

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 397**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/32** (2006.01)

**B29C 70/44** (2006.01)

**B65B 11/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2008 E 08845812 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **04.08.2010 EP 2212099**

54 Título: **Un método para aplicar una bolsa de vacío alrededor de un tubo de fuselaje hecho de material compuesto a polimerizar**

30 Prioridad:

**31.10.2007 IT TO20070773**

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

**31.01.2013**

73 Titular/es:

**ALENIA AERMACCHI S.P.A. (100.0%)  
Via Ing. Paolo Foresio 1  
21040 Venegono Superiore (VA), IT**

72 Inventor/es:

**IAGULLI, GIANNI y  
CACACE, PIERLUIGI**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 2 394 397 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

Un método para aplicar una bolsa de vacío alrededor de un tubo de fuselaje hecho de material compuesto a polimerizar

5 La presente invención se refiere a la aplicación y sellado de una bolsa de curado de vacío para estructuras grandes fabricadas de material compuesto y que tiene superficies de revolución sobre un eje, tales como tubos de fuselaje.

10 En la actualidad, con el fin de fabricar una sección del fuselaje de gran diámetro hecha de materiales compuestos estratificados se usan bandas de fibras impregnadas previamente con resina, tales como fibras de carbono con resinas epoxi y grafito con resina de bis-maleimida. Las bandas compuestas se colocan automáticamente por medio de uno o más cabezales de suministro de una máquina especial sobre la superficie exterior de un mandril que tiene la forma de un sólido de rotación sobre un eje determinado. Los cabezales de suministro de la máquina y el mandril se desplazan unos con respecto a otros a fin de que los cabezales apliquen la banda sobre el mandril siguiendo un movimiento de traslación y de rotación relativo con respecto al eje del mandril. El revestimiento de una sección de fuselaje que consiste en un estratificado compuesto se forma de este modo sobre la superficie exterior del mandril. Después, la totalidad del conjunto se rodea por una bolsa de vacío y se somete a un único ciclo de polimerización en el interior de un autoclave.

20 La deposición de la bolsa de vacío constituye una fase crítica en el proceso de producción debido al hecho de que el material de la bolsa es delicado *per se* y, puesto que es muy grande para cubrir un cuerpo de gran tamaño, hay un riesgo considerable de que se dañe durante la aplicación y durante las etapas de movimiento y manipulación anteriores. Una bolsa de vacío convencional usada para la polimerización de una sección del fuselaje está compuesta por tres láminas separadas que se colocan sucesivamente una encima de la otra. Una primera lámina, que consiste en una película de separación, se pone en contacto con el material compuesto a polimerizar. Una segunda lámina porosa denominada de respiración se dispone entre la película y una tercera lámina impermeable, generalmente hecha de nylon.

30 Hasta ahora, con el fin de aplicar la bolsa de vacío sobre la sección del fuselaje a polimerizar, los métodos que se han empleado son de tal forma que dan como resultado considerables dificultades logísticas en cuando al manejo del material de la bolsa o no permiten una colocación precisa de la bolsa. En algunos casos, la bolsa se baja de encima del mandril mediante dos grúas puente. En otros casos, se tira del material de la bolsa y se extiende manualmente sobre el mandril por operarios transportados en los elevadores de jaula. A menudo las dos porciones finales de la bolsa de vacío se unen manualmente por un operario que debe estar sobre el suelo bajo el mandril.

35 El documento US 2006/0108058 A1 desvela un método para aplicar una bolsa de vacío alrededor del interior de un cuerpo hecho de material compuesto a polimerizar, tal como un tubo de fuselaje formado por medio de estratificación en al menos una parte de la superficie interna de un mandril que tiene la forma de un sólido de rotación sobre un eje longitudinal, comprendiendo el método las etapas de:

40 - aplicar manualmente una porción de material de la bolsa en forma de una lámina con una anchura transversal que corresponde a la longitud longitudinal del tubo sobre una parte del tubo;

45 - sellar los bordes finales de la lámina al mandril;

- girar el mandril 90 grados sobre dicho eje; y

repetir dichas etapas hasta que la totalidad de la acumulación se ha embolsado.

50 Un objeto general de la invención es optimizar la aplicación de una bolsa de vacío sobre una sección del fuselaje a polimerizar y, en particular, acelerar este proceso, haciéndolo más fiable e industrialmente competitivo. Otros objetos específicos de la invención son:

55 - asegurar que el material de la bolsa de vacío permanece intacto durante el manejo de la misma, con el fin de asegurar el sellado al vacío;

- facilitar la colocación correcta de la bolsa de vacío con el fin de evitar escapes de la bolsa durante la presurización en el interior del autoclave (por ejemplo, debe evitarse el denominado "puenteado");

60 - permitir que las trayectorias de sellado de la bolsa en el aparato sean alcanzadas por los operarios de manera ergonómica y segura.

Un objeto adicional de la invención es proporcionar el material de la bolsa de vacío de tal manera que los objetos que se han mencionado anteriormente puedan conseguirse fácilmente.

65 Estos y otros objetos y ventajas, que se entenderán más claramente a continuación, se consiguen de acuerdo con la

invención mediante un método que se define en la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

5 En resumen, de acuerdo con la invención, la propia rotación del mandril sobre su eje de rotación, que coincide sustancialmente con el eje de revolución del tubo de fuselaje a polimerizar que se dispone en el mandril y debe estar cubierto por la bolsa de vacío, extrae automáticamente de un recipiente el material de la bolsa y gradualmente lo envuelve alrededor de la superficie del tubo. La bolsa de vacío se aplica y se sella gradualmente alrededor del cuerpo.

10 Ahora se describirá una realización preferida, pero no limitante, de la invención. Se hace referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

15 la figura 1 es una vista en perspectiva de un mandril en cuya superficie exterior se ha formado un tubo de fuselaje hecho de un material de estratificado compuesto a polimerizar;

la figura 2 es una vista final frontal del mandril de acuerdo con la figura 1 y una estructura para poner en práctica la invención;

20 la figura 3 es una vista final frontal esquemática, similar a la de la figura 2, que muestra una etapa de aplicación de un material de la bolsa sobre el tubo de fuselaje;

la figura 4 muestra esquemáticamente el material de la bolsa de acuerdo con la invención;

25 la figura 5 es una vista esquemática de la extracción del material de la bolsa de un carro; y

las figuras 6 y 7 son vistas esquemáticas que muestran la aplicación de un material de la bolsa a una sección cilíndrica del tubo de fuselaje y a una sección semi-cilíndrica, respectivamente.

30 A pesar de la siguiente descripción, que se proporcionará exclusivamente con referencia a la producción de una sección del fuselaje o del tubo con una forma del conjunto cilíndrica o semi-cilíndrica, se entenderá que la invención puede usarse en general para la aplicación de la bolsa de vacío sobre estructuras de gran tamaño hechas de materiales compuestos y que tienen superficies de revolución sobre un eje, tal como un revestimiento cilíndrico, ahusado o cónico, según se requiera.

35 Con referencia inicialmente a la figura 1, 10 representa un mandril, cuya superficie exterior tiene sustancialmente la forma de un sólido de rotación sobre un eje longitudinal central x. En el ejemplo mostrado en los dibujos, la superficie exterior del mandril es cilíndrica para la producción de una porción o sección central del fuselaje de una aeronave. El mandril 10 se sostiene en los extremos opuestos de forma giratoria sobre el eje x por medio de soportes cónicos 13. En la presente descripción y las reivindicaciones se entenderá que los términos y expresiones que indican posiciones y orientaciones, tales como "longitudinal" y "axial", se refieren al eje central de rotación x del mandril.

45 Las bandas de fibras impregnadas previamente con resina se depositan automáticamente en la superficie exterior del mandril por medio de los cabezales de suministro de una máquina especial (no mostrada) hasta que se obtiene el revestimiento de un tubo o sección del fuselaje 11 que consiste en un estratificado compuesto no polimerizado. Los detalles relativos a la formación del tubo estratificado no son relevantes *per se* a efectos de la comprensión de la invención y, por tanto, no se describirán. Basta con mencionar aquí que la deposición de las bandas se realiza girando el mandril sobre el eje x y al mismo tiempo desplazando los cabezales de suministro de las bandas en direcciones axiales en sincronía con la rotación del mandril. El mandril puede girarse en ambas direcciones de rotación por medio de dos motores rotativos 12 (sólo uno de los cuales se muestra en la figura 2) situados en los dos extremos opuestos del mandril.

50 En la figura 2, 20 representa una estructura de soporte estática similar a un andamiaje dispuesto alrededor del mandril. La estructura 20 permite que los operarios se apoyen a diferentes alturas con el fin de realizar diversas operaciones para sellar la bolsa de vacío alrededor del tubo estratificado situado en el mandril. A lo largo de cada uno de los extremos axiales del mandril, la estructura 20 tiene una plataforma respectiva 21 nivelada con la parte superior del mandril; a lo largo de al menos uno de los dos lados longitudinales opuestos, la estructura 20 tiene una plataforma longitudinal 22 en un nivel central que se define aquí como ecuatorial. En el ejemplo de acuerdo con la figura 2, la estructura 20 tiene dos plataformas longitudinales opuestas y paralelas que se extienden a lo largo de los lados longitudinales opuestos del mandril.

60 Se dispone un carro 23 a lo largo del mandril, extendiéndose dicho carro en la dirección longitudinal y orientándose paralelo al eje longitudinal del mandril. El carro tiene, dispuesto en su interior, el material de la bolsa 30 plegado en pliegues o enrollado. El material diseñado para formar la bolsa de vacío se proporciona en forma de un kit pre-montado y comprende una sola lámina multicapa adecuada para su aplicación en una sola etapa, como se describe adicionalmente a continuación. La lámina 30 consiste en tres capas superpuestas unidas por medio de un adhesivo

o un agente bioadhesivo. Las tres capas corresponden respectivamente a las capas aplicadas convencionalmente en sucesión una encima de la otra e incluyen una capa interna 31 de una película de separación o liberación que es adecuada para hacer contacto con el material compuesto a polimerizar, una capa de ventilación o respiración porosa intermedia 32 y una capa exterior de nylon 33. La anchura o dimensión transversal de la lámina corresponde a la dimensión longitudinal o longitud del tubo de fuselaje y el mandril asociado.

Después, la lámina de la bolsa multicapa se retira del carro y se desdobra por medio de pinzas distribuidas en la dirección longitudinal y que forman parte de un cabestrante 40 u otro dispositivo de agarre que puede elevarse verticalmente. En la realización mostrada en las figuras 4 y 5, la lámina de la bolsa se fija, a lo largo de una porción final de la misma, a un tubo 34 que puede sujetarse de forma estable por una serie de pinzas 41 que están separadas longitudinalmente a lo largo del tubo 34 y se elevan a lo largo del mandril. El movimiento de elevación del cabestrante 40 es independiente del movimiento rotacional del mandril.

El mandril 10 con los motores rotativos asociados 12 y el tubo compuesto a polimerizar 11 se dispone a lo largo de o se introduce en el interior de la estructura 20. Aquí, el cabestrante 40 eleva la lámina multicapa 30 hasta que una primera porción final 30a de la lámina 30 se sitúa nivelada con la plataforma ecuatorial. Después, el operario fija la porción final 30a al mandril, en el ejemplo de acuerdo con la figura 3, aplicando una banda horizontal de masilla de sellado 35 a lo largo de toda la anchura de la lámina. Después, la lámina se corta transversalmente por encima de la línea de sellado. A partir de entonces, los motores rotativos 12 se activan, provocando de este modo que el mandril gire lentamente sobre su eje longitudinal. Debido a la rotación del mandril, la lámina 30 se extrae del recipiente 23 y se enrolla gradualmente alrededor de la superficie del tubo 11. Durante la rotación, los operarios de pie sobre las plataformas superiores 21 o en los extremos opuestos de una o ambas de las plataformas longitudinales 22 realizan un sellado gradual de los bordes finales axiales opuestos 30d de la lámina multicapa en el mandril. La rotación lenta y continua del mandril continúa hasta que se realiza la cobertura completa del área que se va a disponer bajo la bolsa y, por lo tanto, consistirá en una rotación de 360° para las superficies de revolución exteriores cerradas (figura 6) o una rotación de menos de 360° para las superficies abiertas (figura 7). Finalmente, la segunda porción final 30b de la lámina multicapa se sella por medio de la aplicación de una banda transversal de masilla de sellado 38. Dependiendo de la forma geométrica del tubo, la masilla 38 se aplica sobre la superficie exterior de dicha lámina ya depositada, cubriendo la primera porción final 30a (figura 6), o sobre la superficie exterior del mandril (figura 7).

Con referencia de nuevo a la figura 4, en la realización preferida de la invención al menos una porción final de cierre 30b de la lámina multicapa consiste en la sola capa de nylon 33 a fin de que, como se muestra en las figuras 6 y 7, el sellador actúe contra esta capa más impermeable, garantizando un mejor sellado hermético. La figura 6 muestra la aplicación de la bolsa de vacío multicapa alrededor de una sección de fuselaje cerrada, que consiste en un tubo cilíndrico. Aquí, el sellado de la primera porción final 30a aplicado al material compuesto también puede realizarse mediante la sencilla aplicación de cinta adhesiva 36 en puntos separados y después realizando el sellado final de la segunda porción final 30b por medio de la banda de masilla transversal 38, consiguiendo de este modo el sellado entre dos capas impermeable (nylon sobre nylon). Con el fin de aplicar la bolsa de vacío alrededor de una sección de fuselaje abierta que tiene una forma semi-cilíndrica como se muestra en la figura 7, en su lugar es preferible proporcionar una sección corta de nylon expuesto también para la porción final que se aplica en primer lugar contra el mandril. Para este fin, la lámina se corta transversalmente a lo largo de la línea indicada por la flecha 37 en la figura 4, inmediatamente corriente abajo de un manguito de nylon en solitario 33c cerrado alrededor del tubo de agarre 34 con el fin de sujetar al último el extremo de la lámina que se va a elevar por medio del cabestrante.

Como se apreciará, la envoltura del material de la bolsa alrededor del tubo de fuselaje se realiza de forma fácil, uniforme y fiable debido al movimiento giratorio de dicho mandril en el que el tubo se ha formado en capas. Mientras el mandril gira, los operarios pueden sellar cuidadosamente los bordes 30d en los extremos axiales opuestos de la lámina. Durante el mismo movimiento giratorio, los operarios pueden comprobar que la deposición del material de la bolsa se realiza correctamente, con la posibilidad de intervenir de forma manual con el fin de adaptar mejor la bolsa al tubo, sin adoptar posiciones incómodas o peligrosas. Se ha establecido durante las pruebas que, en comparación con la técnica anterior, con el método de acuerdo con la invención, es posible reducir a la mitad los tiempos generales para la aplicación y el sellado de la bolsa de vacío.

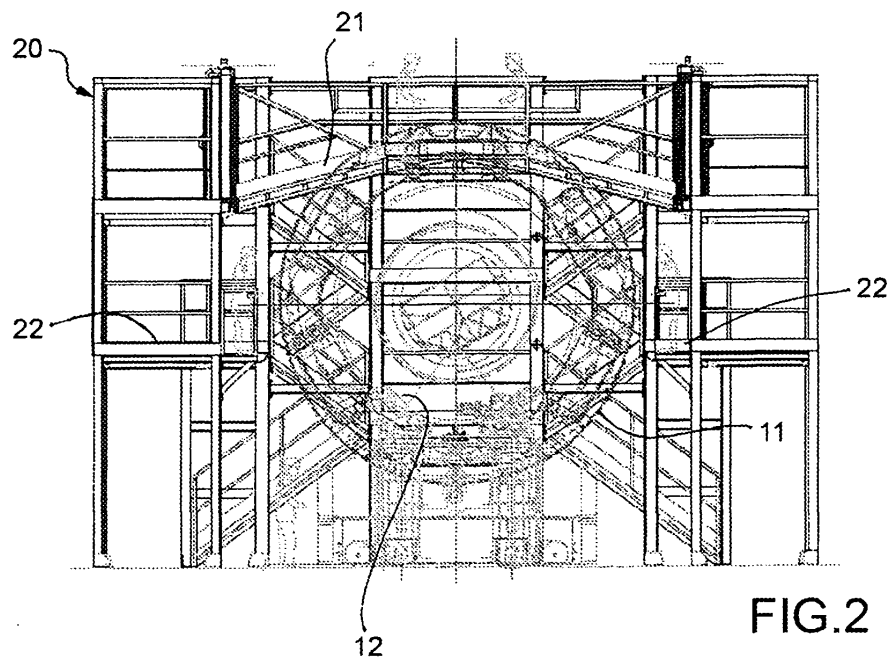
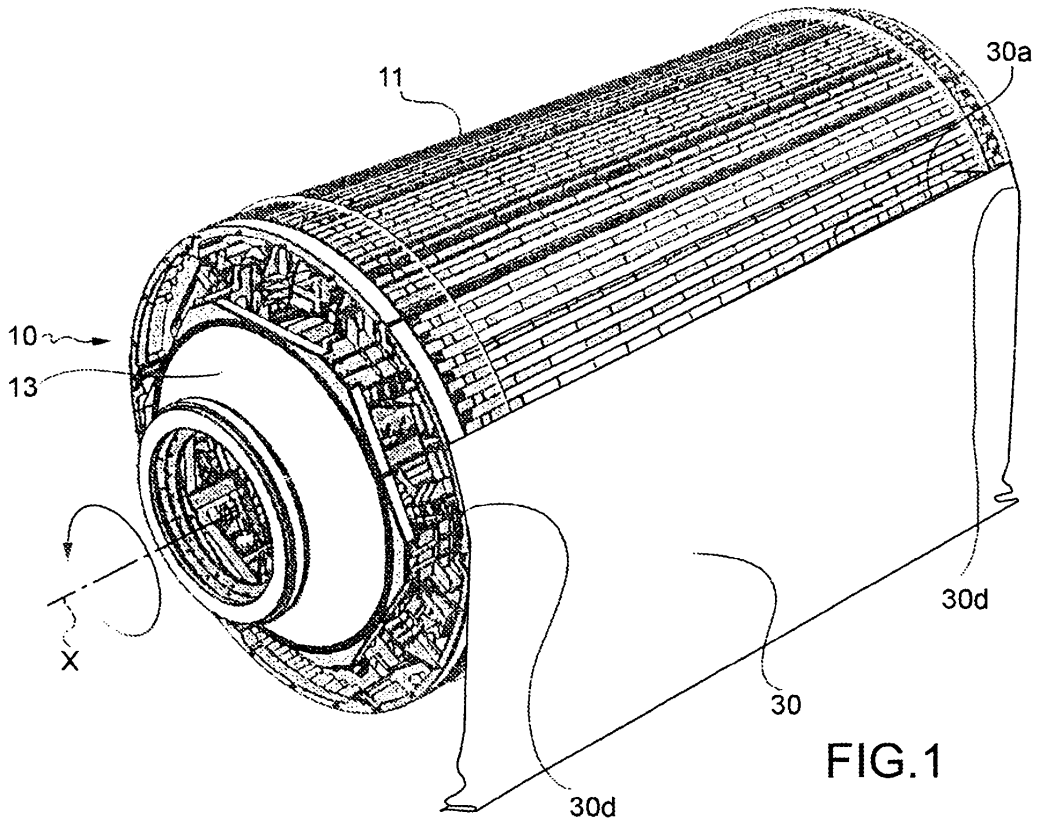
Se entenderá que la invención no se limita a las realizaciones descritas e ilustradas aquí, que deben considerarse como ejemplos de aplicación de la invención y, en su lugar, pueden estar sujetas a modificaciones relativas a las formas, dimensiones o detalles estructurales y funcionales. En general, la invención puede usarse para cualquier componente compuesto que tenga una superficie exterior similar a la de un sólido de revolución sobre un eje (cilindros, secciones de conos, paraboloides, elipsoides, etc.). Finalmente, se apreciará que la invención también es aplicable a la fabricación de productos diferentes de los que se han mencionados anteriormente, tales como depósitos, silos, cohetes, misiles, etc.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para aplicar una bolsa de vacío alrededor de un cuerpo hecho de un material compuesto a polimerizar, tal como un tubo de fuselaje (11) formado por medio de estratificación sobre al menos una parte de la superficie exterior de un mandril (10) que tiene la forma de un sólido de rotación sobre un eje longitudinal (x), comprendiendo el método las etapas de:
- a) proporcionar, a lo largo de dicha superficie del mandril, un material de bolsa en forma de una sola lámina (30) con una anchura transversal que corresponde a la longitud longitudinal del tubo (11),
- b) fijar o sellar una primera porción final transversal (30a) de la lámina sobre la superficie exterior del tubo (11) o el mandril (10),
- c1) girar el mandril (10) sobre dicho eje (x), para enrollar la lámina (30) alrededor del tubo (11) hasta la cobertura completa del área que se va a disponer bajo la bolsa en una sola etapa de aplicación,
- c2) sellar los bordes finales axiales opuestos (30d) de la lámina (30) en el mandril (10) mientras que el mandril (10) gira sobre dicho eje (x), y
- d) sellar una segunda porción final transversal (30b) de la lámina en dicha superficie exterior del tubo (11) o el mandril.
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la lámina (30) es una sola lámina multicapa que consiste en tres capas superpuestas: una capa interna (31) de la película de separación para hacer contacto con el material compuesto a polimerizar, una capa porosa intermedia (32) de respiración, y una capa exterior impermeable (33).
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque las tres capas (31, 32, 33) se unen por medio de un adhesivo o un agente bioadhesivo.
4. Un método de acuerdo con la reivindicación 2 ó 3, caracterizado porque al menos la segunda porción final transversal (30b) de la lámina (30) consiste únicamente en la capa exterior impermeable (33).
5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque la primera porción final transversal (30a) de la lámina también consiste únicamente en la capa exterior impermeable (33).
6. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque, durante dichas etapas c1) y c2), los bordes finales axiales opuestos (30d) de la lámina se sellan gradualmente mientras que el mandril gira para envolver la lámina alrededor del tubo, y porque dichas etapas c1) y c2) se realizan simultáneamente.
7. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la etapa a) incluye la etapa de:
- proporcionar, adyacente al mandril (10), una estructura de soporte estática (20) similar a un andamiaje, en el que la estructura (20) comprende al menos una plataforma longitudinal (22) que se extiende paralela a la superficie exterior del mandril y cercana al mismo, sustancialmente sobre toda la longitud longitudinal del mandril.
8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque la estructura (20) comprende dos plataformas longitudinales opuestas y paralelas (22) que se extienden a lo largo de los lados longitudinales opuestos del mandril, sustancialmente a lo largo de toda la longitud longitudinal del mandril.
9. Un método de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, caracterizado porque al menos una plataforma longitudinal (22) de la estructura (20) se sitúa a un nivel aproximadamente de la mitad de la altura del mandril (10) para permitir que un operario alcance manualmente un área central de la superficie exterior del tubo de fuselaje sobre el mandril.
10. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque la estructura (20) comprende además, a lo largo de cada uno de los extremos axiales del mandril (10), una plataforma respectiva (21) nivelada con la parte superior del mandril.
11. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicha etapa a) incluye la etapa de:
- proporcionar, a lo largo del mandril (10), un carro (23) que se extiende en la dirección longitudinal y está orientado paralelo al eje longitudinal del mandril, en el que el carro contiene la lámina (30) plegada o enrollada de forma ordenada.
12. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la etapa b) está precedida por la etapa de:

elevant verticalmente, por medio de un dispositivo de agarre y elevación (40, 41) que puede manejarse independientemente del mandril, la primera porción final (30a) de la lámina para disponer esta porción final a lo largo de la superficie exterior del tubo (11) a una altura cercana a la del eje de giro (x) del mandril.

- 5 13. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la etapa c) está precedida por la etapa de:
- cortar transversalmente la lámina (30) por encima de la línea de sellado o fijación de la primera porción final transversal (30a) de la lámina sobre la superficie exterior del tubo (11) o el mandril (10).
- 10 14. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque durante las etapas c1) y c2), el mandril gira por medio del mismo medio de control (12) usado para girar el mandril sobre dicho eje (x) durante la etapa anterior de formación del tubo (11) por medio de deposición de bandas compuestas en la superficie exterior del mandril.



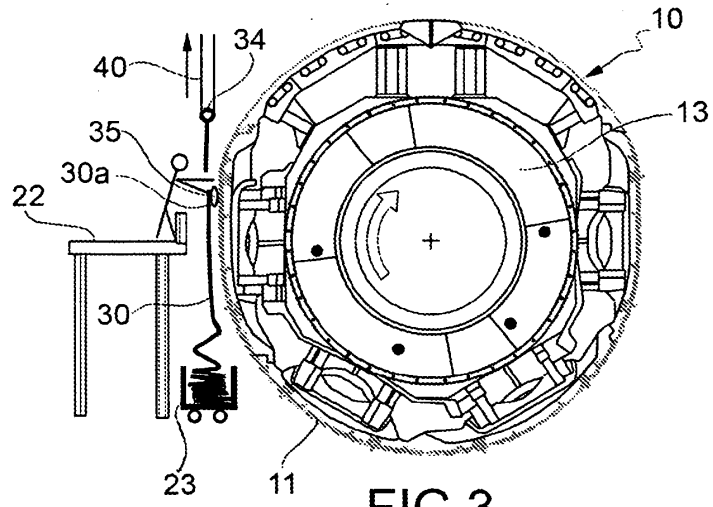


FIG. 3

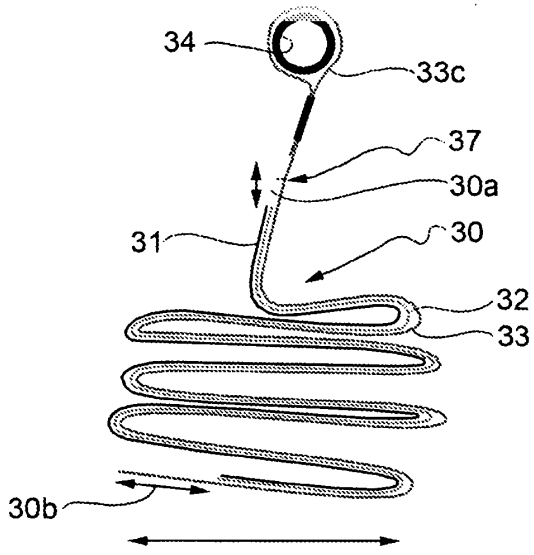


FIG. 4

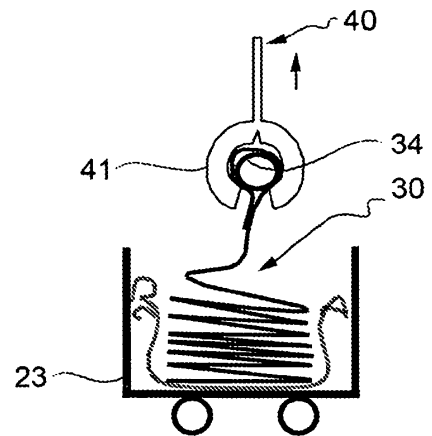


FIG. 5

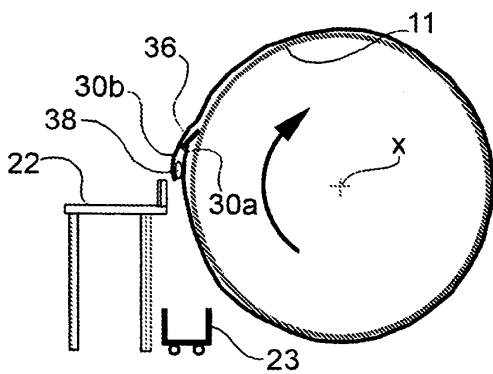


FIG. 6

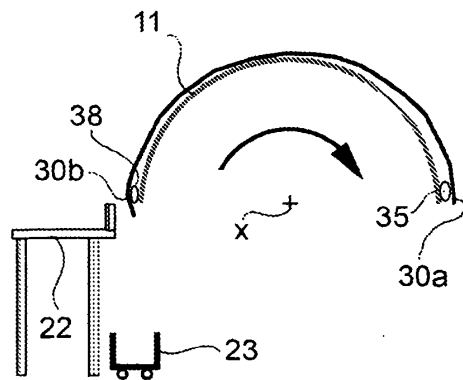


FIG. 7