

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 643 598**

51 Int. Cl.:

B29C 33/00 (2006.01)

B29C 33/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2014** **E 14169945 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.07.2017** **EP 2808146**

54 Título: **Sellado y prueba de herramientas segmentadas**

30 Prioridad:

31.05.2013 US 201361829639 P

25.06.2013 US 201313925970

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

23.11.2017

73 Titular/es:

THE BOEING COMPANY (100.0%)

**100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

DULL, KENNETH M.

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 643 598 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

Sellado y prueba de herramientas segmentadas

Información sobre antecedentes

1. Campo:

5 La presente divulgación se refiere generalmente a herramientas segmentadas que tienen múltiples piezas que están selladas entre sí y trata más particularmente de una disposición de junta triple y un método relacionado que permite comprobar y controlar la integridad de las juntas individuales.

2. Antecedentes:

10 Algunas herramientas comprenden múltiples piezas o segmentos que se deben ensamblar, pero que deben funcionar y realizar la función como una única herramienta sin línea de unión. Por ejemplo, en la industria aeronáutica, se puede tender una sección de fuselaje de material compuesto grande, se puede embolsar al vacío y después curar en autoclave sobre un mandril generalmente cilíndrico que comprende segmentos de mandril circunferenciales múltiples. Los segmentos de mandril se ensamblan a lo largo de las líneas de unión. Después del curado y desembolsado, los segmentos del mandril se deben desmontar para permitir la liberación y la retirada de la
15 sección del fuselaje curvada de la herramienta.

Cada línea de unión entre los segmentos de mandril puede ser sellada con una junta sustancialmente hermética que se extiende a lo largo de superficies de unión de segmentos de mandril adyacentes. Las fugas de aire a través de cualquiera de estas juntas pueden reducir la presión de compactación aplicada a la sección del fuselaje durante el curado. Una reducción de la presión de compactación durante el curado debido a una fuga de aire puede tener un
20 efecto no deseable sobre la calidad y/o el rendimiento de la sección de fuselaje curada.

Una solución propuesta para el problema de la fuga de sellado implica la provisión de juntas dobles a lo largo de las líneas de unión entre las líneas de unión de segmento de mandril. Las juntas dobles están dispuestas para formar una cámara que puede utilizarse para realizar una prueba de fugas de paso o fallo, sin embargo, la prueba no indica cuál de las juntas dobles puede haber perdido su integridad. Si la prueba falla, indicando que la integridad de al menos una de las juntas puede haber sido comprometida, los segmentos de herramienta se deben desmontar y las juntas se deben reparar o reemplazar, tras lo cual los segmentos del mandril se deben volver a ensamblar y la prueba de fugas debe repetirse. El procedimiento de desmontaje/ reensamblaje y reemplazo las juntas requiere mucho tiempo, requiere mucho trabajo y puede reducir el rendimiento de producción y la tasa de construcción.
25

Por consiguiente, existe la necesidad de un método para sellar y comprobar la integridad de juntas en herramientas segmentadas tales como mandriles que permiten el control continuo de la integridad de la junta. También existe la necesidad de una disposición de sellado y un método de prueba que identifiquen cuál de las juntas, si las hubiere, tiene alguna fuga y si al menos una junta ha retenido su integridad.
30

Sumario

Las realizaciones divulgadas proporcionan un método y un sistema para sellar y comprobar herramientas de piezas múltiples tales como mandriles segmentados, en un entorno de autoclave. Un junta triple a lo largo de las líneas de unión entre los segmentos de mandril proporciona protección adicional contra la presión de vacío de pérdida debida a fugas de sellado. La junta triple se puede comprobar para detectar fugas durante el ensamblaje de los mandriles, antes de colocar un tendido sobre la herramienta y antes de cargarla en una autoclave. Se reduce la necesidad de reemplazar y/o reparar juntas, se puede mejorar la calidad de las partes curadas y se puede aumentar el
40 rendimiento de producción.

Según una realización divulgada, se proporciona un método para sellar y controlar segmentos múltiples de un mandril en un entorno de autoclave. El método incluye la formación de una cámara de vacío de bolsa interior que se superpone a los extremos y las líneas de unión de los segmentos de mandril y una junta interior entre los segmentos de mandril y la formación de una cámara de bolsa de vacío exterior y un área de sellado en forma de H en extremos opuestos de la cámara de vacío de bolsa interior. El método también incluye la formación de una cámara de sellado exterior que utiliza el área de sellado en forma de H, la junta interior y una junta intermedia, la formación de una cámara de sellado interior que utiliza la junta intermedia y la junta interior y el control de la integridad de cualquiera de las juntas interiores, la junta intermedia y la junta exterior. El método puede comprender además el prensado de la junta interior, la junta intermedia, la junta exterior y las patas del área de sellado en forma de H en ranuras dentro de los segmentos de mandril. La formación de la cámara de bolsa de vacío exterior incluye sellar las patas del área de sellado en forma de H a las bolsas de vacío interior y exterior. La formación de la cámara de vacío de bolsa exterior incluye las patas de sellado del área de sellado en forma de H a la junta interior y la junta intermedia. El
45
50

control de la integridad incluye detectar un cambio en la presión de vacío dentro de cualquiera de las cámaras de vacío de bolsa interior, la cámara de sellado interior y la cámara de sellado exterior.

5 Según otra realización, se proporciona un método para sellar y comprobar la integridad de juntas entre al menos dos segmentos de una herramienta, que comprende disponer una junta interior, una junta exterior y una junta intermedia para formar una primera y una segunda cámara de sellado entre los dos segmentos de herramienta, y aplicar un vacío a cada una de una primera y una segunda cámara de sellado. Se detecta una fuga en la junta interior o en la junta exterior percibiendo un cambio en la presión de vacío dentro de la primera y la segunda cámara de sellado. El método puede comprender además la colocación de un área de sellado en forma de H entre los dos segmentos de herramienta y las patas de conexión del área de sellado en forma de H a cada una de las juntas intermedia y exterior. El método también puede comprender la colocación de una bolsa de vacío interior sobre los dos segmentos de herramienta y el sellado de la bolsa de vacío interior al área de sellado en forma de H. El método puede comprender además la colocación de una bolsa de vacío exterior sobre los dos segmentos de herramienta que cubren la bolsa de vacío interior y el sellado de la bolsa de vacío exterior a las patas del área de sellado en forma de H. El método también puede comprender el uso de la bolsa de vacío exterior para aplicar presión a una junta entre la bolsa de vacío interior y el área de sellado en forma de H.

20 Según otra realización más, se proporciona un método de autoclave que procesa una parte compuesta sobre una herramienta segmentada, que comprende formar una junta triple entre segmentos adyacentes de la herramienta, que incluye la formación de una junta interior, una junta intermedia y una junta exterior, que coloca una bolsa de vacío interior sobre la herramienta segmentada que cubre la parte compuesta y que forma una cámara de vacío de bolsa interior formando una junta entre la bolsa de vacío interior y la junta interior. El método también puede comprender la colocación de una bolsa de vacío exterior sobre la herramienta segmentada que cubre la bolsa de vacío interior, que forma una cámara de vacío de bolsa exterior formando una junta entre la bolsa de vacío exterior y la junta exterior, que aspira vacíos respectivamente dentro de la cámara de bolsa de vacío interior y la cámara de bolsa de vacío exterior y que utiliza la bolsa de vacío exterior para aplicar presión a la junta entre la bolsa de vacío interior y la junta interior. El método incluye además comprimir la junta triple aplicando presión de autoclave a los segmentos de la herramienta. El método puede comprender también la detección de una fuga en una cualquiera de la junta interior, la junta intermedia o la junta exterior. La junta interior, la junta intermedia y la junta exterior están dispuestas para formar una cámara de sellado interior y una cámara de sellado exterior, y la detección de la fuga se realiza detectando un cambio en la presión de vacío en la cámara de sellado interior o en la cámara de sellado exterior. La formación de la cámara de bolsa de vacío exterior incluye además la formación de una junta en forma de H entre los segmentos adyacentes de la herramienta fuera de la cámara de bolsa de vacío interior.

35 Según otra realización más, se proporciona una disposición de junta sustancialmente hermética a lo largo de una línea de unión entre el primer y el segundo segmento de herramienta, que comprende juntas interiores, intermedias y exteriores que forman una primera y una segunda cámara de vacío cerrada sustancialmente de manera hermética. La junta interior, la junta intermedia y la junta exterior se extienden a lo largo de una longitud de la línea de unión, y están dispuestos en un patrón en forma de H en cada uno de los extremos opuestos de la línea de unión. El primero y segundo segmento de herramienta están dispuestos para formar una superficie de tendido, y el patrón en forma de H incluye una primera y una segunda pata adaptadas para ser selladas a la primera y la segunda bolsa de vacío que cubren la superficie de tendido. La junta interior, la junta intermedia y la junta exterior están separadas y se extienden longitudinalmente a lo largo de la línea de unión. En una variante, la junta interior y la junta intermedia están separadas entre sí y forman la primera cámara de vacío, y las juntas intermedia y exterior están separadas entre sí y forman la segunda cámara de vacío. La disposición de sellado puede comprender además un área de sellado en forma de H situada en extremos opuestos de la línea de unión y conectada a la junta intermedia y la junta exterior. Cada una de una primera y una segunda cámara de vacío está adaptada para acoplarse con una fuente de vacío y una ventilación para comprobar independientemente la junta interior, intermedia y exterior para taire. La disposición de sellado puede comprender también una primera y una segunda sonda de vacío que detectan, respectivamente, la presión de vacío en la primera y la segunda cámara de vacío.

50 En resumen, según un aspecto de la invención, se proporciona un método para sellar y controlar múltiples segmentos de un mandril en un entorno de autoclave, que incluye la formación de una cámara de vacío de bolsa interior que se superpone a los extremos de unión de los segmentos de mandril y una junta interior entre los segmentos del mandril; la formación de una cámara de bolsa de vacío exterior y un área de sellado en forma de H en extremos opuestos de la cámara de vacío de bolsa interior; la formación de una cámara de sellado exterior que utiliza el área de sellado en forma de H, la junta interior y una junta intermedia; la formación de una cámara de sellado interior que utiliza la junta intermedia y la junta interior; y el control de la integridad de cualquiera de las juntas interiores, la junta intermedia y la junta exterior.

Ventajosamente, el método incluye además el prensado de la junta interior, la junta intermedia, la junta exterior y las patas del área de sellado en forma de H en ranuras dentro de los segmentos del mandril.

Ventajosamente, el método en el que la formación de la cámara de bolsa de vacío exterior incluye el sellado de las patas del área de sellado en forma de H a las bolsas de vacío interior y exterior.

Ventajosamente, el método en el que la formación de la cámara de vacío de bolsa exterior incluye patas de sellado del área de sellado en forma de H a la junta interior y a la junta intermedia.

5 Ventajosamente, el método en el que el control de la integridad incluye detectar un cambio en la presión de vacío dentro de cualquiera de la cámara de vacío de bolsa interior, la cámara de sellado interior y la cámara de sellado exterior.

10 Según otro aspecto de la invención, se proporciona un método para sellar y comprobar la integridad de las juntas entre al menos dos segmentos de una herramienta, que incluye la disposición de una junta interior, una junta exterior y una junta intermedia para formar una primera y una segunda cámara de sellado entre los dos segmentos de herramienta; para aplicar un vacío a cada una de una primera y una segunda cámara de sellado; y para detectar una fuga en la junta interior o en la junta exterior detectando un cambio en la presión de vacío dentro de la primera y segunda cámara de sellado.

Ventajosamente, el método incluye además la colocación de un área de sellado en forma de H entre los dos segmentos de herramienta y las patas de conexión del área de sellado en forma de H a cada una de las juntas intermedia y exterior.

15 Ventajosamente, el método incluye además la colocación de una bolsa de vacío interior sobre los dos segmentos de herramienta; y el sellado de la bolsa de vacío interior al área de sellado en forma de H.

Ventajosamente, el método incluye además la colocación de una bolsa de vacío exterior sobre los dos segmentos de herramienta que cubren la bolsa de vacío interior; y el sellado de la bolsa de vacío exterior a las patas del área de sellado en forma de H.

20 Ventajosamente, el método incluye además el uso de la bolsa de vacío exterior para aplicar presión a una junta entre la bolsa de vacío interior y el área de sellado en forma de H.

25 Según otro aspecto más, se proporciona un método de tratamiento en autoclave de una pieza compuesta en una herramienta segmentada, que incluye la formación de una junta triple entre segmentos adyacentes de la herramienta, que incluye formar una junta interior, una junta intermedia y una junta exterior; colocar una bolsa de vacío interior sobre la herramienta segmentada que cubre la parte compuesta; la formación de una cámara de vacío de bolsa interior formando una junta entre la bolsa de vacío interior y la junta interior; la colocación de una bolsa de vacío exterior sobre la herramienta segmentada que cubre la bolsa de vacío interior; la formación de una cámara de vacío de bolsa exterior formando una junta entre la bolsa de vacío exterior y la junta exterior; la aspiración de vacíos respectivamente dentro de la cámara de bolsa de vacío interior y la cámara de bolsa de vacío exterior; el uso de la bolsa de vacío exterior para aplicar presión a la junta entre la bolsa de vacío interior y la junta interior; y la compresión de la junta triple aplicando presión de autoclave a los segmentos de la herramienta.

30

Ventajosamente, el método incluye además la detección de fugas en una cualquiera de la junta interior, la junta intermedia o la junta exterior.

35 Ventajosamente, el método en el que la junta interior, la junta intermedia y la junta exterior están dispuestas para formar una cámara de sellado interior y una cámara de sellado exterior y la detección de la fuga se realiza detectando un cambio en la presión de vacío en la cámara de sellado interior o la cámara de sellado exterior.

Ventajosamente, el método en el que la formación de la cámara de bolsa de vacío exterior incluye además la formación de una junta en forma de H entre los segmentos adyacentes de la herramienta fuera de la cámara de bolsa de vacío interior.

40 Según otro aspecto más, se proporciona una disposición de junta sustancialmente hermética a lo largo de una línea de unión entre el primer y el segundo segmento de herramienta, que incluye juntas interiores, intermedias y exteriores que forman una primera y una segunda cámara de vacío sustancialmente herméticas.

45 Ventajosamente, la disposición de sellado en la que la junta interior, intermedia y exterior se extienden a lo largo de una longitud de la línea de unión, y están dispuestas en un patrón en forma de H en cada uno de los extremos opuestos de la línea de unión.

Ventajosamente, la disposición de sellado en la que el primero y el segundo segmento de herramienta están dispuestos para formar una superficie de tendido, y el patrón en forma de H incluye una primera y una segunda pata adaptadas para ser selladas a la primera y segunda bolsa de vacío que cubren la superficie de tendido.

50 Ventajosamente, la disposición de sellado en la que la junta interior, intermedia y exterior están separadas entre sí y se extienden longitudinalmente a lo largo de la línea de unión.

Ventajosamente, la disposición de sellado en la que la junta interior e intermedia están separadas entre sí y forman la primera cámara de vacío, y las juntas intermedia y exterior están separadas entre sí y forman la segunda cámara de vacío.

5 Ventajosamente, la disposición de sellado incluye además un área de sellado en forma de H situada en extremos opuestos de la línea de unión y conectada a la junta intermedia y la junta exterior.

Ventajosamente, la disposición de sellado en la que cada una de una primera y una segunda cámara de vacío está adaptada para acoplarse con una fuente de vacío y un ventilador para comprobar independientemente la junta interior, intermedia y exterior para fugas de aire.

10 Ventajosamente, la disposición de sellado que incluye además la primera y la segunda sonda de vacío que detecta, respectivamente, la presión de vacío en la primera y segunda cámara de vacío.

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

15 El documento WO 2009/018097 divulga un mecanismo automatizado de sujeción e indexación de mandril para un mandril de AFP de piezas múltiples en el que se utiliza un mecanismo de sujeción para asegurar segmentos de mandril entre sí, así como para unir segmentos de mandril a anillos de extremo. El mecanismo de sujeción está preferentemente integrado con un mecanismo de indexación según las realizaciones de la presente invención de tal manera que los segmentos de mandril permanecerán, preferentemente, conectados y alineados firmemente hasta que se aplique aire al mecanismo de sujeción e indexación para soltar los segmentos de mandril asegurados y retirar la parte fabricada. El mecanismo de sujeción e indexación resiste preferentemente al calor y la presión de la autoclave que se experimenta habitualmente durante la parte de curado del procedimiento de fabricación.

20 El documento WO 2008/049975 divulga una herramienta de un material compuesto para fabricar una parte cilíndrica de un material compuesto, siendo dicha herramienta utilizada para formar un mandril sobre el que se va a formar la parte cilíndrica, caracterizado por que comprende un conjunto de elementos (1) definiendo cada uno un sector cilíndrico de la herramienta, teniendo cada elemento (1) una estructura de soporte (2) de un material compuesto de fibras y película (3) moldeada sobre la estructura de soporte (2), comprendiendo además la herramienta medios de sellado (11, 12) que se van a disponer en las uniones entre los elementos de herramienta (1).

25 La presente invención se expone en las reivindicaciones independientes, con algunas características opcionales expuestas en las reivindicaciones en función de las mismas.

30 Breve descripción de los dibujos

35 Las nuevas características consideradas características de las realizaciones ilustrativas se exponen en las reivindicaciones adjuntas. Sin embargo, las realizaciones ilustrativas, así como un modo de uso preferente, otros objetivos y ventajas del mismo, se entenderán mejor haciendo referencia a la siguiente descripción detallada de una realización ilustrativa de la presente divulgación cuando se lea conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una ilustración de una vista en perspectiva de un mandril segmentado que tiene líneas de unión con juntas triples según el método divulgado.

La figura 2 es una ilustración de una vista en sección transversal de una carcasa de material compuesto tendida y curada sobre el mandril segmentado mostrado en la figura 1.

40 La figura 3 es una ilustración de una vista en sección tomada a lo largo de la línea 3-3 en la figura 1.

La figura 4 es una ilustración de una vista en perspectiva del extremo delantero de la junta triple entre segmentos de mandril en la ubicación a lo largo de la línea de unión designada como "4" en la figura 1.

La figura 5 es una ilustración de una vista en perspectiva de una sección intermedia de las juntas triples entre los segmentos de mandril en la ubicación a lo largo de la línea de unión designada como "5" en la figura 1.

45 La figura 6 es una ilustración de una vista en perspectiva de un extremo posterior de las juntas triples entre los segmentos de mandril en la ubicación a lo largo de la línea de unión designada como "6" en la figura 1.

La figura 7 es una ilustración de una vista en sección transversal de otra realización de una línea de unión entre dos

de los segmentos de mandril.

La figura 8 es una ilustración de una vista en sección transversal de una realización adicional de una línea de unión entre dos de los segmentos de mandril.

5 La figura 9 es una ilustración de una vista en sección transversal esquemática a lo largo de una de las líneas de unión, mostrando el modo en que la junta triple está conectada a las bolsas de vacío interior y exterior.

La figura 10 es una ilustración similar a la figura 9, pero que muestra una placa temporal que ha sido instalada para comprobar la junta triple durante el ensamblaje de los segmentos de mandril.

La figura 11 es una ilustración de un diagrama de bloques funcional que muestra los componentes del mandril segmentado y un sistema de control relacionado para comprobar y controlar la junta triple.

10 La figura 12 es una ilustración de un diagrama de flujo de un método de sellado de una herramienta segmentada.

La figura 13 es una ilustración de un diagrama de flujo de una realización alternativa de un método de sellado de una herramienta segmentada.

La figura 14 es una ilustración de un diagrama de flujo de la producción de aeronaves y la metodología de servicio.

La figura 15 es una ilustración de un diagrama de bloques de una aeronave.

15 Descripción detallada

Haciendo referencia a las figuras 1 y 2, se puede utilizar una herramienta de tendido 20 segmentada (figura 1), a veces también denominada en lo sucesivo mandril 20 segmentado, como un mandril sobre el cual se puede tender y curar una parte compuesta. Por ejemplo, y sin limitación, el mandril 20 segmentado puede utilizarse para tender y curar la carcasa 36 de material compuesto mostrada en la figura 2. La carcasa 36 de material compuesto incluye una película 38 de material compuesto exterior rigidizada por ristras 40 de material compuesto que se extienden longitudinalmente. Aunque no se muestra en la figura 2, la carcasa 36 de material compuesto puede estar unida a un bastidor interior que se extiende circunferencialmente para formar una sección de barril de un fuselaje de avión (no mostrado).

25 La herramienta de tendido 20 incluye un extremo delantero 26 y un extremo trasero 28, y comprende una pluralidad de segmentos de mandril 22 que están unidos entre sí a lo largo de las líneas de unión 24 longitudinales. Como se indicará más adelante con más detalle, las líneas de unión 24 incluyen una junta triple sustancialmente hermética (no mostrada en la figura 1) que sella los segmentos de mandril 22 juntos de manera que actúan como una sola herramienta. En la realización ilustrada, la herramienta de tendido 20 tiene una forma cilíndrica o de barril generalmente ahusado, sin embargo, son posibles otras formas, en función de la forma de la parte que se va a producir.

30 Los segmentos de mandril 22 forman colectivamente una superficie de tendido 30 sobre la cual se puede tender material compuesto tal como material previamente impregnado, para formar la carcasa 36 de material compuesto mostrada en la figura 2. La superficie de tendido 30 forma la LML (línea de molde interior) de la película 38 de material compuesto, y puede incluir una pluralidad de ranuras de ristras 32 que se extienden longitudinalmente y están separadas circunferencialmente, en las cuales pueden colocarse tendidos de ristras de material compuesto preformadas (no mostrados en la figura 1) antes de que la película 38 se tienda sobre la superficie de tendido 30. La herramienta de tendido 20 incluye además una banda 34 sustancialmente lisa, que se extiende circunferencialmente en los extremos delantero y trasero 26, 28 que están situados longitudinalmente más allá de la superficie de tendido 30. Las bandas 34 proporcionan una superficie a la cual se puede unir y sellar una o más bolsas de vacío indicadas más adelante (no mostradas en las figuras 1 o 2) para compactar y consolidar la carcasa 36 de material compuesto durante el curado, que puede llevarse a cabo dentro de una autoclave (no mostrada).

35 Las figuras 3-6 ilustran una realización de una junta de recorte o línea de unión 24 entre dos segmentos adyacentes de los segmentos de mandril 22a, 22b. La figura 3 representa una película 56 de material compuesto que ha sido tendida sobre la superficie de tendido 30, cubierta por una placa de recubrimiento 58, una bolsa de vacío interior 60 y una bolsa de vacío exterior 94. Para simplificar la descripción, los elementos adicionales tales como películas de liberación, tubos de ventilación, etc. no son mostrados. Como se indicará más adelante con más detalle, la bolsa de vacío interior 60 se sella a las bandas 34 (figura 1), fuera de la superficie de tendido 30. En una realización, las líneas de unión 24 entre los segmentos de mandril 22a, 22b están formadas por superposición, unas bridas periféricas interiores y exteriores 68, 70 que forman superficies de sellado 42, de acoplamiento. Las superficies de sellado 42 están selladas entre sí por una junta triple 44 sustancialmente hermética que comprende un primera junta exterior 46, una segunda junta intermedia 48 y una tercera junta interior 50. Los extremos opuestos de las juntas 46,

48, 50 están dispuestos y conectados para formar áreas de sellado en forma de H 82 que están respectivamente situadas más allá de los extremos del tendido de película 56, por debajo de las bandas 34.

Haciendo referencia a las figuras 4 y 6, cada una de las áreas de sellado en forma de H 82 comprende un par de patas interiores 83, 84, un par de patas exteriores 85, 86 y una pata transversal 87. En la realización ilustrada, las patas 83, 84, 85, 86 y 87 están dispuestas en forma de una "H", sin embargo, en función de la aplicación, estas patas pueden estar dispuestas para formar otras formas. Los extremos o las puntas exteriores 85a, 86a de las patas exteriores 85, 86 se sellan respectivamente a las bolsas de vacío interior y exterior 60, 94 (véase la figura 9). Las juntas 46, 48, 50 pueden formarse, por ejemplo y sin limitación, por moldeo y/o extrusión de un material adecuado tal como silicona. Las juntas exterior, intermedia e interior 46, 48, 50 están separadas circunferencialmente entre sí, y en la realización ilustrada, se sujetan dentro de ranuras 52 respectivamente asociadas (figura 3) formadas en la cara de sellado 42 de la brida exterior 70. Las puntas 85a, 86a pueden estar formadas por un material, sin limitación, tal como Viton® o un fluoroelastómero similar que sea adecuado para proporcionar una buena adherencia al sellador de bolsa de vacío (no mostrado) utilizado para sellar las puntas 85a, 85b a las bolsas de vacío interior y exterior 60, 94. En otras realizaciones, las juntas exterior, intermedia e interior 46, 48, 50, respectivamente, así como las áreas de sellado en forma de H 82 pueden estar sujetas en ranuras (no mostradas) formadas en la brida interior 68 y selladas contra la brida exterior 70. En otras realizaciones, algunas de las juntas 46, 48, 50 y el área de sellado 82 pueden estar formadas en cada una de las bridas interior y exterior 68, 70, respectivamente.

El área entre la junta intermedia 48 y la junta interior 50 se forma en la primera cámara de sellado 64 interior, y el área entre la junta intermedia 48 y la junta exterior 46 forma una segunda cámara de sellado 66 exterior. La brida interior 68 está provista de al menos una entrada de vacío 72 y una sonda de presión 76 que comunica con la cámara de sellado exterior 66. La brida interior 68 está provista también de al menos una entrada de vacío 74 y una sonda de presión 78 que comunican con la cámara de sellado interior 64. La entrada de vacío 72 se utiliza para aspirar selectivamente un vacío o ventilar la cámara de sellado exterior 66 y un cambio en la presión dentro de la cámara de sellado exterior 66 puede detectarse por la sonda de presión 76. De manera similar, la entrada de vacío 74 se utiliza para aspirar selectivamente un vacío o ventilar la cámara de sellado interior 64 y un cambio en la presión dentro de la cámara de sellado interior 64 puede detectarse por la sonda de presión de vacío 78. Aunque no se muestra en la figura 3, se acopla una o más entradas de vacío y sondas de presión con el área debajo de cada una de las bolsas de vacío interior y exterior 60, 94 con el fin de evacuar la bolsa de vacío 60, 94 y detectar por separado las presiones de vacío dentro de las bolsas de vacío interior y exterior 60, 94. La bolsa interior 60 forma una cámara de vacío de bolsa interior 92 (figura 9) dentro de la cual se aspira una parte de vacío 71. La presión de compactación aplicada por la bolsa interior 60 al tendido de película 56 de material compuesto se complementa con la presión aplicada por la bolsa exterior 94 y la presión de autoclave 62 exterior.

La figura 7 ilustra una realización alternativa de una de las líneas de unión 24 que emplea una junta triple 44, similar a la realización mostrada en la figura 3. En este ejemplo, las líneas de unión 24 entre segmentos de mandril 22a, 22b adyacentes están formadas adyacentes a la línea central 54 de las ranuras de ristras 32 en las que se colocan tendidos de ristras (no mostrados) antes de que la película 38 de material compuesto esté dispuesta sobre la herramienta de tendido 20. En este ejemplo, una parte de cada ranura de ristras 32 se forma a lo largo de cada uno de los segmentos de mandril 22a, 22b en la línea de unión 24.

La figura 8 ilustra una realización adicional de una línea de unión 24 entre segmentos de mandril 22a, 22b adyacentes. En este ejemplo, los segmentos de mandril 22a, 22b, tienen bridas opuestas 88, 90 respectivamente que se extienden radialmente hacia dentro desde la superficie de tendido 30, formando efectivamente una junta sellada entre los segmentos de mandril 22a, 22b a lo largo de la línea de unión 24.

La atención se dirige ahora a la figura 9, que ilustra esquemáticamente componentes de la herramienta de tendido 20 a lo largo de una de las líneas de unión 24; se ha omitido una placa de recubrimiento, tubos de ventilación y películas de liberación por simplicidad. La película 56 de material compuesto está colocada sobre la superficie de tendido 30 que forma la LML de la parte acabada. La bolsa de vacío interior 60 está sellada por una junta de bolsa interior 100 a la herramienta de tendido 20 alrededor de la banda 34 y a las puntas 85a de las patas exteriores 86 del área de sellado en forma de H 82. En realizaciones que utilizan una placa de recubrimiento (no mostrada), la bolsa de vacío interior (60) puede sellarse a la placa de recubrimiento o a una bolsa de vacío de placa de recubrimiento (no mostrada).

La bolsa de vacío exterior 94 está sellada por una junta de bolsa exterior 98 a las bandas 34, fuera de la junta de bolsa interior 100 y a las puntas 86a de las patas exteriores 85 del área de sellado en forma de H 82. Las patas de sellado exterior 85, 86 junto con las patas de sellado 87 forman una cámara de vacío de bolsa exterior 96 que comunica con el área 93 por debajo de la bolsa de vacío exterior 94. La bolsa de vacío interior 60 está en comunicación con una cámara de bolsa de vacío interior 92 formada por la junta interior 50 y las patas exteriores 86 del área de sellado en forma de H 82. La cámara de sellado interior 64 está definida por la junta intermedia 48, la junta interior 50 y las patas interiores 83, 84 del área de sellado en forma de H 82. La cámara de sellado exterior 66 está definida por la junta exterior 46, la junta intermedia 48 y las patas interiores 83, 84 del área de sellado en forma de H 82. Durante el procesamiento del tendido de película 56 de material compuesto en una autoclave, la

evacuación de la bolsa de vacío exterior 94 extrae la bolsa de vacío exterior 94 y comprime la junta de bolsa interior 100. La fuerza de compresión aplicada a la junta de bolsa interior 100 por la bolsa de vacío exterior 94 complementa la presión de autoclave 62 aplicada, para reducir la posibilidad de fugas de aire a través de la junta de bolsa interior 100.

5 El área 80 debajo de la bolsa de vacío interior 60 junto con la cámara de vacío de bolsa interior 92 está acoplada con unas entradas de vacío 104. Se proporciona una o más sondas de presión de vacío 106 para detectar un cambio en la presión de vacío dentro de la bolsa de vacío interior 60 y la cámara de vacío de bolsa interior 92. De manera similar, se acopla una o más entradas de vacío 74 con la cámara de sellado interior 64 para aspirar selectivamente un vacío o ventilar la cámara de sellado interior 64. Se utiliza una o más sondas de presión de vacío
10 78 para detectar un cambio en una presión de vacío dentro de la cámara de sellado interior 64. Además, se acopla una o más entradas de vacío 72 con la cámara de sellado exterior 66 para aspirar selectivamente un vacío o ventilar la cámara de sellado exterior 66. Se utiliza una o más sondas de presión 76 para detectar un cambio en la presión de vacío dentro de la cámara de sellado exterior 66. Se utilizan entradas de vacío 102 adicionales para aspirar selectivamente un vacío, o ventilar las cámaras de vacío de bolsa exterior 96.

15 Haciendo referencia ahora a la figura 10, el ensamblaje correcto de los segmentos de mandril 22 mostrado en la figura 1, y la integridad de la junta triple 44 así como el área de sellado en forma de H 82 pueden probarse a medida que se ensamblan los segmentos de mandril 22, antes de colocar un tendido de material compuesto sobre la herramienta de tendido 20 para su procesamiento. Al probar la junta triple 44 durante la fase de ensamblaje del mandril, se pueden detectar y corregir fugas de sellado antes de cargar la herramienta 20 y el tendido de material
20 compuesto en una autoclave. Para probar la junta triple 44, se coloca una placa de prueba 105 temporal sobre cada línea de unión 24 entre los segmentos de mandril 22 y se sella a las puntas 85a, 86a del área de sellado en forma de H 82 por la junta exterior 98 y la junta interior 100. La placa de prueba cierra la cámara de vacío de bolsa interior 92 y la cámara de vacío de la bolsa exterior 96. Los vacíos son aspirados en la cámara de sellado interior 64, la cámara de sellado exterior 66, la cámara de vacío de bolsa interior 92 y la cámara de vacío de bolsa exterior 96. Una fuga en
25 la junta exterior 46, la junta intermedia 48 o junta interior 50 da lugar a un cambio en la presión de vacío dentro de la cámara de sellado interior 64, la cámara de sellado exterior 66 y/o la cámara de vacío de bolsa interior 92 y estos cambios en la presión de vacío son detectados por las sondas de vacío 78, 76 asociadas en el 106, respectivamente.

De manera similar, la integridad del área de sellado en forma de H 82 puede comprobarse para detectar fugas. En el
30 caso de que las patas exteriores 85 tengan una fuga, el cambio resultante en la presión de vacío en la cámara de vacío de bolsa exterior 96 será detectado por las sondas de vacío 107. En el caso de que ambas patas exteriores 85, 87 tengan una fuga, se reduce la presión de vacío dentro de la cámara de bolsa interior 92 y esta reducción en la presión de vacío es detectada por las sondas de vacío 106.

La figura 11 ilustra ampliamente los componentes de un sistema para probar y controlar la integridad de las juntas
35 utilizadas para sellar una herramienta segmentada de piezas múltiples, tal como un mandril de tendido 20 segmentado. Puede colocarse una película 56 de material compuesto sobre el mandril 20 segmentado y cubrirse por una o más bolsas de vacío 60, 94. Las bolsas de vacío 60, 94 se sellan individualmente al mandril 20 segmentado. Los segmentos 22 del mandril 20 se sellan entre sí a lo largo de las líneas de unión 24 mediante una junta triple 44. Las cámaras de cierre hermético 64, 66, 92 formadas por la junta triple 44 están acopladas con sondas de presión
40 de vacío 76, 78, 106 y entradas de vacío 72, 74, 102, 104, como se ha descrito anteriormente. Un controlador 108, que puede comprender un ordenador de propósito general programado o un PLC (controlador lógico programable), recibe datos de presión de las sondas de presión de vacío 76, 78, 106 y conecta selectivamente las entradas de vacío 72, 74, 102, 104 con una fuente de vacío 110 o un tubo de ventilación 115.

Haciendo referencia ahora nuevamente a la figura 9, después de que los segmentos de mandril 22 se hayan
45 ensamblado y se haya tendido una película 56 de material compuesto sobre la superficie de tendido 30 del mandril 20, el mandril 20 se coloca en una autoclave (no mostrada) donde se aplican la presión de autoclave 62 y el calor. Se utilizan entradas de vacío 72, 74, 102, 104 para aspirar vacíos a la cámara de sellado interior 64, la cámara de sellado exterior 66, la cámara de bolsa de vacío interior 92 y la cámara de vacío de bolsa exterior 96. El vacío aspirado dentro de la cámara de vacío de bolsa interior 92, junto con la presión de autoclave 62 compacta y
50 consolida el tendido 56 de material compuesto durante un ciclo de curado. La bolsa de vacío exterior 94 puede añadir presión de compactación adicional al tendido de película 56 de material compuesto, y también aplica una fuerza de compresión a la junta de bolsa interior 100.

Si la junta triple 44 está funcionando adecuadamente (sin fugas de aire), las sondas de presión de vacío 76, 78 y
55 106 registran niveles de presión de vacío preseleccionados relativamente bajos que indican que la integridad de la junta exterior 46, la junta intermedia 48, la junta interior 50 está intacta. En el caso de una fuga en la junta exterior 46, la presión de aire entra en la cámara de sellado exterior 66, provocando un cambio (reducción) en la presión de vacío dentro de la cámara de sellado exterior 66. Este cambio en la presión de vacío es detectado por la sonda de vacío 76. En el caso de una fuga en la junta exterior 46, la junta intermedia 48 y la junta interior 50 se mantiene la presión de vacío necesaria en la cámara de vacío de la bolsa interior 92.

En el caso de que tanto la junta exterior 46 como la junta intermedia 48 tengan fugas, la presión de aire entra en la cámara de sellado interior 64, pero la junta interior 50 mantiene la presión de vacío necesaria en la cámara de bolsa interior 92. Bajo estas circunstancias, la fuga en la junta intermedia 48 permite que la presión de aire entre en la cámara de sellado interior 64. Se detecta una reducción en la presión de vacío dentro de la cámara de sellado interior 64 por la sonda de presión de vacío 78. En el caso de fugas en cada una de las juntas exteriores 46, la junta intermedia 48 y la junta interior 50, la presión de aire entra en la cámara de bolsa de vacío interior 92 y el cambio resultante en la presión de vacío es detectado por las sondas de vacío 106.

Puede ser posible detectar una fuga en la junta intermedia 48 en circunstancias en las que no hay fugas en la junta exterior 46. Esta detección de fuga de la junta intermedia 48 puede conseguirse manteniendo la presión de vacío en la cámara de sellado interior 64 en un nivel que es mayor que la presión de vacío mantenida en la cámara de sellado exterior 66. Utilizando esta técnica, una fuga en la junta intermedia 48 dará lugar a un cambio en la presión de vacío que es detectada por las sondas de presión de vacío 78 en la cámara de sellado interior 64.

El uso de la bolsa exterior 94 en combinación con el área de sellado en forma de H 82 proporciona una protección adicional contra la pérdida de presión de compactación en el caso de fugas de sellado. El área de sellado en forma de H 82 junto con la junta de bolsa interior y exterior 98, 100 forman juntas dobles con la bolsa exterior 94 que son independientes de la junta exterior 46, junta intermedia 48 y junta interior 50. Por lo tanto, en el caso de una pérdida de presión de vacío dentro de la cámara de vacío de bolsa 92, la presión de vacío se mantiene, sin embargo, dentro de la cámara de vacío de bolsa exterior 96 y dentro del área 93 debajo de la bolsa de vacío exterior 94. Por consiguiente, la bolsa de vacío exterior 94 mantiene la presión de compactación necesaria contra el tendido de película 56 de material compuesto.

La figura 12 ilustra las etapas generales de un método de sellado y prueba de múltiples segmentos de un mandril en un entorno de autoclave. En la etapa 112, se forma una cámara de vacío de bolsa interior 92 que superpone las líneas de unión 24 de los segmentos de mandril 22 y una junta de sellado interior 50 entre los segmentos de mandril 22. En el 114, se forma una cámara de bolsa de vacío exterior 96 y un área de sellado en forma de H 82 en extremos opuestos de la cámara de vacío de bolsa interior 92. En el 116, se forma una cámara de sellado exterior 66 que utiliza el área de sellado en forma de H 82, una junta exterior 46 y una junta intermedia 48. En el 118, se forma una cámara de sellado interior 64 utilizando la junta intermedia 48 y la junta interior 50. En el 120, se detecta una fuga en cualquiera de las juntas interiores 50, 48, la junta intermedia 48 o la junta exterior 46. La fuga puede verse afectada por la detección de un cambio en la presión de vacío dentro de las cámaras de bolsa de vacío interior y exterior 92, 96.

La figura 13 ilustra las etapas generales de un método alternativo de sellado y prueba de la integridad de las juntas entre al menos dos segmentos de herramienta 22. En la etapa 122, se dispone una junta interior 50, una junta exterior 46 y una junta intermedia 48 para formar una primera y una segunda cámara de sellado, 64, 66 respectivamente. En el 124, se aplica un vacío a cada una de la primera y segunda cámara de sellado 64, 66. En el 126, se detecta una fuga cualquiera de la junta interior 50, la junta exterior 46 y la junta intermedia 48 detectando un cambio en la presión de vacío dentro de cualquiera de la primera y segunda cámara de sellado 64, 66.

Las realizaciones de la divulgación pueden utilizarse en una diversidad de aplicaciones potenciales, particularmente en la industria del transporte, incluyendo por ejemplo aplicaciones aeroespaciales, marinas, automotrices y otras aplicaciones en las que es necesario sellar herramientas segmentadas, tales como las usadas para las partes de material compuesto de procedimiento de autoclave. Por lo tanto, haciendo referencia ahora a las figuras 14 y 15, pueden utilizarse realizaciones de la divulgación en el contexto de un método 128 de fabricación y servicio de aeronaves como se muestra en la figura 14 y una aeronave 130 como se muestra en la figura 15. Las aplicaciones de aeronave de las realizaciones divulgadas pueden incluir sin limitación, por ejemplo, carcasas de material compuesto que forman parte de secciones de fuselaje en forma de barril. Durante la producción previa, el método 128 ejemplar puede incluir memoria descriptiva y diseño 132 de la aeronave 130 y adquisición de material 134. Durante la producción, tiene lugar la fabricación de componentes y subconjuntos 136 y la integración de sistemas 138 de la aeronave 130. A continuación, la aeronave 130 puede pasar por la certificación y la entrega 140 para poder colocarse en servicio 142. Mientras está en servicio con un cliente, la aeronave 130 está programada para mantenimiento rutinario y de servicio 144, que también puede incluir modificación, reconfiguración, y así sucesivamente.

Cada uno de los procedimientos del método 128 puede realizarse o llevarse a cabo por un integrador de sistemas, un tercero y/o un operario (por ejemplo, un cliente). A los efectos de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistemas principales; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operario puede ser una compañía aérea, una compañía de leasing, una entidad militar, una organización de servicio y así sucesivamente.

Como se muestra en la figura 15, la aeronave 130 producida mediante el método 128 ejemplar puede incluir una aeroestructura 146 con una pluralidad de sistemas 148 y un interior 150. Los ejemplos de sistemas de alto nivel 148

incluyen uno o más sistemas de un sistema de propulsión 152, un sistema eléctrico 154, un sistema hidráulico 156 y un sistema ambiental 158. 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 las industrias marina y automotriz.

5 Los sistemas y métodos incorporados en el presente documento pueden emplearse durante una o más de las etapas del método 128 de producción y servicio. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes al procedimiento de producción 136 pueden ser producidos o fabricados de manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras la aeronave 130 está en servicio. Además, se pueden utilizar una o más realizaciones del aparato, realizaciones del método o una combinación de las mismas durante las etapas de producción 136 y 138, por ejemplo, acelerando sustancialmente el ensamblaje o la reducción del coste de una aeronave 130. De manera similar, uno o más de las realizaciones de los aparatos, realizaciones del método, o una combinación de los mismos, mientras que la aeronave 130 está en servicio, por ejemplo y sin limitación, para el mantenimiento y servicio 142.

15 Tal como se utiliza en el presente documento, la frase "al menos uno de", cuando se utiliza con una lista de elementos, significa que pueden utilizarse combinaciones diferentes de uno o más de los elementos enumerados y solamente se puede necesitar uno de cada elemento de la lista. Por ejemplo, "al menos uno de los elementos A, B y C" puede incluir, sin limitación, el elemento A, el elemento A y el elemento B o el elemento B. Este ejemplo también puede incluir el elemento A, el elemento B y el elemento C o el elemento B y el elemento C. El elemento puede ser un objeto particular, una cosa o una categoría. En otras palabras, se puede utilizar al menos uno de los medios de cualquier combinación de elementos y el número de elementos de la lista, pero no todos los elementos de la lista son necesarios.

25 La descripción de las diferentes realizaciones ilustrativas se ha presentado con fines de ilustración y descripción, y no se pretende que sea exhaustiva o limitada a las realizaciones en la forma divulgada. Muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. Además, las diferentes realizaciones ilustrativas pueden proporcionar diferentes ventajas en comparación con otras realizaciones ilustrativas. La realización o las realizaciones seleccionadas se eligen y describen con el fin de explicar mejor los principios de las realizaciones, la aplicación práctica y para permitir que otros expertos en la técnica comprendan la divulgación para diversas realizaciones con diversas modificaciones que son adecuadas para el uso particular contemplado.

REIVINDICACIONES

1. Un método para sellar y controlar segmentos múltiples de un mandril en un entorno de autoclave, que comprende:
la formación de una cámara de vacío de bolsa interior (92) que se superpone a los extremos y las líneas de unión de los segmentos de mandril y una junta interior (50) entre los segmentos de mandril; la formación de una cámara de bolsa de vacío exterior (96) y un área de sellado en forma de H (82) en extremos opuestos de la cámara de vacío de bolsa interior;
- 5
- la formación de una cámara de sellado exterior (66) que utiliza el área de sellado en forma de H, la junta interior y una junta intermedia (48); la formación de una cámara de sellado interior (64) que utiliza la junta intermedia y la junta interior; y el control de la integridad de cualquiera de las juntas interiores, la junta intermedia y la junta exterior (46).
- 10
2. El método según la reivindicación 1, que comprende además:
el prensado de la junta interior, la junta intermedia, la junta exterior y las patas del área de sellado en forma de H en ranuras en el interior de los segmentos de mandril.
3. El método según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la formación de la cámara de bolsa de vacío exterior incluye el sellado de las patas del área de sellado en forma de H a las bolsas de vacío interiores y exteriores.
- 15
4. El método según cualquier reivindicación anterior, en el que la formación de la cámara de vacío de bolsa exterior incluye patas de sellado del área de sellado en forma de H a la junta interior y a la junta intermedia.
5. El método según cualquier reivindicación anterior, en el que el control de la integridad incluye detectar un cambio en la presión de vacío en el interior de cualquiera de las cámaras de vacío de bolsa interior, la cámara de sellado interior y la cámara de sellado exterior.
- 20
6. Una disposición de junta sustancialmente hermética a lo largo de una línea de unión entre el primer y segundo segmento de herramienta, que comprende:
juntas interiores (50), intermedias (48) y exteriores (46) que forman una primera y una segunda cámara de vacío cerradas sustancialmente de manera hermética; y un área de sellado en forma de H (82) situada en extremos opuestos de la línea de unión y conectada a la junta intermedia y a la junta exterior.
- 25
7. La disposición de sellado según la reivindicación 6, en la que:
las juntas interior, intermedia y exterior se extienden a lo largo de una longitud de la línea de unión, y están dispuestas en un patrón en forma de H en cada uno de los extremos opuestos de la línea de unión.
8. La disposición de sellado según cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, en la que:
el primer y el segundo segmento de herramienta están dispuestos para formar una superficie de tendido, y el patrón en forma de H incluye una primera y una segunda pata adaptadas para ser selladas a la primera y la segunda bolsa de vacío que cubren la superficie de tendido.
- 30
9. La disposición de sellado según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en la que las juntas interior, intermedia y exterior están separadas entre sí y se extienden longitudinalmente a lo largo de la línea de unión.
- 35
10. La disposición de sellado según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en la que:
la junta interior e intermedia están separadas entre sí y forman la primera cámara de vacío, y
la junta intermedia y exterior están separadas entre sí y forman la segunda cámara de vacío.
11. La disposición de sellado según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, en la que:
cada una de la primera y segunda cámara de vacío está adaptada para acoplarse con una fuente de vacío y una válvula para comprobar la presencia de fugas de aire independientemente de las juntas interior, intermedia y exterior.
- 40

12. La disposición de sellado según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11, que comprende además:

una primera y una segunda sondas de vacío que detectan respectivamente la presión de vacío en la primera y la segunda cámara de vacío.

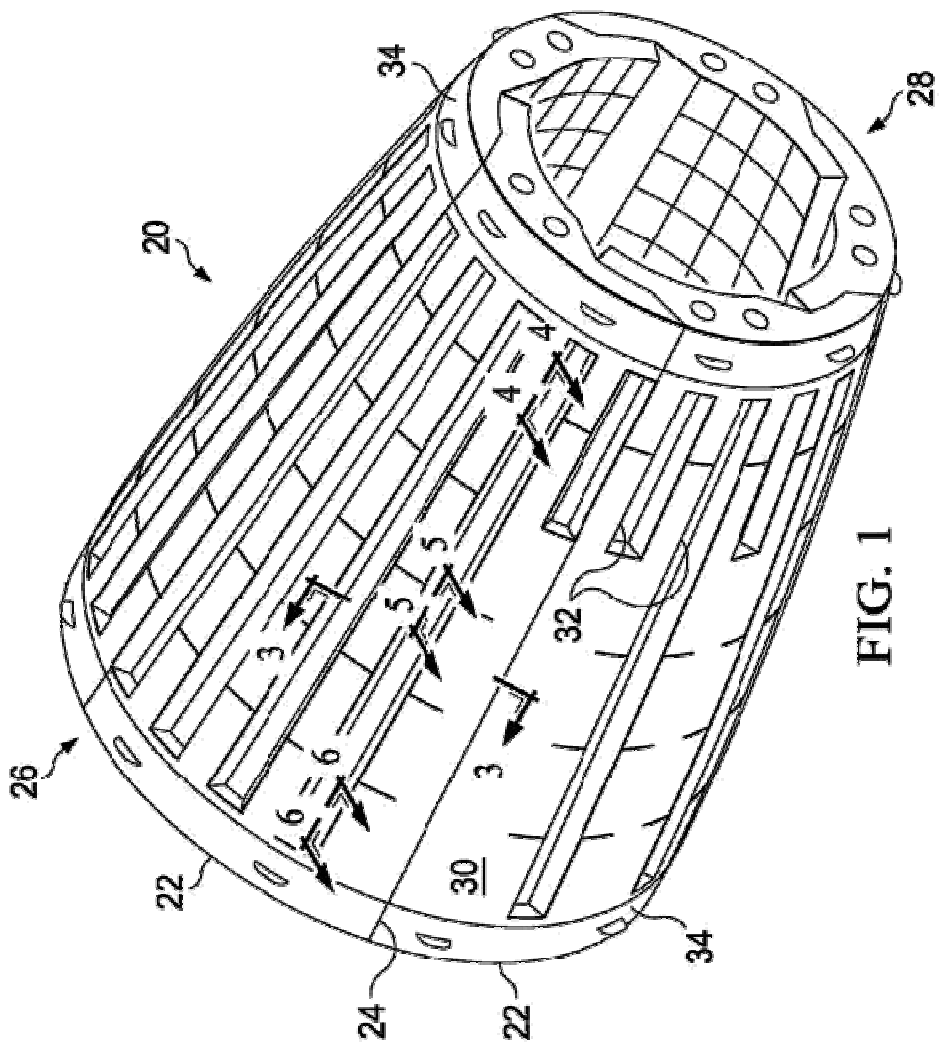


FIG. 1

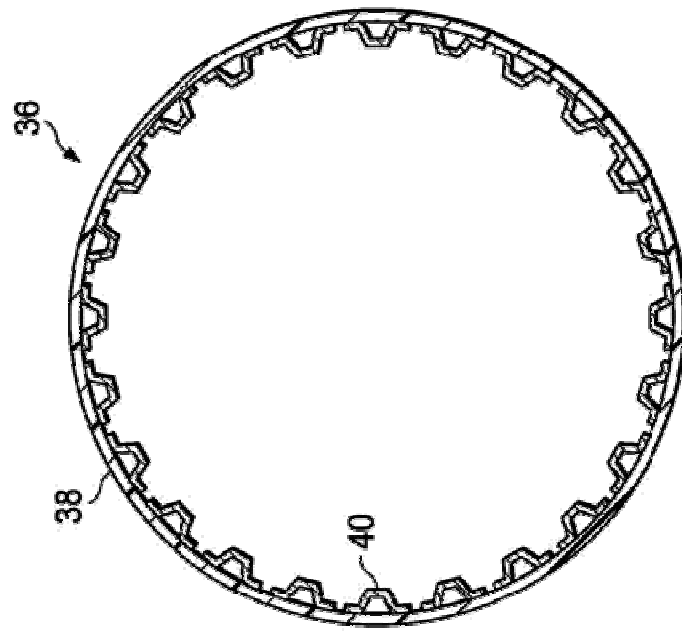


FIG. 2

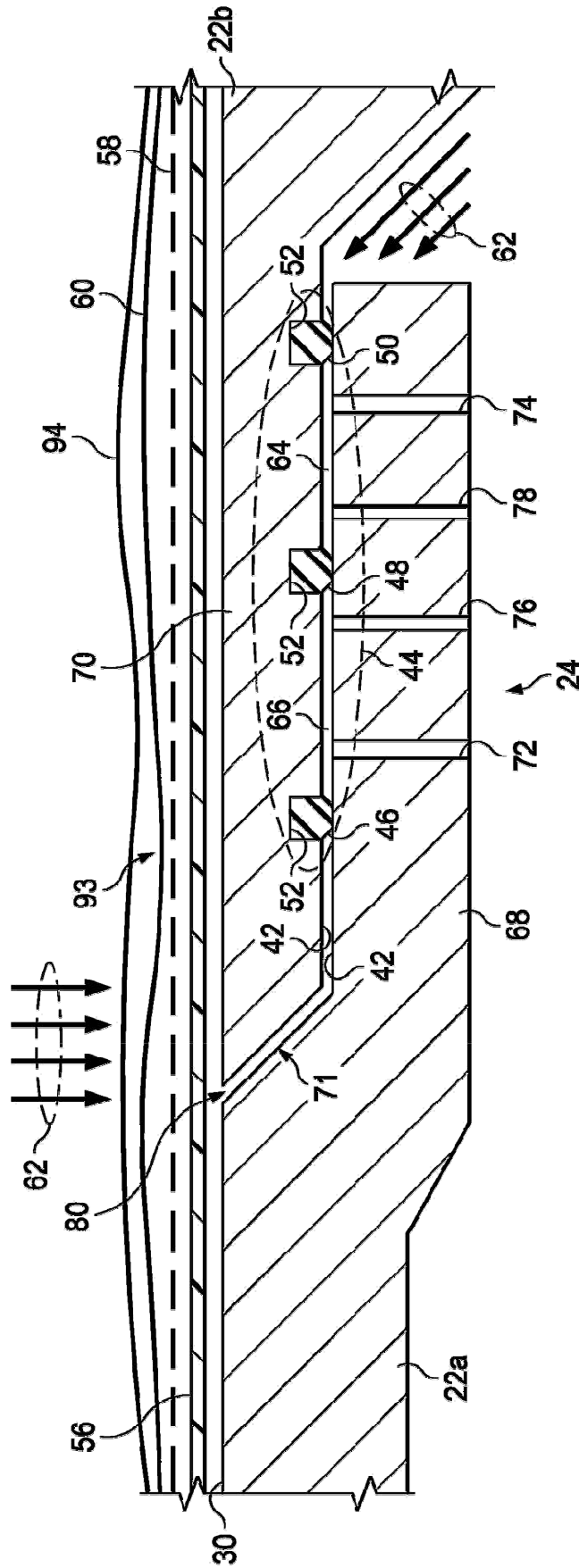


FIG. 3

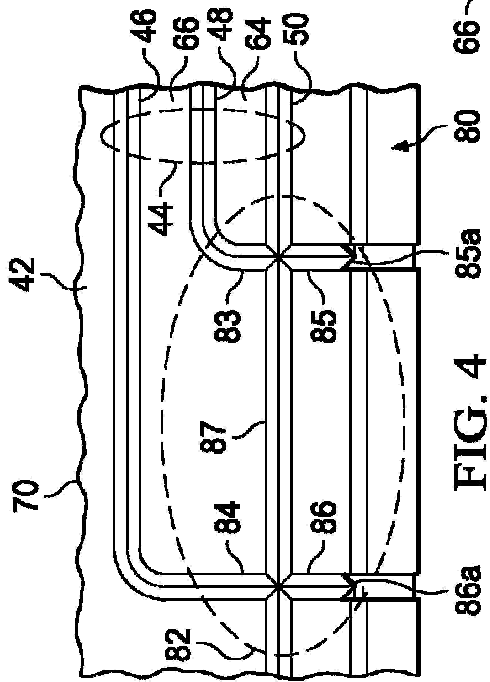


FIG. 4

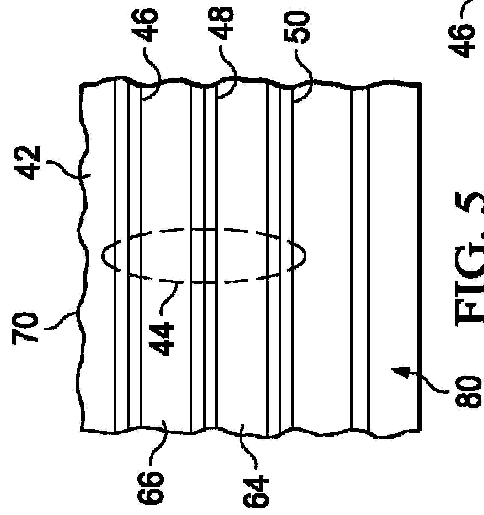


FIG. 5

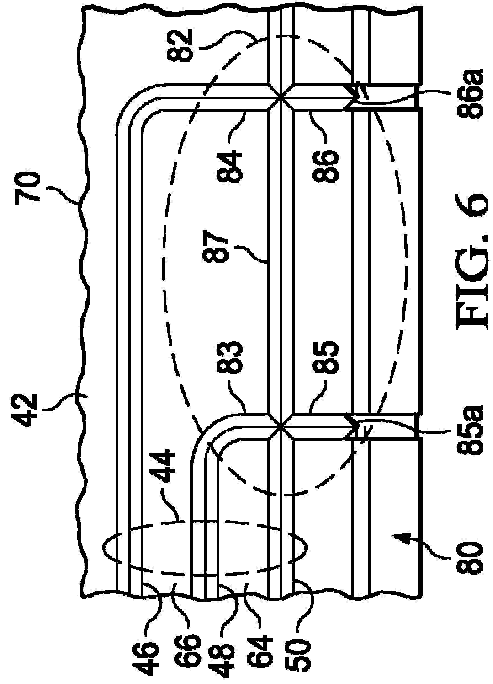


FIG. 6

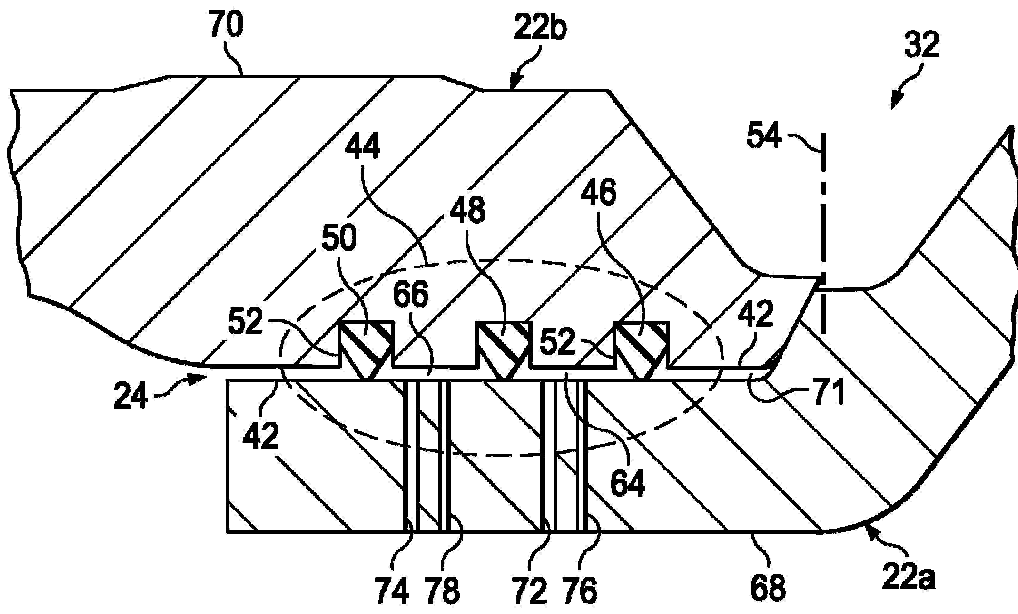


FIG. 7

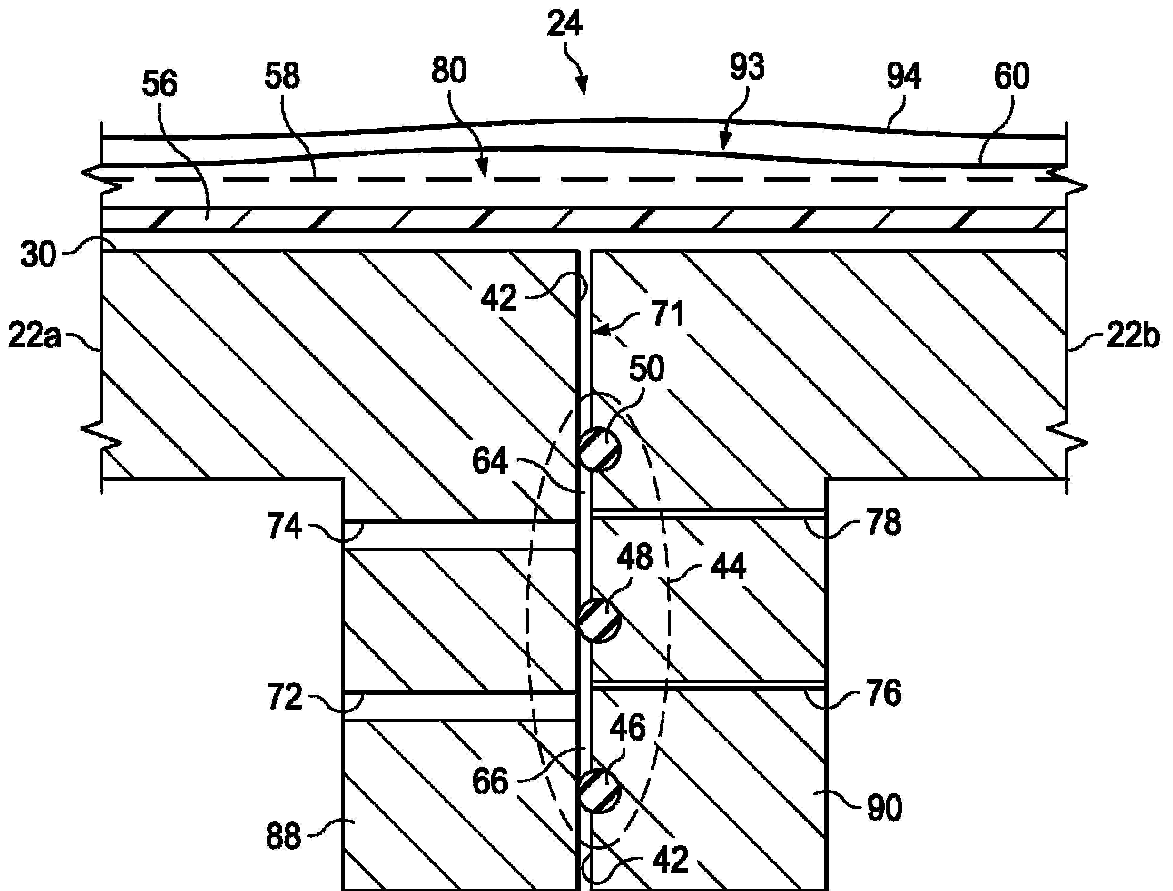


FIG. 8

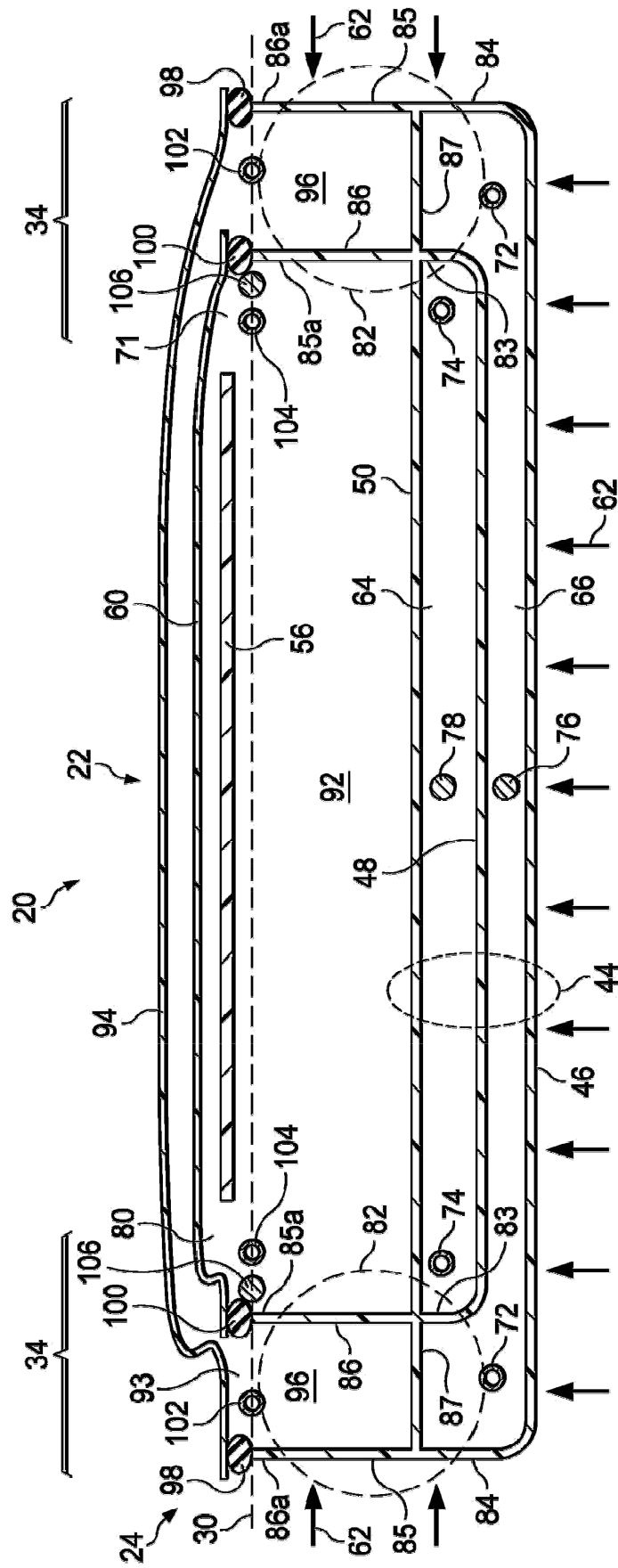


FIG. 9

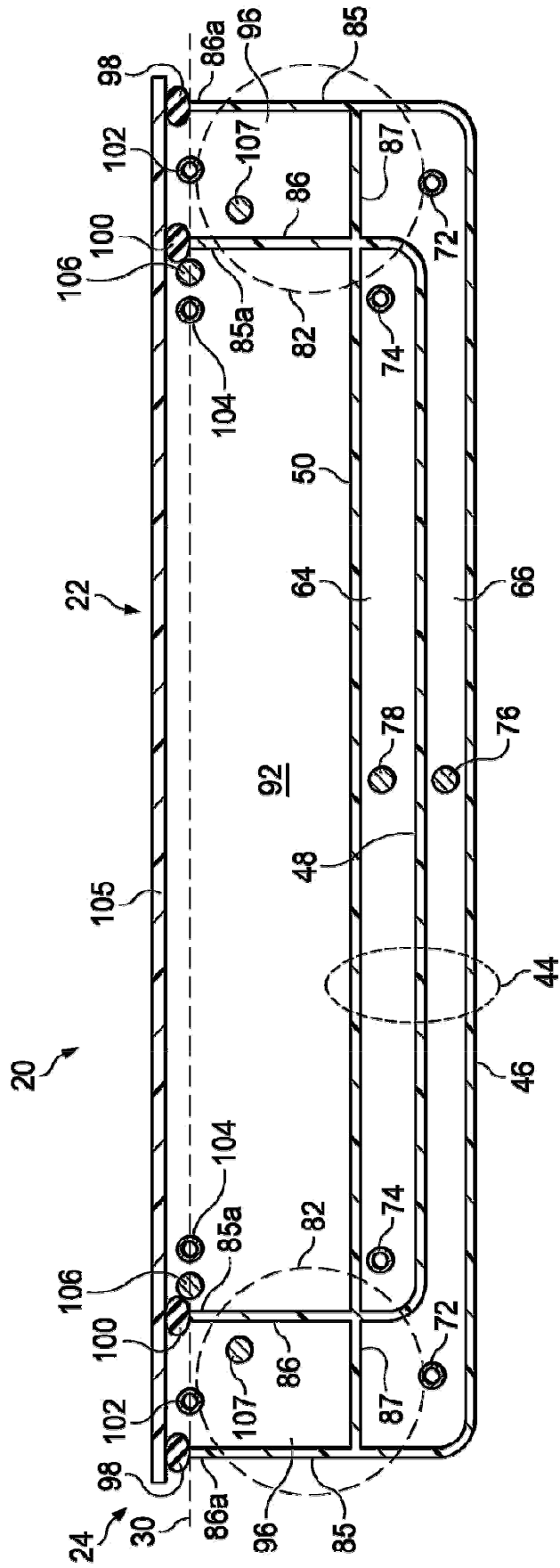


FIG. 10

