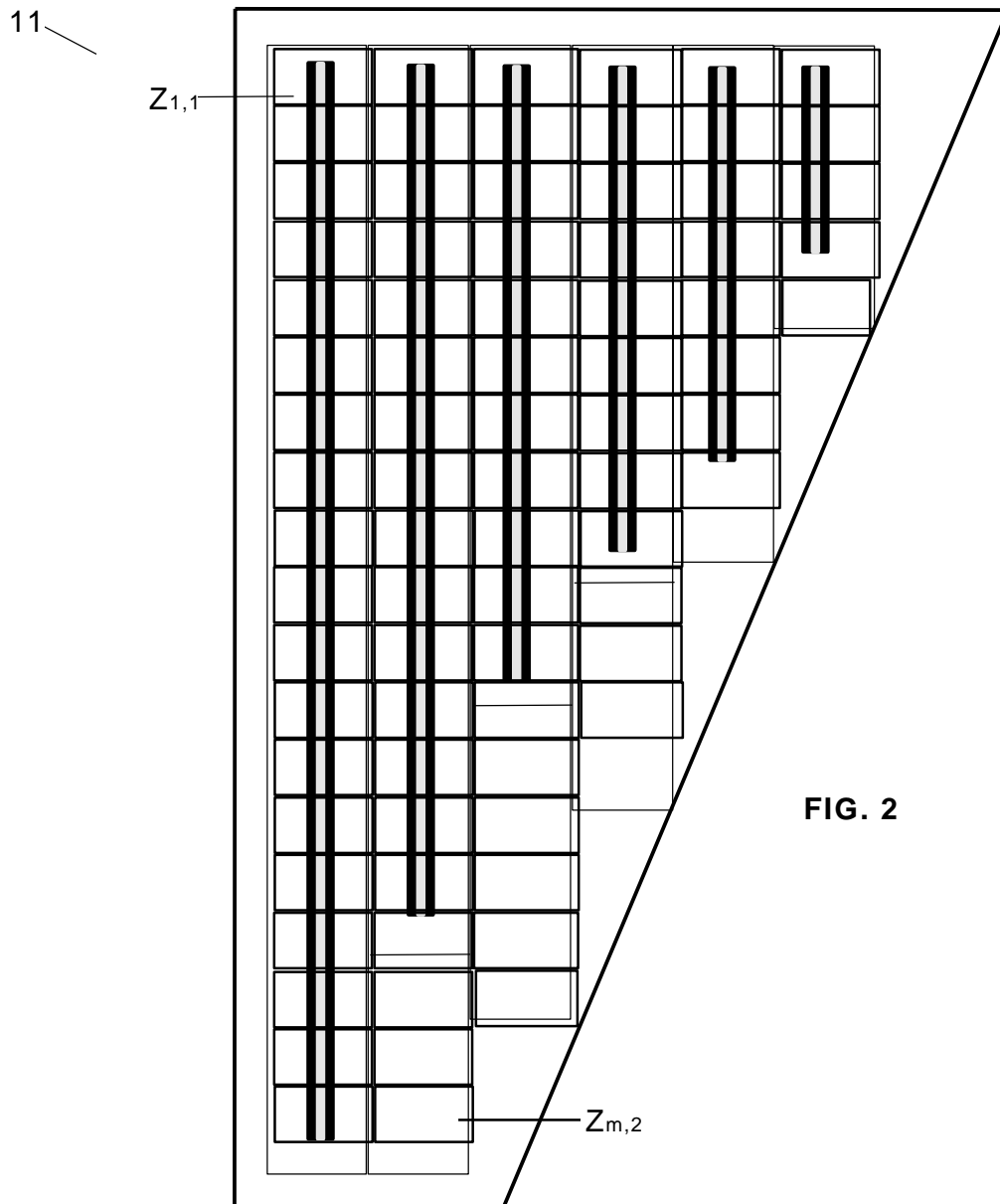


FIG. 1b



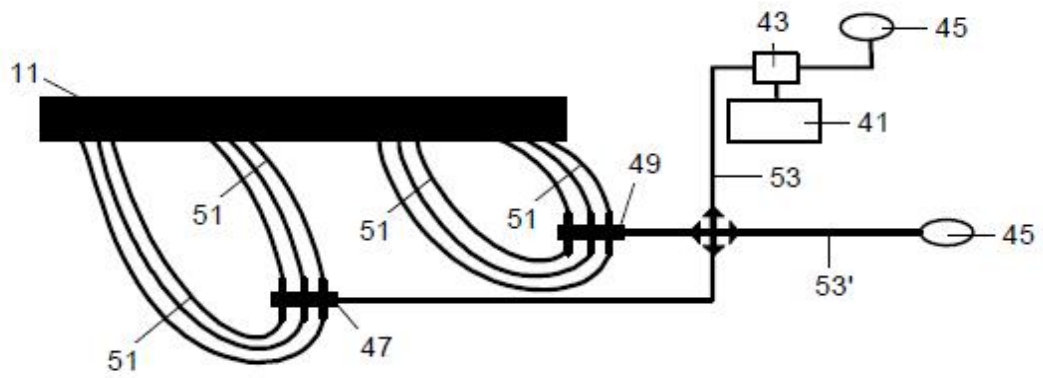


FIG. 4

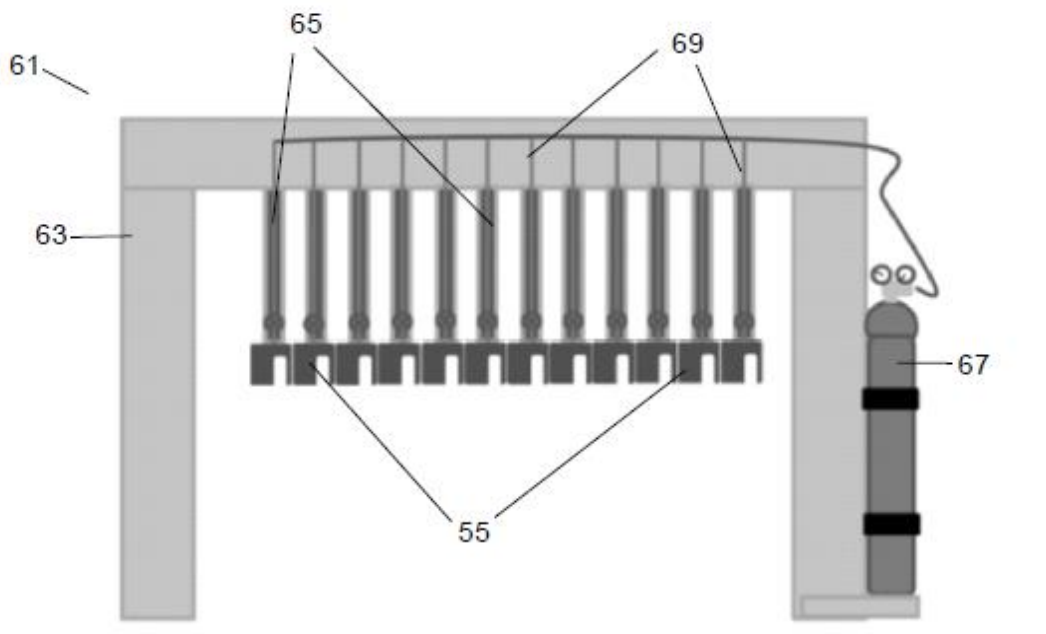


FIG. 5