

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 905 434**

(51) Int. Cl.:

B21D 26/051 (2011.01)

B21D 26/055 (2011.01)

B23K 20/02 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.02.2016 E 16153777 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.11.2021 EP 3056292**

(54) Título: **Tubería de titanio de doble pared y métodos para fabricar la tubería**

(30) Prioridad:

11.02.2015 US 201514619449

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

08.04.2022

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

RUST, CHARLES WILLIAM

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 905 434 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

- Tubería de titanio de doble pared y métodos para fabricar la tubería
- 5 Campo de la invención
- La presente divulgación se relaciona en general con conformar súper plásticamente y unir por difusión una tubería de doble pared de titanio, y más específicamente a un tubo de titanio de doble pared que tiene una pared interior y una pared exterior con al menos un rigidizador que se extiende desde la pared interior a la pared exterior.
- 10 Antecedentes de la invención
- Las tuberías y los sistemas de conductos para transportar fluidos son de uso extendido en muchas industrias. En la industria aeroespacial, por ejemplo, los conductos soldados se usan en sistemas de control ambiental y en sistemas de deshielo de ala para transportar aire caliente del motor a los bordes de ataque y a la nacela de entrada de la nariz para impedir que se forme hielo en esas superficies condiciones de formación de hielo durante el vuelo. La tubería, por supuesto, también se puede utilizar en muchas otras industrias, incluyendo la industria petrolera u otras industrias en que se requiere el transporte de elementos para uso en ocasiones en ambientes extremos.
- 15 Los materiales de tubería se pueden fabricar usar usando técnicas de conformación superplástica (SPF [por sus siglas en inglés]) y de unión por difusión (DB [por sus siglas en inglés]). Se ha sabido por muchos años que ciertos metales, tales como el titanio y muchas de sus aleaciones, muestran superplasticidad. La superplasticidad es la capacidad de un material para desarrollar inusualmente grandes alargamientos a la tracción con tendencia reducida al estrechamiento. Esta capacidad es mostrada por unos pocos metales y aleaciones y dentro de una temperatura limitada e intervalo de velocidad de deformación. Se ha observado que el titanio y las aleaciones de titanio muestran características superplásticas iguales o mayores que aquellas de cualquier otro metal. Con las aleaciones de titanio adecuadas, son posibles los aumentos totales en las áreas de superficie de hasta 300%, por ejemplo. Las ventajas de conformar superplásticos son numerosas incluyendo las posibilidades de crear formas complejas y partes de embutición profunda, y se requieren bajas tensiones de deformación para conformar el metal en el intervalo de temperatura superplástica para permitir, de ese modo, la conformación de partes bajo presiones bajas que minimicen la deformación de las herramientas y el desgaste.
- 20 La unión por difusión (DB) se refiere a la juntura metalúrgica de superficies de metales similares o disimiles mediante la aplicación de calor y presión durante un tiempo con el fin de dar lugar a la mezcla de los átomos en la interfaz de la junta. La unión por difusión se puede lograr completamente en el estado sólido a un punto de fusión de metal base o superior a la mitad (absoluta). Los tiempos reales, las temperaturas y las presiones variarán de metal a metal. Las superficies de juntura son llevadas a distancias atómicas mediante la aplicación de presión. Se provee de presión adecuada para dar lugar a que algún flujo plástico llene áreas de vacío normales. Si las presiones son demasiado bajas, los vacíos pequeños pueden permanecer en la interfaz de juntura y la resistencia de la juntura será menor que el máximo obtenible. La aplicación de presión rompe también los óxidos de la superficie y las asperezas de la superficie con el fin de presentar superficies limpias para la unión. Las temperaturas elevadas usadas para la unión por difusión sirven a las funciones de acelerar la difusión de los átomos en las superficies de juntura y proveer de ablandamiento del metal que ayuda en la deformación de superficie con el fin de permitir un contacto más íntimo para la unión de átomos y para el movimiento a través de la interfaz de juntura. La temperatura elevada y la aplicación de presión también resulta en difusión de los contaminantes de superficie en el metal base durante la unión que permite la unión átomo por átomo del metal y, de ese modo, hace resistente la unión. Se permite el tiempo suficiente para asegurar la resistencia de la unión mediante difusión de los átomos a través de la interfaz de juntura.
- 25 De acuerdo con procesos existentes, las vainas de tubería son fabricadas en forma plana, en que una o más láminas de metal conformables son colocadas en una cavidad de troquel definida entre troqueles cooperativos, las láminas se calientan a una temperatura elevada en que las láminas muestran superplasticidad, y después se usa un gas para aplicar presiones diferenciales a lados opuestos de las láminas con el fin de conformar las láminas. La presión se selecciona para deformar el material a una velocidad de deformación que está dentro de su intervalo de superplasticidad a la temperatura elevada, extiende las láminas y da lugar a que la lámina asuma la forma de la superficie del troquel. De esta manera, las láminas se pueden conformar en una forma compleja definida mediante los troqueles.
- 30 En otros procesos existentes, la SPF y la DB se pueden realizar en una operación combinada de conformación/unión. Por ejemplo, en un ejemplo combinado del proceso de SPF/DB, se apilan tres láminas de metal en una forma plana para conformar un paquete. Un material de parada se provee selectivamente entre las láminas para impedir que porciones de las superficies adyacentes de las láminas se unan. El paquete se calienta y se comprime en una cavidad de troquel con presión de gas suficiente de forma que las porciones adyacentes de las láminas que no son tratadas con el material de alto se junten mediante unión de difusión. Posteriormente, se inyecta un gas presurizado entre las láminas para inflar el paquete, y de ese modo conformar superplásticamente el paquete a una configuración definida por la superficie de la cavidad de troquel. Dicho proceso combinado de SPF/DB se puede usar, por ejemplo, para producir estructuras intercaladas de panal de abeja que se conforman y se unen por difusión para definir células

internas huecas. Generalmente, la simplicidad del proceso de conformación de superplástico y/o de unión por difusión puede resultar en estructuras más ligeras y menos costosas con menos sujetadores y una complejidad geométrica potencial mayor.

- 5 Sin embargo, al usar la conformación de superplásticos y procesos de unión por difusión existentes resulta en láminas planas que aún requieren procesos de fabricación adicionales para conformar las láminas en un sistema de tubería, que puede alterar las uniones creadas. Al usar los ejemplos descritos en este documento, un tubo de doble pared de titanio (u otra aleación) se puede fabricar usando SPF y DB que es resistente a la corrosión, resistente al calor y reforzado estructuralmente con sección trasversal aumentada para mayor resistencia que aquella observada en las 10 láminas planas para proveer una seguridad contra fallos para un tubo de titanio.

El documento JP 2004 245115 de acuerdo con su resumen establece un método para fabricar una boquilla capaz de realizar de manera suficiente la difusión y la juntura entre superficies de un cilindro exterior y un cilindro interior y asegurar fácilmente un lugar para montar una estructura. La difusión y la juntura se realizan al deformar super- 15 plásticamente el cilindro exterior y el cilindro interior entre un cilindro que orienta al exterior y un cilindro que orienta al interior para formar un pasaje de enfriamiento, se suprime la oxidación/nitridación por horneado, la difusión y la juntura entre las superficies del cilindro exterior y el cilindro interior se realiza lo suficientemente, y el lugar para montar la estructura se asegura fácilmente al colocar la superficie en un estado plano.

20 El documento ES 2 181 512 de acuerdo con su resumen establece un procedimiento para fabricar elementos tridimensionales en material metálico hechos a partir del corte de los desarrollos a través de los que se implementan troncos de cono, cilindros o elementos similares que se interrelacionan para formar cuerpos de múltiples capas equipados con unión de difusión de acuerdo con esquemas en que los cuerpos multicapa se calientan en un horno adecuado y se introducen en herramientas que limitan, externamente e internamente, los cuerpos multicapa, a los 25 cuales se provee un flujo de gas inerte, en la presión adecuada, a través de una conexión que comunica el interior del volumen interno de los cuerpos multicapa con el exterior.

El documento WO 2012/081927 de acuerdo con su resumen establece un método para fabricar un cilindro integrado usando soldadura o soldadura por difusión. Explica adicionalmente un método para fabricar un cilindro integrado, en 30 que cuatro discos de metal anular que tienen un diámetro que permite que los cuatro discos de metal anular entren en contacto y se superpongan entre sí, se suelden parcialmente o se suelden por difusión, colocados dentro de un instrumento, y se formen insuflación de aire en un estado al vacío, con el resultante de que los dos discos de metal ubicados en el medio se formen en una porción que refuerce y los discos más exteriores y más interiores están 35 formados en una superficie interior y una superficie exterior del cilindro.

35 El documento CN 103 008 997 de acuerdo con su resumen establece una tecnología de conformación de lámina de metal, y se relaciona con un método de conformación de superplástico (SPF)/unión por difusión (DB) de una estructura cilíndrica tricapa de aleación de titanio. Se adopta una forma estructural en primordio y un método de producción en primordio, se pueden cumplir los requerimientos sobre el agente de alto de soldadura de revestimiento y colocar un cilindro en una estructura de tricapa, y una presión isostática caliente de DB y el método de conformación etapa por etapa de la SPF se adopta para el primordio cilindro, de forma que la dificultad técnica y la complejidad se pueden reducir, y la flexibilidad estructural se pueden mejorar. Un anillo de partición se dispone adicionalmente de forma creativa entre los cilindros, el goteo del agente de paro de soldadura, causado por la colisión de los cilindros, se puede evitar, un pasaje de entrada de aire y un canal de exhaustación se elaboran directamente y se forma en el primordio, 40 no es necesario el paso de aire para ser elaborado en un molde, y se puede reducir la complejidad estructural de una herramienta. La conformación SPF/DB de la estructura de tricapa cilíndrica de aleación de titanio se puede realizar de forma estable y segura, y la calidad de conformación y la estabilidad tecnológica se pueden mejorar. El método tecnológico SPF/DB se amplía de la conformación de una estructura intercalada plana a la conformación de la 45 estructura intercalada de rotación cilíndrica, de forma que el campo de aplicación del proceso se puede ampliar, y se 50 puede obtener un buen beneficio económico y técnico.

Breve descripción de la invención

Un primer aspecto de la presente divulgación se relaciona con un método de fabricación de un conducto de titanio de 55 doble pared de acuerdo con la reivindicación 1.

En otro ejemplo útil para la comprensión de la presente divulgación, se describe otro método para fabricar un tubo de doble pared que comprende conformar súper plásticamente estructuras interiores del tubo de doble pared, y la unión por difusión de una pared exterior, una pared interior y las estructuras interiores del tubo de doble pared. La 60 conformación súper plástica y la unión por difusión comprende disponer sustancialmente de forma estrecha tuberías concéntricas sin líneas de unión, soldadura en puntadas en las tuberías sin líneas de unión con una soldadora de líneas de unión de tubo enrollado para crear un paquete que después forma los rigidizadores de pared interior a externa incluyendo un patrón puntadas, soldar circunferencialmente líneas de unión en láminas exteriores concéntricas de la pared exterior a la pared interior y al paquete puntadas para crear un ensamblado de tubo soldado. El proceso de 65 conformado incluye también insertar un troquel de cilindro dentro del conjunto de tubos soldados, colocar el ensamblado de tubo soldado dentro de un troquel caliente, elevar la temperatura del ensamblado de tubo soldado,

presurizar el ensamblado de tubo soldado para formar las estructuras interiores de acuerdo con el patrón puntadas, mantener la presión para un proceso de unión por difusión entre la pared exterior y la pared interior, y quitar una parte de tubo resultante del troquel caliente y enfriar la parte de tubo resultante.

- 5 Un segundo aspecto de la divulgación se relaciona con una estructura de tubo de titanio de doble pared de acuerdo con la reivindicación 3.

Se pueden observar mayores detalles con referencia a la siguiente descripción y los dibujos.

10 Breve descripción de las figuras

Los atributos novedosos considerados características de las realizaciones ilustrativas se indican en las reivindicaciones que se anexan. Sin embargo, las realizaciones ilustrativas, así como un modo preferido de uso, más objetivos y descripciones del mismo, se comprenderán mejor por referencia a la siguiente descripción detallada de una 15 realización ilustrativa de la presente divulgación cuando se lee en conjunto con los dibujos que las acompañan, en donde:

La Figura 1 es un diagrama de flujo que describe un método de ejemplo de la fabricación de un tubo de doble pared mediante conformar súper plásticamente la unión por difusión de una pared exterior, una pared interior y estructuras 20 interiores del tubo de doble pared.

La Figura 2 ilustra una porción de tuberías sin líneas de unión con un patrón de puntadas soldado en estas.

La Figura 3 ilustra una porción de un ensamblado de tubo soldado de ejemplo.

25 La Figura 4 ilustra una porción de otro ensamblado de tubo soldado de ejemplo. La Figura 5 ilustra una tubería de ejemplo y una conformación de troquel de ejemplo.

30 Las Figuras 6A-6D ilustran ejemplos de conformación de células dentro de las paredes interiores con base en el patrón de puntadas.

Las Figuras 7A-7F ilustran otra vista de ejemplos de conformación de células dentro de una estructura tubular con base en un patrón de puntadas.

35 La Figura 8 ilustra una parte de tubo resultante de ejemplo.

La Figura 9 es un diagrama de flujo que describe otro método de ejemplo de fabricación de un conducto de titanio de doble pared.

40 Descripción detallada de la invención

Las realizaciones divulgadas se describirán ahora más detalladamente de aquí en adelante con referencia a los dibujos que se anexan, en que algunas, pero no todas las realizaciones se muestran. De hecho, se pueden describir muchas realizaciones y no deben interpretarse como limitadas a las realizaciones que se indican en el presente 45 documento. Más aún, estas realizaciones se describen de forma que esta divulgación será exhaustiva y completa y transmitirá completamente el alcance de la divulgación a aquellos expertos en la técnica.

Dentro de los ejemplos, se describen métodos y sistemas para conformación superplástica (SPF) y unión por difusión 50 de un conducto de doble pared. La SPF se refiere generalmente a un proceso en que un material se deforma superplásticamente más allá de sus límites normales de deformación plástica. La conformación superplástica se puede realizar con ciertos materiales que muestran propiedades superplásticas dentro de intervalos limitados de temperatura y velocidad de deformación. Por ejemplo, las piezas de trabajo conformadas de aleaciones de titanio se pueden conformar superplásticamente en un intervalo de temperatura entre aproximadamente 788 °C (1450 °F) y aproximadamente 1010 °C (1850 °F) a una velocidad de deformación de aproximadamente 3x10⁻⁴ por segundo. La 55 unión de difusión (DB) se refiere generalmente a un proceso para juntar miembros usando calor y presión para formar una coalescencia en estado sólido entre los materiales de los miembros juntados. La juntura mediante unión por difusión puede tener lugar a una temperatura por debajo de un punto de fusión de los materiales que se están juntando, y la coalescencia entre estos se puede producir con cargas por debajo de aquellas que pudieran causar deformación macroscópica del artículo.

60 En un ejemplo, conformar súper plásticamente y unir por difusión una tubería de doble pared de titanio se puede lograr mediante la fabricación de un tubo de titanio de doble pared que tiene una pared interior y una pared exterior con al menos un rigidizador que se extiende desde la pared interior a la pared exterior. La tubería puede incluir una pluralidad de rigidizadores alineados axialmente, y en otros ejemplos, la tubería puede incluir una pluralidad de rigidizadores 65 alineados axialmente y radialmente.

- Un método de ejemplo de conformar súper plásticamente y unir por difusión el tubo de doble pared de titanio incluye disponer sustancialmente de manera estrecha tuberías concéntricas sin líneas de unión, limpiar las tuberías sin líneas de unión y soldadura en puntadas en las tuberías sin líneas de unión con una soldadora de líneas de unión de tubo enrollado. Después, el método incluye soldar circunferencialmente líneas de unión de la tubería exterior a la tubería interior, incluyendo un paquete soldado por puntadas, líneas de presión de soldadura de fusión e insertar un troquel de cilindro dentro del ensamblado de tubo. El ensamblado de tubo se puede colocar dentro de un troquel caliente y elevar a temperatura y presión que se mantiene para un proceso de unión por difusión que tiene lugar durante un periodo de tiempo. Una parte resultante se puede quitar del troquel y enfriarse para usarse o para ulterior procesamiento.
- 5 Con referencia ahora a las figuras, la Figura 1 es un diagrama de flujo que describe un método de ejemplo de la fabricación de un tubo de doble pared mediante conformar súper plásticamente la unión por difusión de una pared exterior, una pared interior y estructuras interiores del tubo de doble pared. La pared exterior y la pared interior del tubo se refieren a capas interiores y exteriores del tubo, que comprende láminas enrolladas concéntricamente en conjunto. El método 100 de formar súper plásticamente y de unión por difusión puede incluir una o más operaciones, funciones o acciones como se ilustran por uno o más de los bloques 102-118. A pesar de que los bloques se ilustran en un orden secuencial, estos bloques se pueden realizar en algunos casos en paralelo, y/o en un orden diferente que aquellos descritos en este documento. También, los diversos bloques se pueden combinar en meno bloques, dividirse en bloques adicionales y/o quitarse con base en la implementación deseada.
- 10 En el bloque 102, el método 100 incluye disponer de forma estrecha un primer conjunto de tuberías sin línea de unión concéntricas. En algunos ejemplos, las tuberías sin líneas de unión concéntricas tienen diámetros de coincidencia aproximada para permitir el contacto durante un proceso de soldadura por puntadas. Las tuberías pueden estar intercaladas en conjunto de una manera circular mediante el uso de tubería sin línea de unión o por tubería enrollada. En un ejemplo, las láminas planas de titanio se pueden disponer en conjunto y enrollarse para formar los tubos concéntricos sin línea de unión de titanio.
- 15 En algunos ejemplos, el método 100 incluye opcionalmente limpiar las tuberías sin líneas de unión para quitar la oxidación.
- 20 En el bloque 104, el método 100 incluye soldar por puntadas las tuberías sin línea de unión con una soldadora de línea de unión de tubería enrollada para crear un paquete, incluyendo un patrón de puntadas, que después formará rigidizadores de pared interior a exterior. Soldar por puntadas las tuberías sin línea de unión puede crear el patrón de puntadas a lo largo de una longitud de las tuberías sin línea de unión.
- 25 La Figura 2 ilustra una porción de tuberías sin líneas de unión con un patrón de puntadas soldado en esta. En la Figura 2, la porción incluye tuberías 202 y 204 dispuestas en conjunto de manera estrecha, y se ha realizado la soldadura por puntadas. El patrón de puntadas en la Figura 2 incluye un número de líneas paralelas 206 y 208 que corren a lo largo de una longitud de las tuberías 202 y 204, y otras líneas paralelas 210 y 212 que corren a lo largo de una anchura de las tuberías 202 y 204. Las líneas 206 y 208 son perpendiculares a las líneas 210 y 212. A pesar de que las líneas 206, 208, 210 y 212 se muestran y describen como corriendo a lo largo de una longitud y anchura de las tuberías 202 y 204, la soldadura por puntadas se puede realizar de otras maneras con el fin de soldar puntadas, o en áreas a lo largo de las tuberías 202 y 204 con espacios entre las puntadas, por ejemplo.
- 30 El patrón de puntadas crea células individuales, tales como las células 214 y 216, por ejemplo, que corren una longitud del material. Una soldadora de líneas de unión se puede usar para proveer un patrón de soldadura a lo largo de una longitud de la tubería tal como para proveer las líneas de soldadura 206, 208, 210 y 212, y una soldadora de líneas de unión enrollada se puede usar para ir alrededor de un diámetro de la tubería para soldar puntos para generar un diseño de estructura celular deseado.
- 35 Con referencia de nuevo a la Figura 1, en el bloque 106, el método 100 incluye disponer un segundo conjunto de tuberías concéntricas, y en el bloque 108, el método 100 incluye soldar circunferencialmente líneas de unión de las tuberías exteriores al paquete para crear un ensamblado de tubo soldado. En un ejemplo, esto incluye colocar el paquete entre una primera tubería exterior y una segunda tubería exterior, y después soldar circunferencialmente un perímetro de extremos de la primera tubería exterior, la segunda tubería exterior y el paquete (es decir, las tuberías soldadas por puntadas). En un ejemplo, el paquete puede incluir la estructura soldada mostrada en la Figura 2, y se pueden proveer dos capas de material alrededor del paquete para soldar.
- 40 La Figura 3 ilustra una porción de un ensamblado de tubo soldado de ejemplo. En la Figura 3, una soldadora de líneas de unión se ha usado para proveer una soldadura perímetro 302 encerrando las dos láminas interiores que se sueldan por puntadas y se muestran en la Figura 2 entre dos láminas exteriores 304 y 306. La soldadura perímetro puede ser una soldadura circunferencial en las láminas exteriores en un extremo de las láminas. En la Figura 3, la porción del ensamblado de tubo soldado es tubular o una forma cilíndrica.
- 45 La Figura 4 ilustra una porción de otro ensamblado de tubo soldado de ejemplo. En la Figura 4, el ensamblado de tubo soldado se muestra en forma más elíptica. El ensamblado de tubo se puede configurar para tener una forma transversal de otras formas circulares o elipsoides también.

Con referencia de nuevo a la Figura 1, en el bloque 110, el método 100 incluye insertar un troquel de cilindro dentro del ensamblado de tubo soldado, y en el bloque 112, el método 100 incluye colocar el ensamblado de tubo soldado dentro de un troquel caliente. Un troquel de ejemplo es un troquel de tres piezas para mantener una forma en un interior de la tubería (por ejemplo, la conformación de un cilindro) y dos mitades de troquel exterior.

La Figura 5 ilustra una tubería de ejemplo y una conformación de troquel de ejemplo. En la Figura 5, un troquel de cilindro 502 se inserta en la tubería, que incluye capas 504 y 506 de la tubería (en que la capa 504 es una pared interior de la tubería), y un paquete soldado por puntadas 508 soldados por puntadas en conjunto. El ensamblado de tubo soldado se inserta después en un troquel inferior 510 y un troquel superior 512. El troquel de tres piezas que incluye troquel de cilindro 502, el troquel inferior 510 y el troquel superior 512 se usa para mantener la forma de la tubería durante un proceso de unión. Mientras que la Figura 5 muestra una longitud sustancialmente lineal de la tubería con sección transversal sustancialmente constante, será fácilmente comprensible que la curvatura y la sección transversal de la tubería puede ser no lineal y curvada, o cualquier otra configuración.

Con referencia de nuevo a la Figura 1, en el bloque 114, el método 100 incluye elevar la temperatura del ensamblado de tubo soldado. Como un ejemplo, el ensamblado de tubo soldado dentro del troquel se calienta a una temperatura en un intervalo de aproximadamente 788 °C (1450 °F) a aproximadamente 1010 °C (1850 °F), o en un intervalo de aproximadamente 815 °C (1500 °F) a aproximadamente 927 °C (1700 °F) grados dependiendo de una aleación de los materiales.

En el bloque 116, el método 100 incluye presurizar los tubos exteriores para llenar el troquel, y en el bloque 118, el método 100 incluye presurizar el ensamblado de tubo soldado interior para conformar las estructuras interiores de acuerdo con el patrón de puntadas. Se puede aplicar una presión a una presión de aproximadamente 2 MPa (300 psi), u otras presiones para permitir que tenga lugar un proceso de unión por difusión. Como un ejemplo, como se muestra en la Figura 5, las uniones por difusión se pueden crear dentro del paquete 508, tal como la unión por difusión 514. Las uniones por difusión pueden tener lugar también entre las capas 504 y 506 y el paquete 508, tal como la unión por difusión 516, 518 y 520.

La presurización da lugar a que las capas 504 y 506 de la tubería llenen los contornos del troquel inferior caliente 510 y del troquel superior 512. La presurización también da lugar a que el paquete 508 forme células dentro de la pared interior con base en el patrón de puntadas. Por ejemplo, el patrón de puntadas provee de límites para permitir que las células se expandan. El calentamiento y la presurización permite a las láminas ser unidas en conjunto.

Las Figuras 6A-6D ilustran ejemplos de conformación de células dentro de un paquete soldado por puntadas con base en el patrón de puntadas. La Figura 6A ilustra dos láminas 602 y 604 soldadas por puntadas con puntadas 606 y 608 para formar células, tales como células 610 y 612. Durante el proceso de calentamiento y presurización, con las láminas 602 y 604 puntadas en conjunto en un patrón tipo guateado, se forman burbujas con el tiempo. La Figura 6B muestra una fase inicial de formación de burbujas, tal como la burbuja 614. La Figura 6C muestra una fase subsecuente con las burbujas más completamente formadas y expandiéndose. La Figura 6D muestra un ejemplo final de la formación de las células, que pueden ser rectángulos, cuadrados o cualesquier otras formas, y uniones por difusión se han formado entre las láminas, tal como uniones 616 y 618.

Con referencia de nuevo a la Figura 1, en el bloque 120, el método 100 incluye mantener la presión para un proceso de unión por difusión entre la pared exterior y la pared interior. La presión se mantiene para permitir que la pared interior se una por difusión a la pared exterior. La presión se puede mantener durante un periodo de tiempo, tal como por aproximadamente tres horas, para permitir que la pared exterior y la pared interior pasen por el proceso de unión por difusión de forma que la pared exterior y la pared interior se conviertan en una pieza integral. La presión permite también la formación completa de las células, o de estructuras interiores de la tubería, para que se formen.

En el bloque 122, el método 100 incluye quitar una parte de tubo resultante del troquel caliente y enfriar la parte de tubo resultante.

Las Figuras 7A-7F ilustran otra vista de ejemplos de conformación de células dentro de una estructura tubular con base en un patrón de puntadas. En la Figura 7A, se muestra un ensamblado de paquete soldado incluyendo una pared interior 702, una pared exterior 704, y un paquete que incluye láminas soldadas por puntadas con soldaduras por puntadas, tales como las soldaduras por puntadas 706. En la Figura 7B, la pared interior y la pared exterior se unen al paquete con puntadas formando una soldadura 708 en las puntadas. En la Figura 7C, tienen lugar más uniones dentro del ensamblado de paquete y ocurre la formación de algunas células. En la Figura 7D, de nuevo, tienen lugar uniones adicionales dentro del ensamblado de paquete, y las soldaduras por puntadas continúan para formar células. En la Figura 7E, las soldaduras por puntadas se convierten en rigidizadores y se completa la formación de células. En la Figura 7F, tiene lugar la unión por difusión al mantener a la presión resultante en las uniones de difusión (por ejemplo, la unión 710).

La Figura 8 ilustra una parte de tubo resultante de ejemplo. Como se muestra, el tubo puede ser una estructura de tubo de titanio de doble pared que incluye una pared interior 802 y una pared exterior 804 con una pluralidad de

rigidizadores, tal como el rigidizador 806, que se extiende entre la pared interior 802 a la pared exterior 804. La pluralidad de rigidizadores se alinea axialmente y radialmente, y la pluralidad de rigidizadores se unen por difusión a la pared interior 802 y la pared exterior 804.

- 5 La estructura de tubo de titanio de doble pared que se muestra en la Figura 8 puede ser un tubo unitario sin sujetadores que resulta de múltiples tubos concéntricos de titanio soldados por resistencia antes de la formación por troquel a temperatura y presión. La pluralidad de rigidizadores provee una trayectoria de carga interna para que el tubo tenga mayor resistencia. El anillo del tubo se puede usar con fines de aislamiento para aplicaciones de resistencia a la corrosión o de resistencia al calor. El anillo con un patrón de puntadas específicas puede acomodar también un paralelo o contraflujo en cualquier configuración de aire o fluidos.
- 10

El método 100 que se muestra en la Figura 1 se puede realizar para fabricar un número o variedad de tipos de conductos de doble pared o de estructuras de tubos. Un ejemplo incluye un proceso sin líneas de unión, anillo abierto, presión en caliente, como se muestra y se describe. Otro ejemplo incluye un proceso sin líneas de unión, anillo cerrado, presión en caliente después de la soldadura punteada, se puede realizar una soldadura por puntos o circunferencial para espaciado radial. Aún otro ejemplo incluye un tubo enrollado, anillo abierto, proceso de presión en caliente, en que las láminas se enrollan en la tubería, y soldado por fricción para asegurar las propiedades de la SPF. Todavía otro ejemplo incluye un tubo enrollado, anillo cerrado, proceso de presión en caliente, en que se realizan la soldadura por puntos o circunferencial y la soldadura por fricción.

- 20
- La Figura 9 es un diagrama de flujo que describe otro método 900 de ejemplo de fabricación de un conducto de titanio de doble pared. El método 900 puede incluir una o más operaciones, funciones o acciones como se ilustran por uno o más de los bloques 902-910. A pesar de que los bloques se ilustran en un orden secuencial, estos bloques se pueden realizar en algunos casos en paralelo, y/o en un orden diferente que aquellos descritos en este documento. También, los diversos bloques se pueden combinar en menos bloques, dividirse en bloques adicionales y/o quitarse con base en la implementación deseada.
- 25

En el bloque 902, el método 900 incluye soldar por puntadas láminas concéntricas múltiples para formar una capa de puntadas. En algunos ejemplos, la soldadura por puntadas crea un patrón en las láminas concéntricas múltiples que forman un tamaño y forma de las estructuras interiores. Las estructuras interiores pueden incluir al menos un rigidizador que se extiende entre las láminas exteriores de una pared exterior del conducto.

- 30
- En el bloque 904, el método 900 incluye proveer la capa de puntadas entre una pared interior y una pared exterior del conducto de titanio de doble pared. Un patrón de soldadura por puntadas específica se puede seleccionar en una aplicación del conducto para la creación de una trayectoria o creación de células entre la pared interior y la pared exterior.
- 35

En el bloque 906, el método 900 incluye soldar circunferencialmente líneas de unión en la pared interior y la pared exterior a la capa de puntadas para crear un ensamblado soldado. El ensamblado soldado está ahora en una forma y configuración tubular.

- 40
- En el bloque 908, el método 900 incluye formar por troquel el ensamblado soldado a temperatura y presión para formar estructuras interiores entre las láminas concéntricas múltiples de acuerdo con las líneas de soldadura por puntadas y para permitir un proceso de unión por difusión entre la pared interior, la capa de puntadas y la pared exterior. Una forma y configuración de troqueles se puede seleccionar con base en una aplicación del conducto. La presión y la temperatura se aplican para que tenga lugar el proceso de unión por difusión tal como a 2.06 MPa (300 psi) y 787.77 °C (1450 °F) durante aproximadamente 3 horas.
- 45

En el bloque 910, el método 900 incluye quitar el conducto de titanio de doble pared del troquel. Dentro de los ejemplos, el conducto de titanio de doble pared es una estructura tubular. En otros ejemplos, el conducto de titanio de doble pared es una estructura elíptica.

- 50
- Al usar los ejemplos descritos en este documento, un tubo de doble pared de titanio (u otra aleación) se puede fabricar que sea resistente a la corrosión, resistente al calor y reforzado estructuralmente con sección trasversal aumentada para mayor resistencia para proveer de seguridad contra fallos para un tubo de titanio. Los usos del ejemplo incluyen tuberías para elementos de transporte o aplicaciones estructurales en ambientes extremos, tales como la industria petrolera o aeroespacial, por ejemplo.
- 55

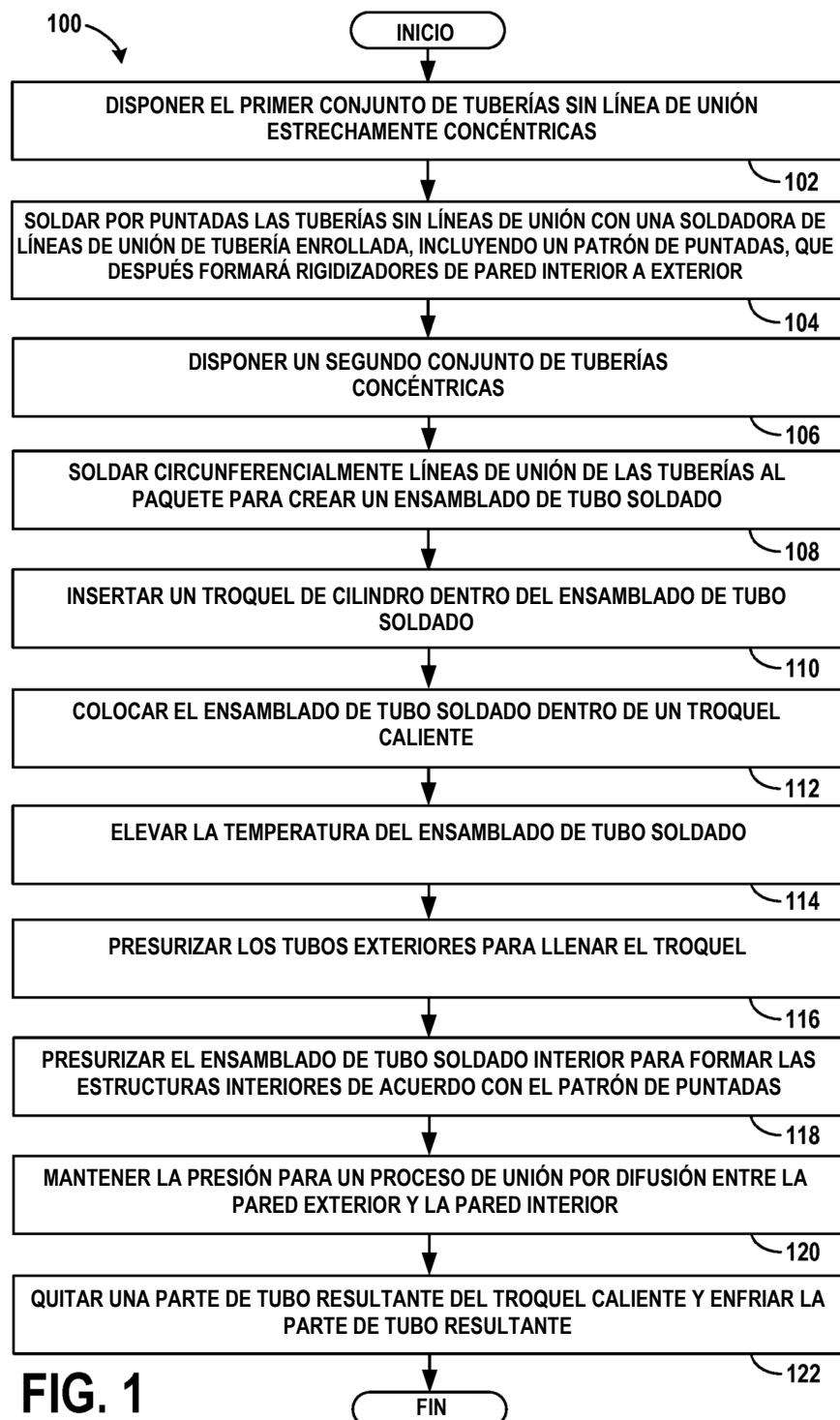
La descripción de las diferentes disposiciones ventajosas se ha presentado con fines de ilustración y de descripción, y no pretende ser exhaustiva o limitada a las realizaciones en la forma divulgada. Muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para aquellos de habilidad común en la técnica. Además, realizaciones ventajosas diferentes pueden describir diferentes ventajas en comparación con otras realizaciones ventajosas. La realización o realizaciones seleccionadas se escogieron y describieron con el fin de explicar mejor los principios de las realizaciones, la aplicación práctica y para permitir que otros de habilidad común en la técnica comprendan la divulgación para diversas realizaciones con diversas modificaciones como es adecuado para el uso particular contemplado.

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar un conducto de titanio de doble pared, que comprende:
 - 5 soldar por puntadas un conjunto de tuberías sin líneas de unión estrechamente concéntricas para formar una capa de puntadas (902), las soldadura por puntadas forma un patrón que incluye un número de primeras líneas (206, 208) que corren paralelas a lo largo de una longitud de las tuberías y un número de segundas líneas (210, 212) que corren perpendiculares a las primeras líneas a lo largo de una anchura de las tuberías; proveyendo la capa de puntadas (902) entre una tubería de pared interior (702, 802) y una tubería de pared exterior (704, 804) del conducto de titanio de doble pared (904) de forma que las tuberías se disponen concéntricamente;
 - 10 soldar por líneas de unión los respectivos extremos de la tubería de pared interior (702, 802) y la tubería de pared exterior (704, 804) a la capa de puntadas (902) alrededor de las circunferencias respectivas de las tuberías para crear un ensamblado soldado (906);
 - 15 formar por troquel el ensamblado soldado a temperatura y presión para formar estructuras interiores (610, 612) entre la tubería de pared interior y la tubería de pared exterior de acuerdo con las líneas de soldadura de líneas de unión y para permitir un proceso de unión por difusión entre la tubería de pared interior (702, 802), la capa de puntadas (902) y la tubería de pared exterior (704, 804) (908); y quitar el conducto de titanio de doble pared del troquel (910).
- 20 2. El método de la reivindicación 1, en donde la soldadura de líneas de unión se aplica para crear un patrón en las tuberías sin líneas de unión estrechamente concéntricas (602, 604) que forman un tamaño y forma de las estructuras interiores (610, 612).
- 25 3. Una estructura de tubo de titanio de doble pared fabricada de acuerdo con el método de una de las reivindicaciones 1 o 2, que comprende:
 - 25 una pared interior (702, 802) y una pared exterior (704, 804) con una primera pluralidad de rigidizadores (806) que se extiende entre la pared interior (702, 802) a la pared exterior (704, 804) y una segunda pluralidad de rigidizadores que se extiende entre la pared interior (702, 802) a la pared exterior (704, 804); y en donde la primera pluralidad de rigidizadores (806) está alineada axialmente y radialmente, y la segunda pluralidad de rigidizadores está alineada perpendicular a la primera pluralidad de rigidizadores y radialmente, y la primera y la segunda pluralidad de rigidizadores (806) está unida por difusión a la pared interior (702, 802) y la pared exterior (704, 804).
- 30 4. La estructura de tubo de titanio de doble pared de la reivindicación 3, en donde la pared interior (702, 802) y la pared exterior (704, 804) comprenden un tubo unitario sin sujetadores.
- 35 5. La estructura de tubo de titanio de doble pared de las reivindicaciones 3 o 4, en donde la pluralidad de rigidizadores (806) provee una trayectoria de carga interna continua.
- 40 6. La estructura de tubo de titanio de doble pared de las reivindicaciones 3, 4 o 5, en donde la pared interior (702, 802) y la pared exterior (802, 804) se unen por difusión.

**FIG. 1**

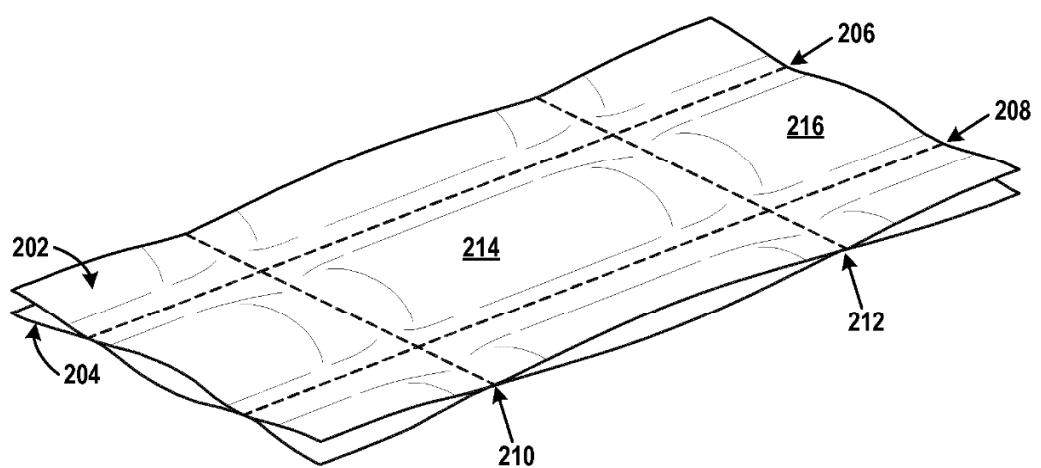


FIG. 2

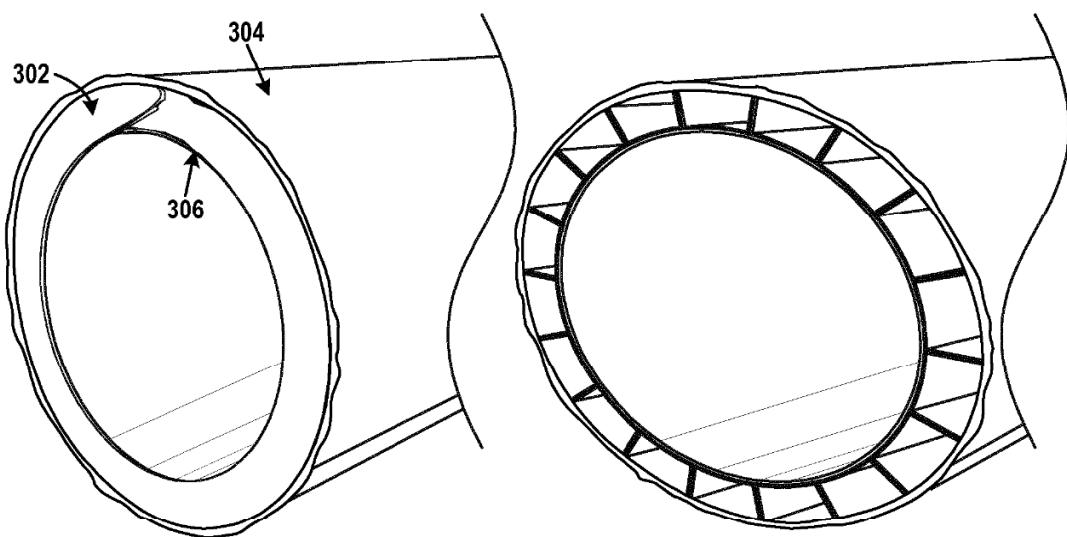


FIG. 3

FIG. 4

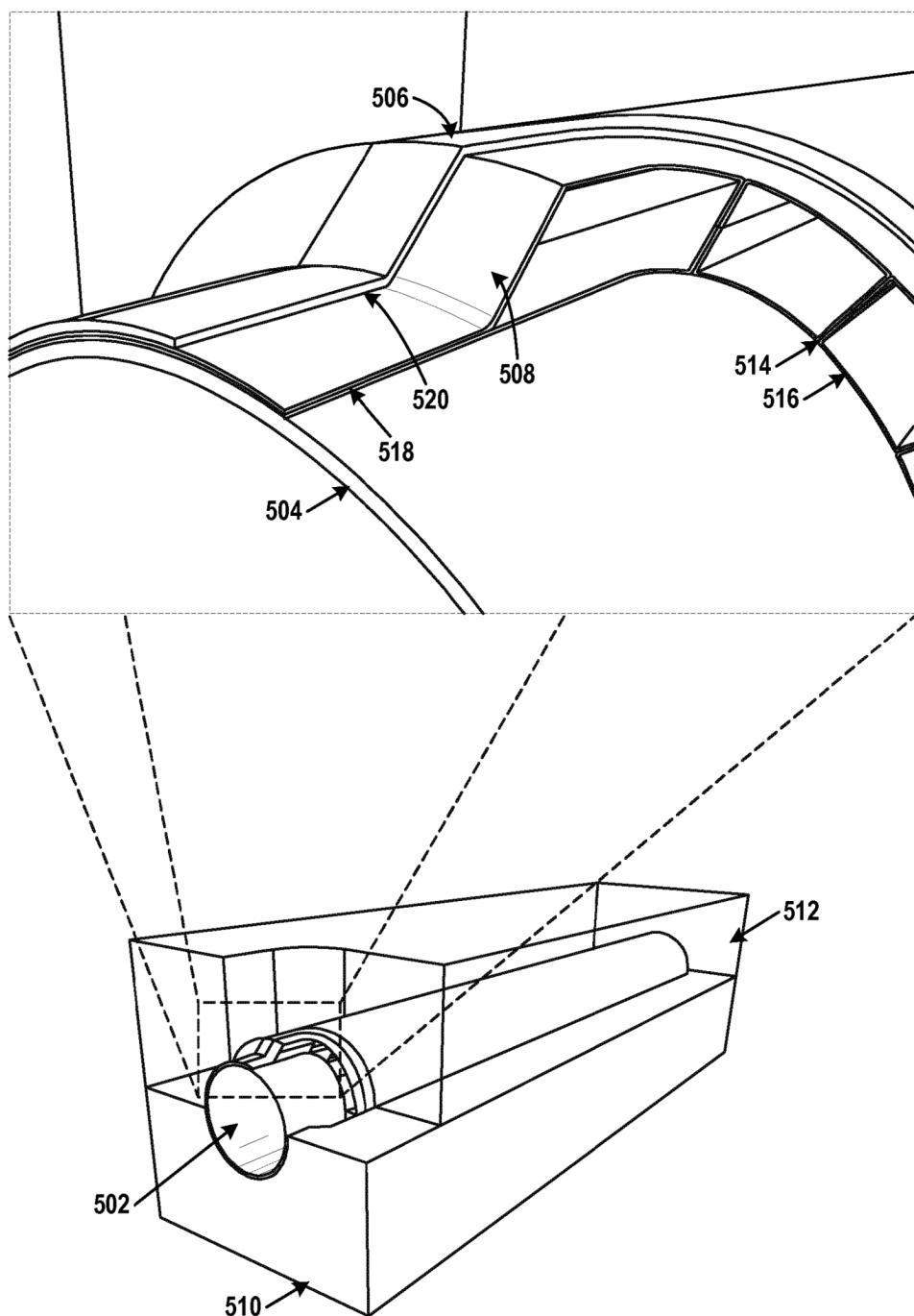


FIG. 5

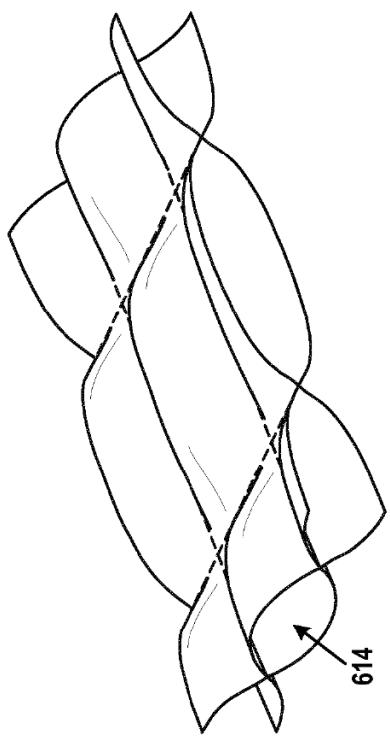


FIG. 6B

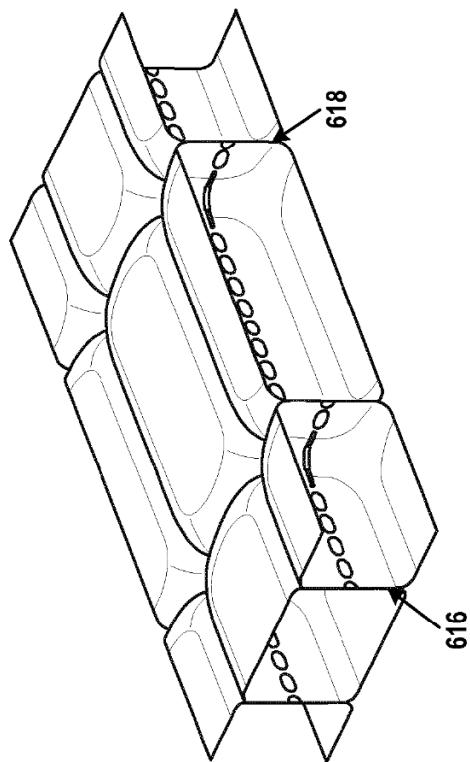


FIG. 6D

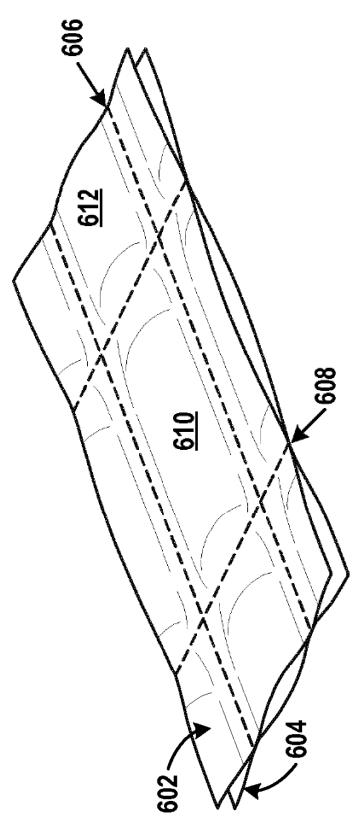


FIG. 6A

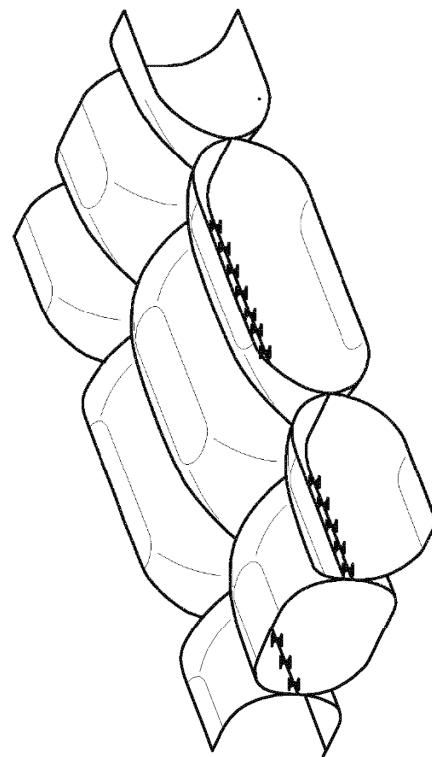


FIG. 6C

FIG. 7A

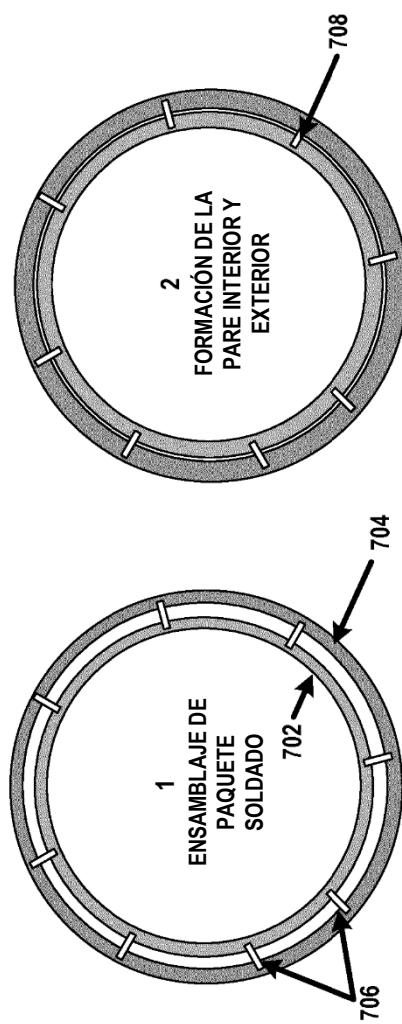


FIG. 7B

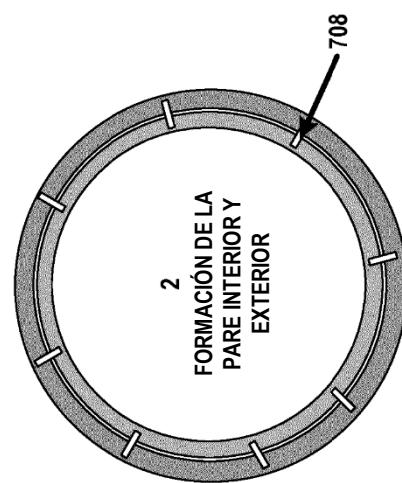


FIG. 7C

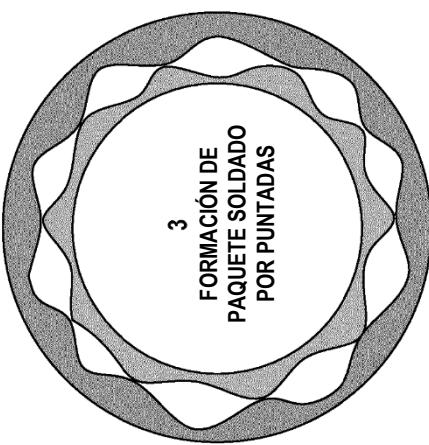


FIG. 7D

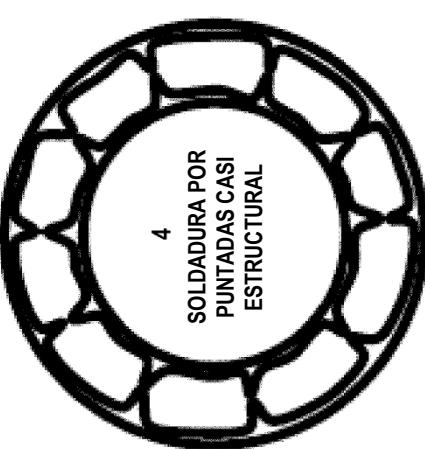


FIG. 7E

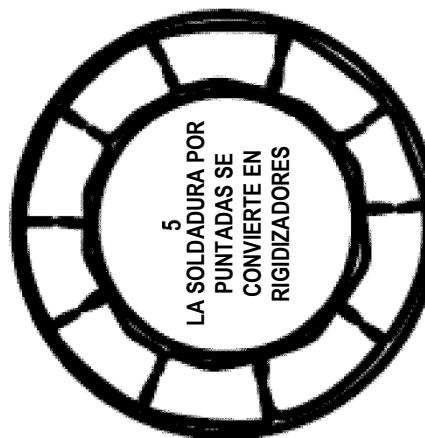
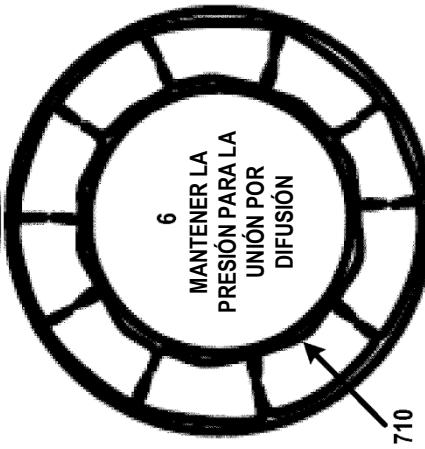


FIG. 7F



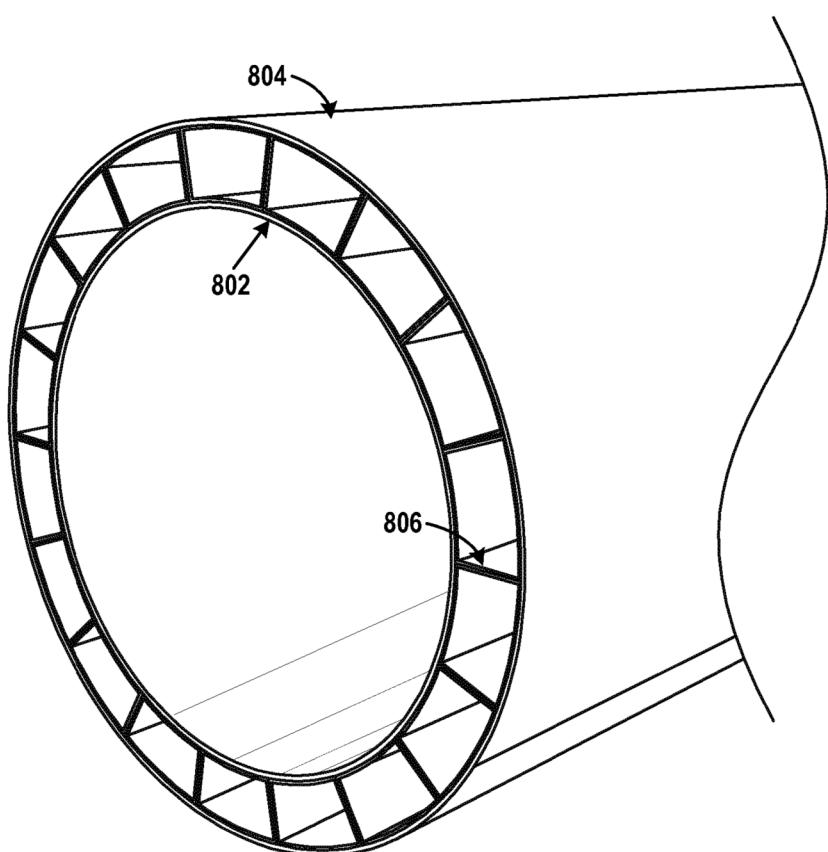
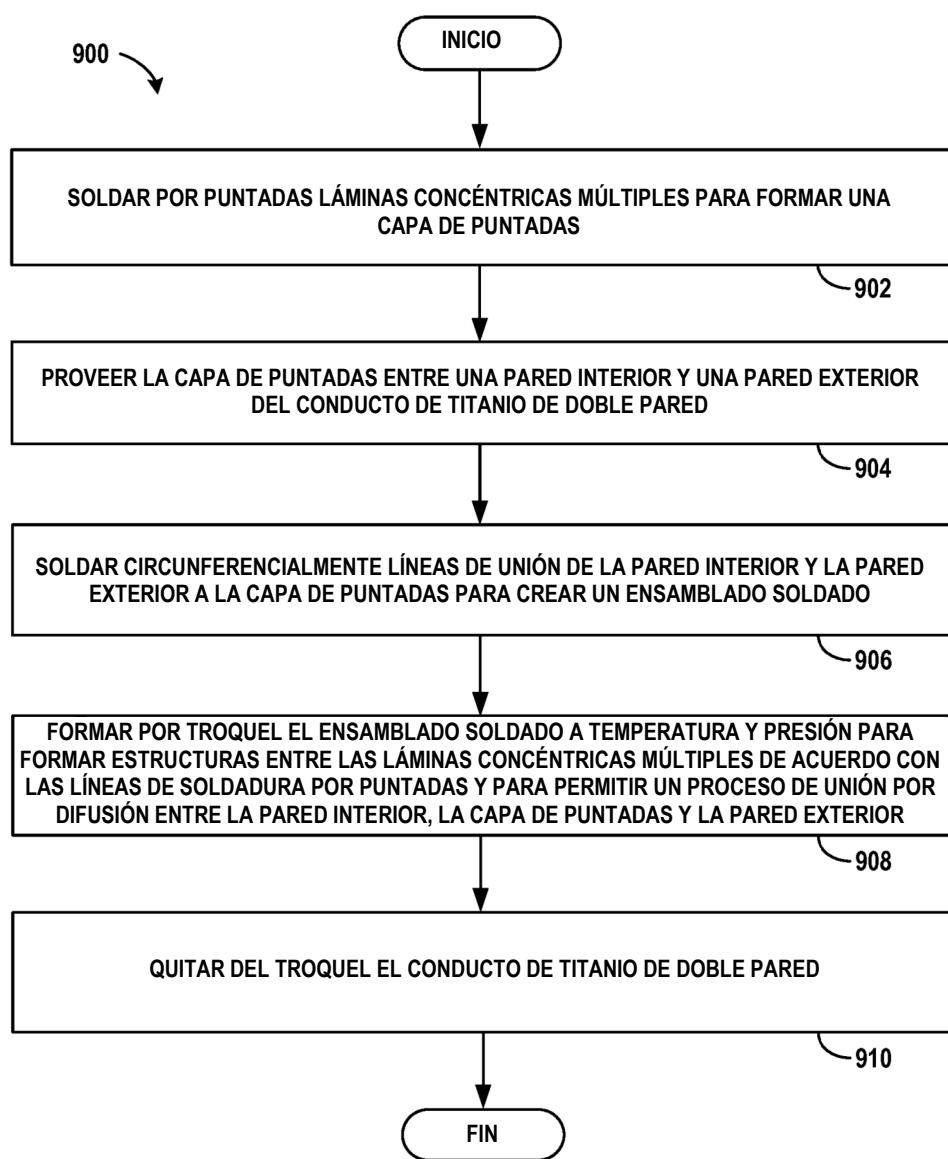


FIG. 8

**FIG. 9**