(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 535 338**

(51) Int. Cl.:
F17C 1/06 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2011 E 11785668 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.02.2015 EP 2643628**

(54) Título: **Herramientas y procedimiento de realización de un forro metálico**

(30) Prioridad:

22.11.2010 FR 1059605

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.05.2015

(73) Titular/es:

AIRBUS DEFENCE AND SPACE SAS (100.0%)
51-61, Route de Verneuil
78130 Les Mureaux, FR

(72) Inventor/es:

CLAUDEL, SYLVAIN y
LACOUR, DOMINIQUE

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 535 338 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

Herramientas y procedimiento de realización de un forro metálico

La presente invención se refiere a la realización de forros metálicos y de los objetos que tienen tal forro.

Los forros metálicos se usan especialmente en el campo de los depósitos compuestos bobinados.

En el caso de depósitos de alto rendimiento tales como los destinados al almacenamiento de fluidos a presión, en especial para aplicaciones espaciales o incluso para el almacenamiento a presión de fluidos criogénicos, los forros metálicos son delgados con respecto al volumen del depósito.

Se entiende por depósitos de alto rendimiento los depósitos optimizados en términos de masa, tales como los utilizados en las industrias de los transportes en general, y en especial el transporte espacial.

Los depósitos compuestos de alto rendimiento destinados al almacenamiento de fluidos a presión se diseñan generalmente separando las funciones de estanquidad y de resistencia mecánica a la presión.

El confinamiento del fluido, la estanquidad y/o la protección de la pared de material compuesto frente al fluido está asegurado por un casco en principio delgado de metal o polímero denominado “forro”, y la resistencia a la presión del fluido contenido en el depósito está asegurada por un bobinado de fibras compuestas revestidas con resina.

Las fibras compuestas (fibras y resina) son depositadas por bobinado filamentoso sobre el forro.

Esta tecnología es conocida y se citará a título de ejemplo la patente de EEUU 6.401.963 de Lockheed Martin.

El casco es delgado pues no tiene una función mecánica y se pretende minimizar la masa del depósito.

Además de su función de estanquidad, el forro tiene también como función soportar los esfuerzos provocados por la deposición de las fibras de carbono, durante la cual el forro se comporta como un mandril para el bobinado, y asegurar la superficie de referencia de la estructura compuesta depositada.

Esta función secundaria de apoyo del bobinado asegurada por el forro implica una necesidad de resistencia mecánica y/o de rigidez del forro.

Esto impone un espesor suficiente del forro que depende de las propiedades del material y de la geometría de la pieza.

Los esfuerzos de bobinado se traducen en el forro como una compresión local de 0,3MPa aproximadamente y se traducen en consecuencia por una masa suplementaria al nivel del depósito terminado.

Esto puede ser especialmente molesto para los depósitos de grandes dimensiones, de varios metros, en los que la masa del forro se hace importante o cuando el material del forro es dúctil y/o de bajo límite elástico y/o de baja resistencia mecánica; éste es el caso de un forro de aluminio de gran pureza por ejemplo o incluso de forma general, cuando para disminuir significativamente la masa del forro se llega a unos espesores inferiores a 1 mm para depósitos de dimensiones métricas.

La resistencia del forro es también un parámetro importante en el caso en que las fibras son colocadas por contacto de bobinado o colocación de fibra.

En efecto, estos procedimientos aplican directamente un esfuerzo sobre el soporte en el punto de deposición de la fibra mientras que en bobinado, este esfuerzo resulta de la tensión a la que está sometido el hilo.

En el caso en el que el forro no sea capaz de soportar los esfuerzos de deposición del hilo, o cuando no haya necesidad de un forro estanco, se utiliza un mandril.

Existen numerosas tecnologías de mandriles y se pueden citar los mandriles metálicos o los mandriles de un material soluble (por ejemplo arena más un alcohol polivinílico soluble en el agua).

Un problema general es el desmontaje del mandril después del bobinado y la fabricación del material compuesto debido a que no hay en general acceso al mandril más que a través del futuro orificio de llenado del depósito.

El documento US 2007/205201 A1 describe la utilización de semimandriles de bobinado para el bobinado y la utilización de mandriles solubles para el depósito de pliegues compuestos.

El documento US 3.321.347 describe un procedimiento de realización de un forro metálico de bobinado por electrodeposición sobre un mandril soluble.

La invención trata de una nueva herramienta y un nuevo procedimiento de fabricación de un forro metálico muy delgado y muy preciso para un depósito compuesto de alto rendimiento, eventualmente de grandes dimensiones.

La invención tiene especialmente como objeto poder utilizar unos materiales de muy baja resistencia mecánica, bien por el hecho de sus propiedades intrínsecas como en el caso de un aluminio puro de tipo 1050, o simplemente porque el espesor del forro es muy delgado.

La herramienta adaptada a este procedimiento y que comprende un mandril soluble como soporte del forro metálico, el mandril soluble que tiene como objeto:

- asegurar la función de soporte para el forro metálico;
- asegurar la función de soporte mecánico para el bobinado posterior, tanto desde el punto de vista mecánico como desde el punto de vista de la geometría;
- asegurar la función de la herramienta de fabricación del forro metálico.

Más precisamente, la presente invención prevé una herramienta de fabricación de un forro metálico especialmente para un depósito compuesto, que tiene un mandril configurado en varios elementos de mandril que forman unos elementos de soporte de unas piezas primarias que constituyen el forro metálico, de acuerdo con la reivindicación 1.

Según un modo de realización particular de la invención, el forro que es un forro de un depósito cilíndrico con unos extremos redondeados, los elementos de soporte comprenden al menos un fondo delantero, un fondo trasero y al menos un cuerpo cilíndrico intermedio.

La herramienta comprende ventajosamente unos sectores anulares adaptados a colocarse sobre los extremos de unión de dichos fondo delantero, fondo trasero y cuerpo cilíndrico intermedio, estos sectores refuerzan los elementos del mandril al nivel de sus uniones.

Según un modo de realización particular, dichos sectores anulares son unos sectores de acero.

Los sectores anulares tienen ventajosamente un rebaje anular periférico adaptado para formar una garganta anular con el rebaje anular periférico de un sector contiguo.

Los sectores anulares son preferiblemente unos sectores desmontables.

Según un modo de realización ventajoso, los elementos del mandril son unas piezas de material soluble.

Las piezas de material soluble están preferiblemente recubiertas por una película tapaporos.

Según un primer modo de realización, al menos algunos de los elementos del mandril son unas piezas de revolución montadas sobre un eje portador del mandril.

Alternativamente, al menos algunos de los elementos del mandril están montados en los tubos de recepción de un eje portador del mandril.

La invención se refiere además a un procedimiento de realización de un objeto que tiene un forro tal como un depósito compuesto, que tiene una etapa de colocación de partes de un forro sobre los elementos de mandril, una etapa de montaje de los elementos del mandril que llevan las partes del forro y una etapa de soldadura de las partes del forro sobre los elementos del mandril montados.

Según un modo de realización aplicable en especial a los depósitos compuestos bobinados, el procedimiento tiene una etapa de bobinado de fibras sobre el forro terminado sobre el mandril.

Según un modo de realización preferido de la invención, la etapa de montaje de los elementos del mandril se realiza sobre un eje de impulsión en rotación del mandril.

En el caso en el que el mandril sea un mandril soluble, el procedimiento tiene ventajosamente después de la etapa de bobinado o la etapa de soldadura una etapa de reabsorción del mandril.

El procedimiento tiene ventajosamente una etapa de posicionamiento de los sectores anulares sobre los extremos de unión de los elementos de mandril antes de la etapa de posicionamiento de las partes del forro sobre los elementos de mandril.

La etapa de soldadura de las partes del forro montado sobre los elementos del mandril se realiza preferiblemente por soldadura de los bordes enfrente de las partes del forro encima de la garganta al nivel de los sectores anulares.

La etapa de colocación de las partes del forro comprende ventajosamente una etapa de calentamiento de las partes de forro, una etapa de posicionamiento de las partes de forro sobre los elementos del mandril y una etapa de enfriamiento de las partes de forro que realizan un zunchado de las partes del forro sobre los elementos de mandril.

En el procedimiento aplicado a la realización de un depósito compuesto con forro metálico, los elementos de mandril son conformados en un fondo delantero, un fondo trasero y al menos un cuerpo cilíndrico intermedio.

Otras características y ventajas de la invención serán evidentes tras la lectura de la descripción que sigue de un ejemplo no limitativo de la invención con referencia a los dibujos que se representan:

en la figura 1: una vista de la sección longitudinal de un primer ejemplo de realización de una parte de la herramienta según la invención;
en la figura 2: una vista en perspectiva despiezada de un segundo ejemplo de realización de una parte de la herramienta según la invención;
en las figuras 3A, 3B y 4A, 4B: un ejemplo de realización de una etapa de colocación de unas partes de forro sobre elementos de mandril de la invención;
en la figura 5: un detalle de realización de unos sectores según un modo de realización de la invención;
en la figura 6A: un detalle de una operación de soldadura de un forro sobre una herramienta según la invención;
en la figura 6B: un detalle de la sección de frente de una operación de soldadura por medio de la herramienta de la figura 6A;
en la figura 7: un esquema de la sección de una parte de forro sobre un mandril según la invención;
en la figura 8: un esquema de las etapas principales de un procedimiento según la invención;
en la figura 9: un esquema que detalla las etapas de un procedimiento de acuerdo con un modo de realización de la invención;
en la figura 10: un esquema que detalla una etapa de colocación de unas partes de forro según un modo de realización particular de la invención.

La figura 1 representa una herramienta de fabricación de un forro metálico especialmente para un depósito compuesto.

Esta herramienta tiene un mandril 1 configurado en varios elementos de mandril que forman unos elementos de soporte de unas piezas primarias que constituyen el forro metálico.

En una aplicación tal como la realización de un forro de un depósito cilíndrico con extremos redondeados, los elementos de soporte comprenden al menos un fondo delantero 1a, un fondo trasero 1c y al menos un cuerpo cilíndrico intermedio 1b.

Estos elementos de mandril son ventajosamente unas piezas de un material soluble que podrán ser así fácilmente retiradas una vez realizado el forro.

Para ofrecer un buen estado de la superficie para la colocación de las partes del forro, las piezas de material soluble son, según el ejemplo, recubiertas por una película tapaporos 5.

Siempre según la figura 1, la herramienta comprende unos sectores anulares 3a, 3b, 3c, 3d adaptados a colocarse sobre los extremos de unión de dichos fondo delantero, fondo trasero y cuerpo cilíndrico intermedio.

Dichos sectores anulares 3a, 3b, 3c, 3d son unos sectores de acero, por ejemplo un acero inoxidable austenítico.

Como más particularmente representado en la figura 5, los sectores anulares tienen un rebaje anular periférico 4a adaptado para formar una garganta anular 4 con el rebaje anular periférico 4b de un sector contiguo.

Como se verá más adelante, estas gargantas anulares son útiles para realizar una zona con un espacio libre para una operación de soldadura de las partes de forro unas con otras.

Los sectores anulares 3a, 3b, 3c, 3d son sectores desmontables.

De vuelta a la figura 1, al menos algunos de los elementos del mandril son unas piezas de revolución montadas sobre un eje 6 portador del mandril.

Según el ejemplo de la figura 2, los elementos del mandril están montados sobre los tubos 7a, 7b, 7c de recepción de un eje 6 portador del mandril.

El montaje de los elementos del mandril sobre los tubos 7a, 7b, 7c facilita su mantenimiento y evita deteriorarlos durante su montaje en el eje 6.

La figura 2 representa además los sectores 3a a 3d que se encajan en los extremos enfrente del fondo delantero, el fondo trasero y el cuerpo intermedio.

Según esta figura, los sectores son colocados durante el montaje del mandril en el eje 6 pero es preferible colocar cada uno en su elemento de mandril previamente a la colocación de las partes de forro.

Según el procedimiento de la invención, las diferentes piezas primarias que constituyen el forro (cúpula delantera, cúpula trasera y virola) se realizan separadamente ya que son montadas sobre el mandril soluble previamente mecanizado de una forma precisa.

Tras el mecanizado o conformado, las piezas primarias que forman las partes del forro son dilatadas por calentamiento, acopladas a las piezas correspondientes del mandril y después zunchadas en posición por simple contracción durante su enfriamiento.

Las figuras 3A y 3B dan un ejemplo de colocación de una parte de forro que forma una cúpula delantera 2a o trasera de un forro en el elemento de mandril correspondiente 1a.

Según la figura 3A, la parte de forro en forma de cúpula es calentada a aproximadamente 100ºC por un elemento de aluminio de modo que este elemento se dilate y después es posicionado sobre el elemento de mandril correspondiente.

Según la figura 3B, la parte de forro 2a se enfría y viene a adaptarse a la forma del elemento de mandril.

No hay necesidad de obtener una dilatación muy importante sino que basta con que una dilatación tal que la parte de forro se aplique sin rozamiento en el elemento de mandril.

Para asegurar una buena resistencia de la parte de forro en su elemento de mandril es conveniente realizar el mandril con una cota externa ligeramente superior a la cota interna de la parte de forro, lo que asegura un zunchado de la parte de forro sobre el elemento de mandril.

Las figuras 4A y 4B representan la colocación de un elemento de virola del forro en un elemento cilíndrico intermedio del mandril.

Como en el caso de las cúpulas, un calentamiento de la parte de forro 2b permite su colocación según la figura 4A y el enfriamiento de esta parte de forro permite su zunchado sobre el cuerpo cilíndrico 1b.

En estos ejemplos, los sectores 3a, 3b, 3c han sido previamente montados en los elementos de mandril y los extremos de las partes de forro se apoyan en estos sectores.

En el caso de un depósito para el cual se bobinan unas fibras compuestas sobre el forro, la geometría de la superficie de bobinado está asegurada por la conformación de las piezas primarias que constituyen el forro en el mandril durante el zunchado, lo que da una gran precisión al producto obtenido, por ejemplo un depósito criogénico.

El cierre del forro se realiza por soldadura de los subconjuntos en el mandril soluble. Para hacer esto, como se ha visto antes, el mandril está equipado con unos sectores desmontables que permiten proteger y dejar libre localmente la zona de soldadura.

La figura 6A da un ejemplo de una herramienta de soldadura que puede ser utilizada.

La herramienta tiene una armadura rígida 10 sobre la que está fijada una pluralidad de gatos 211 que se apoyan fuertemente en los sectores externos 212a, 212b, colocados sobre los elementos de forro 2a, 2b como está representado en la figura 6B.

Estos sectores externos así como los sectores internos 3a, 3b permiten un posicionamiento preciso de los elementos de forro que hay que soldar, durante y después de la soldadura.

La soldadura utiliza por ejemplo la tecnología TIG y se desplaza la cabeza de soldadura 213 a lo largo de la zona que soldar o la cabeza está fija y el objeto es puesto en rotación.

Si es necesario, los gatos son levantados al paso de la cabeza de soldadura.

La operación de bobinado 11 puede a continuación ser realizada con el forro terminado en posición en el mandril como está esquematizado en la figura 7.

Una vez terminada esta operación de bobinado, el mandril así como los sectores son retirados de la estructura.

Para retirar el mandril, en el caso de un mandril soluble se hace fundir el material o se solubiliza y, para retirar los sectores, se les deforma si son de un material elástico y se los saca por el extremo abierto de una de las cúpulas.

La herramienta permite la utilización como forro de un material metálico de bajo límite elástico que se justifica en el marco de una búsqueda de optimización de la tolerancia del forro frente a la mecánica de rotura.

En otro ejemplo de aplicación permitido por la herramienta según la invención, la utilización como forro de un material muy dúctil y/o con un bajo límite elástico en un depósito compuesto tiene la ventaja de que el forro sigue sin dificultades las deformaciones impuestas por la estructura compuesta.

Éste es el caso en particular para una aplicación criogénica, con un forro de una aleación de aluminio 1050.

Con el procedimiento de la invención no es necesario dar un sobreespesor a ciertas zonas del forro para la deposición del bobinado compuesto debido a la presencia del mandril que soporta los esfuerzos de compactación.

En todos los casos el mandril según la invención permite paliar una resistencia mecánica intrínseca insuficiente de un forro adelgazado e inadaptado para soportar solo los esfuerzos provocados durante la fabricación del depósito.

En un estado de la técnica, la geometría externa del forro debe ser realizada de una forma muy precisa con objeto de garantizar la calidad de la superficie de deposición del compuesto. Además, en el caso en el que las piezas primarias que constituyen el forro deban ser montadas por soldadura, la geometría del forro debe ser igualmente realizada con una gran precisión para asegurar el respeto de las tolerancias de acoplamiento requeridas por el procesamiento de bobinado.

Estas exigencias de precisión encarecen mucho el coste del forro y son tanto más críticas de asegurar cuando el espesor del forro es pequeño y sus dimensiones importantes.

El forro realizado por medio del procedimiento y de la herramienta según la invención permite aumentar la tolerancia de forma en las piezas primarias ya que la garantía del respeto de la superficie de deposición está asegurada por el mandril.

El procedimiento y la herramienta de la invención permiten también autorizar la utilización de un procedimiento de soldadura más energético que requiere una tolerancias de acoplamientos menos severas pues las deformaciones de la estructura durante la soldadura están atenuadas por la presencia de un apoyo interno constituido por el mandril y por los sectores dispuestos al nivel de la zona de soldadura.

De esto resulta una ganancia de coste en el procedimiento de fabricación del forro.

El ejemplo de aplicación de la invención se basa en la realización de un forro con un diámetro de 1.600 mm de aluminio puro.

El espesor del forro en la parte de la virola es de 1 mm.

Este forro está realizado en 3 secciones, montadas por soldadura, preferiblemente TIG.

El mandril de un material soluble de tipo Arényl (Arena y alcohol polivinílico) está equipado con los sectores destinados a la realización de unas soldaduras circunferenciales:
El procedimiento general representado en la figura 8 tiene una etapa 100 de colocación de las partes 2a, 2b, 2c de un forro en los elementos de mandril que forman un fondo delantero 1a, un fondo trasero 1c y al menos un cuerpo cilíndrico intermedio 1b, una etapa 110 de montaje de los elementos del mandril que llevan las partes del forro y una etapa 111 de soldadura de las partes del forro montado sobre los elementos del mandril.

Según la figura 9, el procedimiento general tiene además una etapa 120 de bobinado de fibras 8 sobre el forro montado en los elementos del mandril y la etapa 110 de montaje de los elementos del mandril se realiza sobre un eje de impulsión en rotación del mandril.

La etapa de bobinado 120 se realiza de manera conocida por el bobinado de fibras compuestas impregnadas de resina y, en el caso en el que el mandril sea un mandril soluble, el procedimiento tiene después de la etapa de bobinado una etapa 130 de reabsorción del mandril que precede a una etapa 140 de extracción de los sectores metálicos.

Los elementos del mandril que tienen un fondo delantero, un fondo trasero y al menos un cuerpo cilíndrico intermedio, el procedimiento tiene una etapa 90 de posicionamiento de los sectores anulares 3a, 3b, 3c, 3d sobre los

extremos de unión de dichos fondo delantero, fondo trasero y al menos un cuerpo cilíndrico intermedio antes de la etapa 100 de colocación de las partes de forro en los elementos de mandril.

La etapa 111 de soldadura de las partes del forro montado en los elementos de mandril es entonces realizada por soldadura de los bordes enfrente de las partes del forro por encima de las gargantas 4 al nivel de los sectores anulares.

Según la figura 10, la etapa 100 de colocación de las partes de forro comprende una etapa 101 de calentamiento de las partes de forro, una etapa 102 de posicionamiento de las partes de forro sobre los elementos de mandril y una etapa 103 de enfriamiento de las partes de forro que realizan un zunchado de las partes de forro sobre los elementos de mandril.

En resumen según un modo de realización particular de la invención, el procedimiento comienza por un acoplamiento de las piezas primarias en el mandril, por ejemplo:

1- Acoplamiento de las partes de forro que forman un fondo delantero y un fondo trasero del forro en los fondos delantero y trasero del mandril,
2- Zunchado de las partes de forro en los elementos de mandril correspondientes y mecanizado de los acoplamientos.
1- Acoplamiento de la virola del forro en el cuerpo cilíndrico intermedio.
2- Zunchado de la virola en el cuerpo cilíndrico intermedio y mecanizado de los acoplamientos.

Las siguientes etapas son el montaje conjunto de los elementos de mandril para constituir el mandril completo y después la soldadura de las partes de forro unas con otras.

Un control de las líneas de soldadura se realiza en presencia del mandril y después el bobinado 11 del material del compuesto se efectúa haciendo girar el mandril sobre su eje 6 como está esquematizado en la figura 7.

Finalmente, se retira el mandril.

La invención puede aplicarse evidentemente para la realización de forros para depósitos metálicos o compuestos. Puede igualmente aplicarse de forma más general a la producción de piezas metálicas o bobinadas delgadas como tubos.

REIVINDICACIONES

1. Una herramienta de fabricación de un forro metálico especialmente para un depósito compuesto, **caracterizada por que** tiene un mandril (1) configurado en al menos dos elementos de mandril (1a, 1b, 1c) conformados para ser adaptados para formar elementos de soporte de las piezas primarias (2a, 2b, 2c) que constituyen el forro metálico, y **por que** tiene al menos un sector anular (3a, 3b, 3c, 3d) que se posiciona en los extremos de unión de dichos elementos de soporte.

2. Herramienta según la reivindicación 1, **caracterizada por que,** el forro, que es un forro de depósito cilíndrico con unos extremos redondeados, los elementos de soporte tienen al menos un fondo delantero (1a), un fondo trasero (1c) y al menos un cuerpo cilíndrico intermedio (1b), unos cuerpos anulares (3a, 3b, 3c, 3d) se posicionan sobre los extremos de unión de dichos fondo delantero, fondo trasero y cuerpo cilíndrico intermedio.

3. Herramienta según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** dichos sectores anulares (3a, 3b, 3c, 3d) son unos sectores de acero.

4. Herramienta según la reivindicación 1, 2 o 3 **caracterizada por que** los sectores anulares tienen un rebaje anular periférico (4a) adaptado para formar una garganta anular (4) con el rebaje anular periférico (4b) de un sector contiguo.

5. Herramienta según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 **caracterizada por que** los sectores anulares (3a, 3b, 3c, 3d) son unos sectores desmontables.

6. Herramienta según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones **caracterizada por que** los elementos de mandril son unas piezas de un material soluble.

7. Herramienta según la reivindicación 6 **caracterizada por que** las piezas de material soluble están recubiertas por una película tapaporos (5).

8. Herramienta según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones **caracterizada por que** al menos algunos de los elementos de mandril son unas piezas de revolución montadas en un eje (6) portador del mandril.

9. Herramienta según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 **caracterizada por que** al menos algunos de los elementos de mandril están montados en tubos (7a, 7b, 7c) de recepción de un eje (6) portador del mandril.

10. Procedimiento de realización de un objeto que tiene un forro metálico, **caracterizado por que** tiene una etapa (100) de montaje de las partes (2a, 2b, 2c) de un forro en los elementos de mandril, una etapa (110) de montaje de los elementos del mandril que llevan las partes del forro y una etapa (111) de soldadura de las partes del forro en los elementos del mandril montados.

11. Procedimiento según la reivindicación 10 aplicado a un depósito compuesto, **caracterizado por que** tiene una etapa (120) de bobinado de fibras (8) sobre el forro terminado sobre el mandril.

12. Procedimiento según la reivindicación 10 u 11, **caracterizado por que** la etapa (110) de montaje de los elementos del mandril se realiza sobre un eje de impulsión en rotación del mandril.

13. Procedimiento según la reivindicación 10, 11 o 12, **caracterizado por que** el mandril, que es un mandril soluble, tiene una etapa (130) de reabsorción del mandril tras la soldadura o el bobinado.

14. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizado por que** tiene una etapa (90) de posicionamiento de sectores anulares (3a, 3b, 3c, 3d) sobre los extremos de unión de dichos elementos de mandril con la etapa (100) de colocación de las partes de forro en los elementos de mandril.

15. Procedimiento según la reivindicación 14 **caracterizado por que** la etapa (111) de soldadura de las partes del forro montado sobre los elementos del mandril se realiza por soldadura de los bordes enfrente de las partes del forro por encima de la garganta (4) al nivel de los sectores anulares.

16. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15, **caracterizado por que** la etapa (100) de colocación de dichas partes comprende una etapa (101) de calentamiento de las partes de forro, una etapa (102) de posicionamiento de las partes de forro en los elementos de mandril y una etapa (103) de enfriamiento de las partes de forro que realizan un zunchado de las partes de forro sobre los elementos de mandril.

17. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 16 aplicado a la realización de un depósito compuesto con un forro metálico, **caracterizado por que** los elementos de mandril son conformados en un fondo delantero (1a), un fondo trasero (1c) y al menos un cuerpo cilíndrico intermedio (1b).

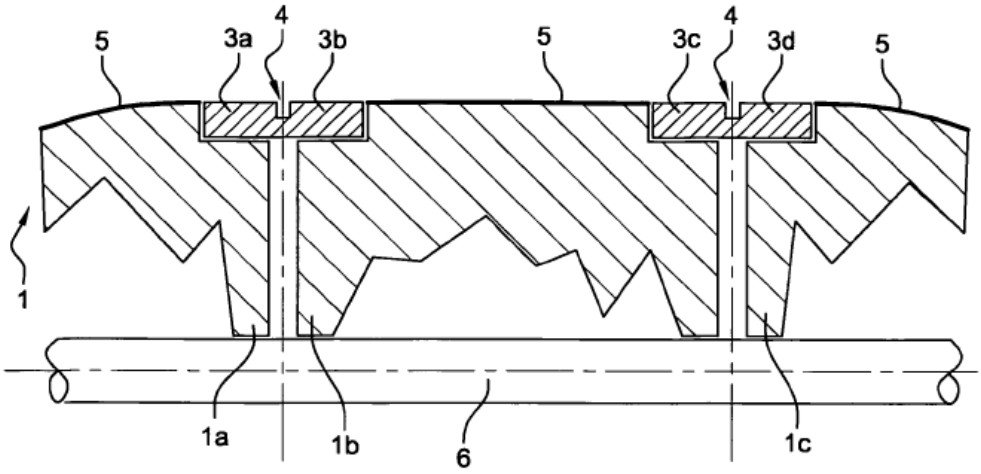

Fig. 1

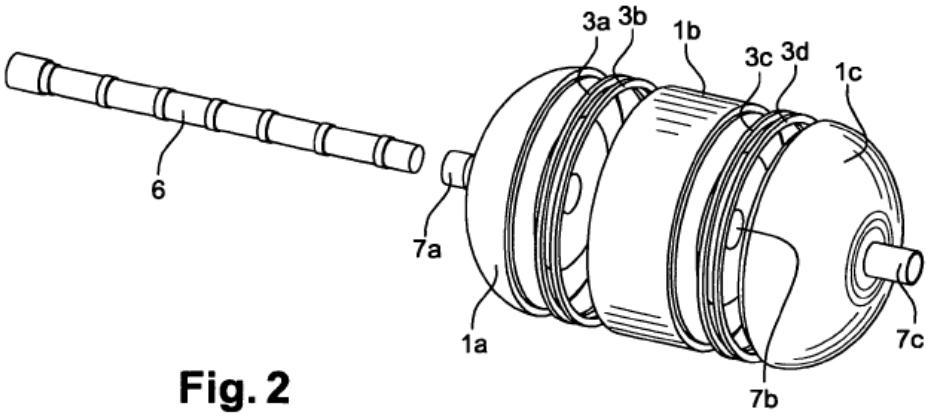

Fig. 2

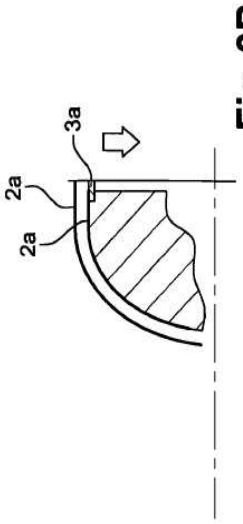

Fig. 3B

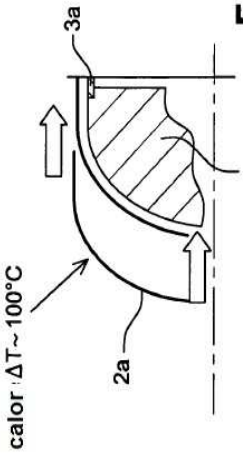

Fig. 3A

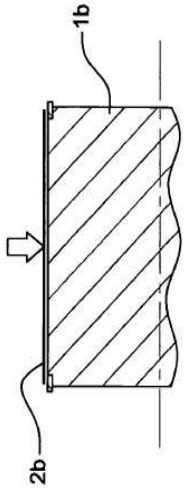

Fig. 4B

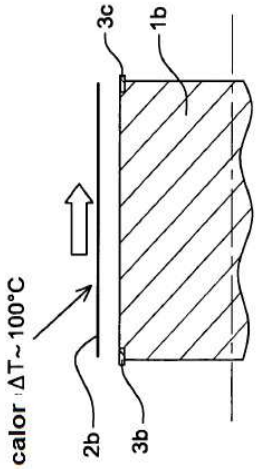

Fig. 4A

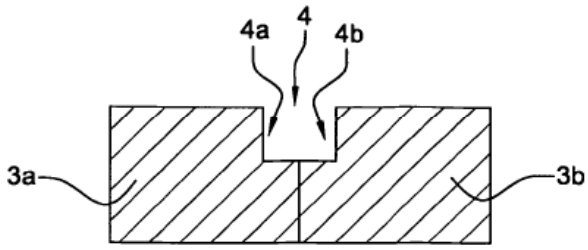

Fig. 5

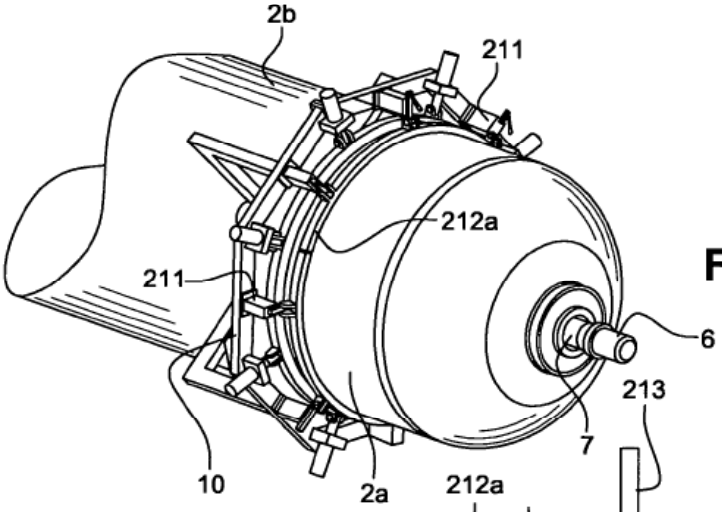

Fig. 6A

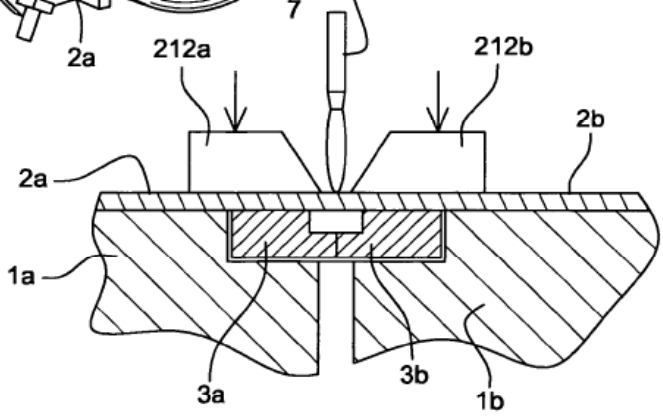

Fig. 6B

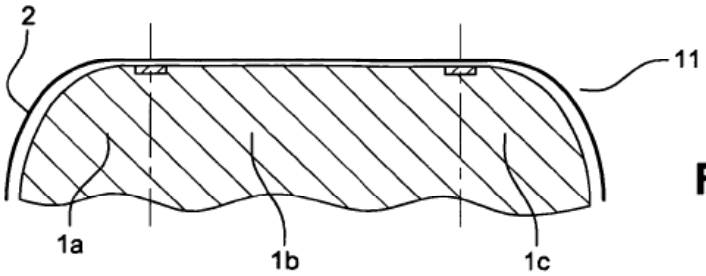

Fig. 7

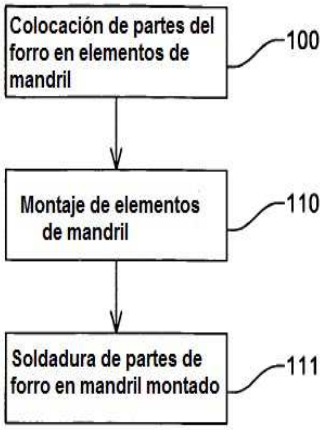

Fig. 8

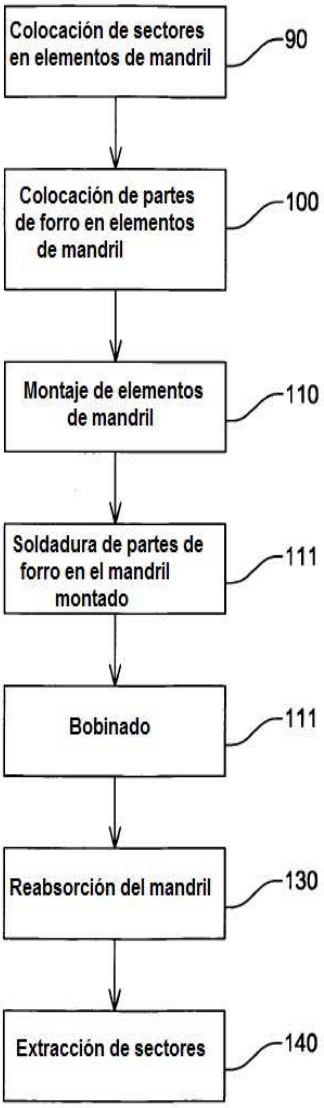

Fig. 9

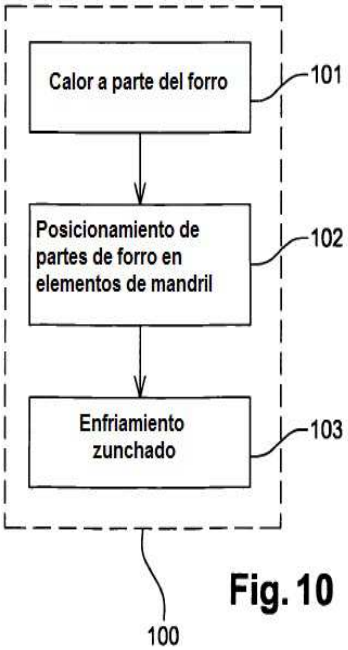

Fig. 10