

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 650 062**

51 Int. Cl.:

B64G 1/22 (2006.01)

B64G 1/44 (2006.01)

B64G 1/66 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.07.2015 E 15177167 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.09.2017 EP 2977322**

54 Título: **Procedimiento de empotramiento replegable de cinta métrica para una estructura desplegable y estructura desplegable con cinta métrica**

30 Prioridad:

25.07.2014 FR 1401711

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

16.01.2018

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade
Nord
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**BAUDASSE, YANNICK;
VEZAIN, STÉPHANE y
STANEK, DIDIER**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 650 062 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

Procedimiento de empotramiento replegable de cinta métrica para una estructura desplegable y estructura desplegable con cinta métrica

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de empotramiento replegable de cinta métrica para una estructura desplegable. También se refiere a una estructura desplegable que comprende una cinta métrica. Se aplica, en particular, al campo de los equipos espaciales que deben desplegarse en órbita y, más particularmente, a los equipos espaciales para satélites, tales como antenas, generadores solares, pantallas térmicas, deflectores o telescopios.

10 Las estructuras desplegables en el espacio, de tipo generador solar, por ejemplo, se constituyen generalmente de paneles rígidos articulados entre ellos, estando estos paneles, en posición almacenada, apilados entre sí. Estas estructuras tienen la ventaja de tener una cinemática controlada, pero presentan la desventaja de una masa superficial y de una inercia significativas. Además, las estructuras rígidas ocupan, en posición almacenada, un volumen significativo bajo el carenado de una lanzadera. El espacio asignado, a las estructuras desplegables, bajo el carenado de una lanzadera, siendo limitado, es importante reducir el volumen de estas estructuras desplegables cuando están en posición almacenada para optimizar la superficie en posición desplegada.

15 Existen estructuras planas flexibles desplegables que constan de una tela flexible y de cintas métricas (también conocidas en la literatura anglosajona bajo el término tape-spring) fijadas a un mismo plano de la tela. En posición almacenada, la tela y las cintas métricas se enrollan alrededor de un mandril. El despliegue de la estructura plana flexible se asegura de manera autónoma por el desenrollado espontáneo de las cintas métricas cuando el mandril es libre de girar. Se puede citar, por ejemplo, la patente EP 2 471 713 que describe una estructura desplegable que comprende una cinta 1A métrica principal, una cinta 1B métrica secundaria y un mandril 10 de bobinado. Las cintas métricas se fijan al mandril en puntos distintos.

20 En efecto, las cintas métricas se conocen en el campo espacial como cintas flexibles que tienen una sección en arco de círculo cuyo radio de curvatura es convexo en una primera cara y cóncavo en una segunda cara, siendo estas cintas aptas para pasar del estado enrollado al estado desenrollado esencialmente gracias a su propia energía elástica. Existen diferentes tipos de cinta que tienen propiedades propias. Las cintas monoestables poseen una posición natural desplegada y necesitan una retención en posición almacenada. Las cintas métricas monoestables tienen, por lo tanto, una tendencia natural a desplegarse para recuperar su estado desenrollado. El despliegue de las cintas monoestables a menudo es anárquico e incontrolado. Las cintas biestables poseen dos posiciones naturales (posición almacenada y posición desplegada) y no necesitan retención en posición almacenada cuando la sección está completamente aplanada. Su despliegue es lineal y controlado. No obstante, en todos los casos, cuando el despliegue se desencadena, éste puede ser violento y generar impactos, es decir, que toda la cinta métrica puede tener tendencia a ponerse recta simultáneamente, en toda su longitud, lo que plantea un riesgo de dañar los elementos ambientales o los elementos fijados a la cinta métrica tales como una membrana flexible, un instrumento, una antena... Las cintas métricas clásicas pueden, de este modo, presentar dificultades en términos de control de su despliegue. Con el fin de regular la velocidad de despliegue de este tipo de estructura, se pueden utilizar varios procedimientos. Se puede citar, por ejemplo, una regulación por motorreductor eléctrico como se describe en la solicitud de patente FR 2 998 876 A1 o una regulación térmica por uso de cintas métricas híbridas como se describe en las patentes FR 2 933 771 A1 y US 7856735.

30 Además, las cintas métricas no tienen la misma rigidez a lo largo del eje de restricción. Una fuerza F aplicada sobre la cara convexa de la cinta métrica tendrá tendencia a doblar la cinta métrica mientras que la misma fuerza aplicada sobre la cara cóncava no tendrá ningún efecto, lo que plantea un problema de inestabilidad de la estructura flexible en su estado desplegado. Para resolver este problema de estabilidad del estado desplegado, por lo tanto, es necesario mantener la cinta métrica en posición desplegada por un dispositivo de retención adicional o sobredimensionar la cinta métrica para que permanezca estable bajo las fuerzas orbitales, independientemente de su sentido de aplicación.

35 De este modo, en configuración almacenada, la cinta métrica debe ser lo más compacta posible, es decir, tener un radio de bobinado lo más pequeño posible. Este parámetro se da por las características físicas de la cinta, generalmente, el radio de bobinado es sustancialmente igual al de su radio de curvatura. En el caso de una cinta compuesta, se puede modificar cambiando el apilado de los pliegues y/o el sentido de las fibras. En configuración desplegada, se busca la mejor rigidez posible, lo que significa una sección lo más grande y cerrada posible asociada a un empotramiento del extremo de la cinta métrica lo más grande posible.

40 La invención tiene como objetivo superar todos o parte de los problemas citados anteriormente proponiendo un procedimiento de empotramiento replegable de la cinta métrica para una estructura desplegable, que presenta la ventaja de ser poco voluminosa, simple de realizar, que presenta una optimización del volumen de la estructura desplegable cuando se almacena en el carenado de una lanzadera, que permite controlar el despliegue y una capacidad de retracción y que permite una rigidez y una estabilidad de la estructura cuando está desplegada.

45 A tal efecto, la invención tiene por objeto un procedimiento de empotramiento replegable de cinta métrica para una

- estructura enrollable y desplegable, que comprende una cinta métrica principal que tiene un eje de despliegue y retracción sustancialmente paralelo a un eje desplegado X y que consta de dos extremos, una cinta métrica secundaria que consta de dos extremos y un mandril de bobinado portado por un árbol paralelo a un eje Z perpendicular al eje X, enrollándose la cinta métrica principal alrededor del mandril, fijándose un primer extremo de la cinta métrica principal al mandril, caracterizado porque consta de las siguientes etapas:
- 5
- fijación de un primer extremo de la cinta métrica secundaria alejado de un segundo extremo de la cinta métrica principal,
 - fijación de un segundo extremo de la cinta métrica secundaria al mandril.
- Ventajosamente, el procedimiento de empotramiento replegable puede constar, previamente, de una etapa de fijación puntual del segundo extremo de la cinta métrica principal.
- 10
- Ventajosamente, el procedimiento puede constar de las etapas siguientes:
- despliegue simultáneo de la cinta métrica principal sustancialmente paralela al eje X y de la cinta métrica secundaria,
 - formación de una estructura triangular entre la cinta métrica principal, la cinta métrica secundaria y el mandril.
- 15
- Ventajosamente, el procedimiento puede constar, además, de una etapa de rebobinado de la cinta métrica principal y, el rebobinado de la cinta métrica principal puede obtenerse por pandeo de la cinta métrica secundaria.
- Ventajosamente, la cinta métrica principal puede comprender dos caras, el primer extremo de la cinta métrica secundaria puede fijarse a una primera cara del primer extremo de la cinta métrica principal y, el pandeo de la cinta métrica secundaria puede obtenerse por aplicación de una fuerza en el centro de la cinta métrica y normal en la cinta métrica secundaria.
- 20
- Ventajosamente, la fuerza puede aplicarse entre el primer extremo de la cinta métrica secundaria y el segundo extremo de la cinta métrica principal.
- Ventajosamente, el procedimiento de empotramiento replegable puede constar de, además, una etapa de fijación del primer extremo de la cinta métrica principal al centro del mandril.
- 25
- Ventajosamente, la estructura desplegable puede comprender, al menos, dos rodillos montados uno frente al otro en la periferia del mandril, los rodillos pueden estar en contacto con la cinta métrica principal, los rodillos y el árbol pueden disponer de un grado de libertad de rotación alrededor del eje Z uno en relación con el otro. El procedimiento de empotramiento replegable puede constar de las siguientes etapas:
- 30
- guía local de la cinta métrica principal por los rodillos,
 - despliegue de la cinta métrica principal en una dirección sustancialmente paralela al eje X.
- Ventajosamente, los rodillos pueden ser rodillos calentadores y, el procedimiento de empotramiento replegable puede constar previamente de una etapa de calentamiento local de la cinta métrica principal por los rodillos calentadores.
- 35
- La invención tiene también por objeto una estructura desplegable que comprende una cinta métrica principal que se extiende en posición desplegada según un eje X y consta de dos extremos, una cinta métrica secundaria que consta de dos extremos y un mandril de bobinado portado por un árbol según un eje Z perpendicular al eje X, enrollándose la cinta métrica principal alrededor del mandril, fijándose un primer extremo de la cinta métrica principal al mandril, caracterizado porque un primer extremo de la cinta métrica secundaria se fija alejado del primer extremo de la cinta métrica principal y porque un segundo extremo de la cinta métrica secundaria se fija al mandril en un punto distinto al punto del primer extremo de la cinta métrica principal.
- 40
- Ventajosamente, la estructura desplegable comprende al menos dos rodillos montados uno frente al otro en la periferia del mandril, estando los rodillos en contacto con la cinta métrica principal, siendo los rodillos y el árbol fijos, disponiendo el mandril de un grado de libertad de rotación alrededor del eje Z, siendo los rodillos aptos para guiar las cintas métricas principales.
- 45
- Ventajosamente, los rodillos son rodillos calentadores.
- La invención se comprenderá mejor y aparecerán otras ventajas tras la lectura de la siguiente descripción detallada de un modo de realización dado como ejemplo, descripción ilustrada por el dibujo adjunto en el que:
- 50
- la figura 1 ilustra con tres esquemas, en sección en un plano perpendicular al eje Z, el despliegue de una cinta métrica principal según la invención,
 - la figura 2 representa una primera variante de la estructura desplegable de dos cintas métricas en configuración semidesplegada y desplegada según la invención,
 - la figura 3 representa una segunda variante de la estructura desplegable de dos cintas métricas en configuración semidesplegada y desplegada según la invención,

- la figura 4 representa una tercera variante de la estructura desplegable de dos cintas métricas en configuración semidesplegada y desplegada según la invención,
- la figura 5 representa el pandeo de la cinta métrica secundaria para obtener el rebobinado de la cinta métrica principal,
- 5 - la figura 6 representa otra variante de la estructura desplegable de dos cintas métricas en configuración semidesplegada y desplegada según la invención,
- la figura 7 representa les etapas del procedimiento de empotramiento replegable según la invención.

Para mayor claridad, los mismos elementos llevarán las mismas referencias en las diferentes figuras.

10 La figura 1 ilustra con tres esquemas, en sección en un plano perpendicular a un eje Z, una estructura 10 desplegable con una cinta 11 métrica principal según la invención. La estructura 10 comprende la cinta 11 métrica principal que se extiende en posición desplegada según un eje X y consta de dos extremos 81, 82. La estructura 10 comprende una cinta 61 métrica secundaria que consta de dos extremos 71, 72. La estructura 10 desplegable comprende también un mandril 13 de bobinado que se porta por un árbol 14 según el eje Z perpendicular al eje X. La cinta 11 métrica principal se enrolla alrededor del mandril 13. Un primer extremo 82 de la cinta 11 métrica principal se fija al mandril 13. Según la invención, el procedimiento de empotramiento replegable consta de las siguientes etapas:

- fijación de un primer extremo 71 de la cinta 61 métrica secundaria alejado de un segundo extremo 81 de la cinta 11 métrica principal,
- 20 • fijación de un segundo extremo 72 de la cinta 61 métrica secundaria al mandril 13 en un punto distinto al punto del primer extremo 82 de la cinta 11 métrica principal.

Una flecha 5 indica el sentido de rotación del mandril 13. En el esquema 1a, la flecha 5 gira en el sentido horario. La cinta 11 métrica principal se enrolla alrededor del mandril 13 y una parte de la cinta 11 métrica principal que comprende el extremo 81 se despliega en paralelo al eje X extendido. En el esquema 1b, el mandril 13 ha efectuado una rotación alrededor del eje Z en el sentido horario, como se indica por la flecha 5. La cinta 11 métrica principal se despliega más según el eje X. La cinta 61 métrica secundaria permanece enrollada, sus dos extremos 71, 72 fijándose respectivamente al extremo 81 de la cinta 11 métrica principal y al mandril 13. En el esquema 1c, la cinta 11 métrica principal está completamente desplegada. La cinta 61 métrica secundaria también está en posición desplegada y forma una estructura triangular con la cinta 11 métrica principal y el mandril 13. La estructura triangular obtenida de este modo constituye una pata de fuerza, asegura una buena retención de la cinta 11 métrica principal y le confiere una buena rigidez.

La figura 2 representa una primera variante de una estructura 100 desplegable que comprende dos cintas métricas en configuración semidesplegada y desplegada según la invención. Todos los elementos de la estructura 100 desplegable de la figura 2 son idénticos a los elementos de la estructura 10 desplegable de la figura 1. Además, la estructura desplegable comprende una segunda cinta 111 métrica principal que tiene un eje de despliegue y de retracción sustancialmente paralelo al eje X extendido y se despliega en la dirección opuesta a la dirección de despliegue de la primera cinta 11 métrica principal. La segunda cinta 111 métrica principal consta de dos extremos 181, 182. La estructura 100 desplegable comprende una segunda cinta 161 métrica secundaria que consta de dos extremos 171, 172. La segunda cinta 111 métrica principal también se enrolla alrededor del mandril 13. Al igual que para la primera cinta 11 métrica principal, un primer extremo 182 de la cinta 111 métrica principal se fija al mandril 13. Y, al igual que la primera cinta 61 métrica secundaria, la segunda cinta 161 métrica secundaria se enrolla, sus dos extremos 171, 172 fijándose respectivamente al extremo 181 de la cinta 111 métrica principal y al mandril 13. La presencia de dos cintas métricas principales permite desplegar una estructura flexible de mayor superficie a la vez que se conserva una buena retención y una buena rigidez de la estructura desplegable.

La figura 3 representa una segunda variante de una estructura desplegable de dos cintas métricas en configuración semidesplegada y desplegada según la invención. Todos los elementos de la figura 3 son idénticos a los elementos de la figura 2. En la figura 3, a diferencia de la figura 2, ya no se habla de cintas métricas secundarias, sino de patas de fuerza secundarias, puesto que ya no se trata de cintas métricas propiamente dicho. Sin embargo, las patas de fuerza consideradas contribuyen de la misma manera a formar una estructura triangular constituida por una pata de fuerza.

50 En la figura 3, las dos patas de fuerza secundarias son cuchillas planas. Una cuchilla plana en configuración desplegada ofrece una buena resistencia a la tracción, pero no ofrece ninguna resistencia a la compresión. En posición desplegada, la cuchilla 61 mejora en gran medida la rigidez del conjunto en el sentido de la rigidez más baja de la cinta métrica (par en el sentido antihorario alrededor de Y). La cuchilla 161 opuesta mejora en gran medida la rigidez del conjunto en el sentido de mejor rigidez opuesta de la cinta métrica (par en el sentido horario alrededor de Y).

55 Ofrece, por el contrario, una mejor capacidad de almacenamiento que una cinta métrica debido a que una sección muy pequeña es generalmente suficiente para retomar las cargas de tensión.

Con el fin de ganar en volumen en posición almacenada y facilitar el bobinado, se puede, por lo tanto, contemplar

utilizar cables, cuchillas planas o bandas flexibles para sustituir las cintas métricas. Sin embargo, éstos funcionan únicamente en tensión. Por lo tanto, es necesario que éstos funcionen en par y que se pongan en oposición usando la rigidez de la cinta métrica principal. En efecto, cuando se aplica un par en la cinta métrica principal, una banda flexible retiene la fuerza, si se aplica un par en el otro sentido, actúa la banda flexible opuesta.

5 Las cintas métricas secundarias constituyen un sistema de triangulación en la cinta 11 métrica.

La figura 4 representa una tercera variante de una estructura desplegable de dos cintas métricas en configuración almacenada, semidesplegada y desplegada, según la invención. Todos los elementos de la figura 4 son idénticos a los elementos de la figura 2. En la figura 4, el primer extremo 82 de la cinta 11 métrica principal se fija al centro del mandril 13. Asimismo, el primer extremo 182 de la cinta 11 métrica principal se fija al centro del mandril 13. Las dos cintas 61, 161 métricas secundarias se enrollan, sus dos extremos 71, 72 y 171, 172 respectivamente fijándose al extremo 81, respectivamente 181 de las cintas métricas principales 11 y 111 y al mandril 13. Como se explicó anteriormente, la presencia de dos cintas métricas principales permite desplegar una estructura flexible de mayor superficie a la vez que se conserva una buena retención y una buena rigidez de la estructura desplegable con las dos patas de fuerza. Además, esta configuración, además de ofrecer una gran superficie de estructura flexible en posición desplegada, tiene la ventaja de no ser voluminosa en posición almacenada. Por otra parte, como las cintas métricas principales 11, 111 se enrollan alrededor del mandril 13 y se fijan a su centro, hay una gran estabilidad del conjunto y una gran rigidez de empotramiento. Además, el mandril 13 no se coloca en el extremo de la estructura una vez que las cintas métricas principales 11, 111 se desenrollan. Esta característica tiene un papel importante en la rigidez de la estructura.

20 Se observa, no obstante, que la figura 4 presenta dos cintas métricas principales 11 y 111, pero la invención se aplica igualmente en el caso de la figura con una sola cinta métrica principal fijada al mandril entre sus dos extremos.

La figura 5 representa el pandeo de la cinta 61 métrica secundaria para obtener el rebobinado de la cinta 11 métrica principal. La cinta 11 métrica principal comprende dos caras 15, 16. El primer extremo 71 de la cinta 61 métrica secundaria se fija a una primera cara 16 del segundo extremo 81 de la cinta 11 métrica principal. El plegado de la pata de fuerza compuesta por la cinta 61 métrica puede realizarse por el pandeo de ésta. El pandeo puede obtenerse por la aplicación de una fuerza en el centro de la cinta métrica secundaria y normal a ésta. Procediendo de este modo, la cinta 61 métrica secundaria pandea, es decir, ya no forma una estructura triangular con la cinta 11 métrica principal y el mandril 13. La parte de la cinta 61 métrica secundaria situada entre los dos extremos 71 y 72 se acerca al mandril y tiene a rebobinarse. El pandeo iniciado de este modo permite el bobinado de la estructura. Debido a la fijación del extremo 71 de la cinta 61 métrica secundaria al extremo 81 de la cinta 11 métrica principal, la cinta 11 métrica principal ya no está en su posición completamente desplegada. Por lo tanto, puede rebobinarse.

La fuerza aplicada perpendicularmente al eje principal de la cinta 61 métrica principal puede ser una fuerza aplicada manualmente o por motor.

35 Generalmente, en uso real, la estructura 10 desplegable solo se usa para un único despliegue. No obstante, surgen nuevas necesidades de la misión. En particular, la transferencia o remolque de satélite de una órbita baja hacia una órbita alta. Durante el atraque, para controlar el vehículo de transferencia, se requiere la menor inercia posible, es decir, que la presencia de estructuras desplegables de grandes dimensiones no es favorable. Es necesario evitar también cualquier la interferencia con los satélites que tratamos de atracar. Debido a esto, es preferente enrollar las estructuras desplegables. Cuando el satélite está enganchado, se puede desplegar de nuevo la estructura.

40 Una alternativa a la aplicación de una fuerza en la cinta 11 métrica principal también se presenta en la figura 5. En la figura 5, una pieza 25 se coloca en el mandril 13. La pieza 25 es móvil en rotación alrededor del eje Z. A esta pieza 25 se fija una cuchilla o un cable 26 flexible, que conecta la pieza 25 a la cinta 61 métrica secundaria. Una rotación de la pieza 25 en el sentido que corresponde al sentido de retracción de la cinta métrica principal, desplaza la cinta 61 métrica secundaria hacia el mandril 13 e inicia, de este modo, el pandeo. La pieza 25 hace tope en seguida en el mandril 13 y provoca de este modo a este último, permitiendo el bobinado de la cinta 11 métrica principal, sin que la cinta 61 métrica secundaria forme ya una estructura triangular con la cinta 11 métrica principal y el mandril 13. Como se explicó anteriormente, la parte de la cinta 61 métrica secundaria situada entre los dos extremos 71 y 72 se acerca al mandril y tiene a rebobinarse. Debido a la fijación del extremo 71 de la cinta 61 métrica secundaria al extremo 81 de la cinta 11 métrica principal, la cinta 11 métrica principal ya no está en su posición completamente desplegada. Por lo tanto, puede rebobinarse.

La figura 6 representa una variante de dos cintas métricas de una estructura 300 desplegable en configuración semidesplegada y desplegada según la invención. Todos los elementos de la figura 6 son idénticos a los elementos de la figura 4. En la figura 6, la estructura 300 desplegable comprende, además, al menos dos rodillos 20, 21 montados uno frente al otro en la periferia del mandril 13. Los rodillos 20, 21 están en contacto con las cintas métricas 11, 111. Los rodillos 20, 21 y el árbol 14 son fijos, el mandril 13 dispone de un grado de libertad de rotación alrededor del eje Z. Los rodillos 20, 21 son aptas para guiar las cintas métricas principales. Los rodillos 20, 21 aseguran una función de guía de las cintas métricas 11, 111. Los dos rodillos 20, 21 permiten, en particular, asegurar un bobinado correcto de las cintas métricas 11, 111 alrededor del mandril 13 durante una fase de retracción y permiten poder replegar la cinta métrica durante el vuelo, por ejemplo, cuando la estructura flexible se

monta en un satélite.

5 Para regular el despliegue de las cintas métricas, es posible calentar el mandril 13. Ventajosamente, los rodillos 20, 21 pueden ser rodillos calentadores. Los rodillos calentadores permiten calentar localmente en dos puntos, ventajosamente diametralmente opuestos, las cintas métricas, provocando de este modo su despliegue e igualmente la rotación del mandril 13 que puede, por lo tanto, calentar la sección de cinta métrica puesta entonces en contacto con los rodillos 20, 21, como se representa esquemáticamente en la figura 6b, indicando las flechas la rotación alrededor del eje Z. El calentamiento local por los rodillos calentadores permite obtener un despliegue regulado de la estructura. Además, como el calentamiento es local, esta configuración es energéticamente económica puesto que no necesita calentar el conjunto de la cinta métrica y/o mandril. Esta característica es particularmente interesante para un uso en satélite.

10 La figura 7 representa las etapas del procedimiento de empotramiento replegable según la invención. El procedimiento comprende las etapas siguientes:

- fijación puntual del segundo extremo 81 de la cinta 11 métrica principal, etapa 401
- 15 • fijación del primer extremo 71 de la cinta 61 métrica secundaria alejado de un primer extremo 82 de la cinta 11 métrica principal, etapa 402
- fijación de un segundo extremo 72 de la cinta 61 métrica secundaria al mandril 13, etapa 403
- despliegue simultáneo de la cinta métrica principal sustancialmente en paralelo al eje X y de la cinta métrica secundaria, etapa 404
- 20 • formación de una estructura triangular entre la cinta métrica principal, la cinta métrica secundaria y el mandril, etapa 405.

Cabe señalar igualmente la simplicidad de ensamblaje, así como un control y reproducibilidad del par en el momento del despliegue y retracción de las cintas métricas.

25 La invención puede aplicarse a las cintas métricas híbridas, constituidas por una primera estructura motriz (por ejemplo, de fibra de carbono) que permite el despliegue de la cinta métrica y por una parte reguladora termoelástica que favorece o limita el despliegue en función de la temperatura que se le aplica. Usar un fenómeno natural de cambio de viscosidad de un material termoplástico (o de un material que tiene una temperatura de transformación sustancialmente inferior a la temperatura de transformación del material de la cinta motora) por la temperatura garantiza una buena fiabilidad y una reproducibilidad del despliegue.

30 La invención presenta una simplicidad de ensamblaje, con pocas piezas que montar. El desenrollado de la cinta métrica se controla bien. En efecto, la cinta métrica puede guiarse por los rodillos 20, 21 y, se calienta localmente en el caso en el que los rodillos 20, 21 sean calentadores, permitiendo de este modo regular el despliegue.

Finalmente, el apilamiento es autónomo ya que se obtiene por la biestabilidad de la cinta métrica híbrida con sus dos posiciones estables (enrollada y desplegada).

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de empotramiento replegable de cinta métrica para una estructura desplegable, que comprende una cinta (11) métrica principal que se extiende en posición desplegada según un eje X y que consta de dos extremos (81, 82), una cinta (61) métrica secundaria que consta de dos extremos (71, 72) y un mandril (13) de bobinado soportado por un árbol (14) según un eje Z perpendicular al eje X, enrollándose la cinta (11) métrica principal alrededor del mandril (13), fijándose un primer extremo (82) de la cinta (11) métrica principal al mandril (13), **caracterizado porque** consta de las siguientes etapas:
- 10 • fijación de un primer extremo (71) de la cinta (61) métrica secundaria a la cinta (11) métrica principal alejado del primer extremo (82) de la cinta (11) métrica principal,
 - fijación de un segundo extremo (72) de la cinta (61) métrica secundaria al mandril (13) en un punto distinto al punto del primer extremo (82) de la cinta (11) métrica principal, para formar en posición desplegada de la cinta (11) métrica principal una estructura triangular entre la cinta (11) métrica principal, la cinta (61) métrica secundaria y el mandril (13).
- 15 2. Procedimiento de empotramiento replegable según la reivindicación 1, **caracterizado porque** consta previamente de una etapa de fijación puntual de un segundo extremo (81) de la cinta (11) métrica principal.
3. Procedimiento de empotramiento replegable según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** consta de las siguientes etapas:
- 20 • despliegue simultáneo de la cinta (11) métrica principal sustancialmente en paralelo con el eje X y de la cinta (61) métrica secundaria,
 - formación de una estructura triangular entre la cinta (11) métrica principal, la cinta (61) métrica secundaria y el mandril (13).
4. Procedimiento de empotramiento replegable según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** consta, además, de una etapa de rebobinado de la cinta (11) métrica principal y **porque** el rebobinado de la cinta (11) métrica principal se obtiene por pandeo de la cinta (61) métrica secundaria.
- 25 5. Procedimiento de empotramiento replegable según la reivindicación 4, comprendiendo la cinta (11) métrica principal dos caras (15, 16), **caracterizado porque** el primer extremo (71) de la cinta (61) métrica secundaria se fija a una primera cara (16) del segundo extremo (81) de la cinta (11) métrica principal y **porque** el pandeo de la cinta (61) métrica secundaria se obtiene por aplicación de una fuerza en el centro de la cinta (61) métrica secundaria y normal en la cinta (61) métrica secundaria.
- 30 6. Procedimiento de empotramiento replegable según la reivindicación 5, **caracterizado porque** la fuerza se aplica entre el primer extremo (71) de la cinta (61) métrica secundaria y el segundo extremo (81) de la cinta (11) métrica principal.
7. Procedimiento de empotramiento replegable según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** consta, además, de una etapa de fijación del primer extremo (82) de la cinta (11) métrica principal al centro del mandril (13).
- 35 8. Procedimiento de empotramiento replegable según la reivindicación 7, comprendiendo la estructura desplegable al menos dos rodillos (20, 21) montados uno frente al otro en la periferia del mandril (13), estando los rodillos (20, 21) en contacto con la cinta (11) métrica principal, disponiendo los rodillos (20, 21) y el árbol (14) de un grado de libertad de rotación alrededor del eje Z, uno en relación con el otro, **caracterizado porque** consta de las siguientes etapas:
- 40 • guía local de la cinta (11) métrica principal por los rodillos (20, 21),
 - despliegue de la cinta (11) métrica principal en una dirección sustancialmente paralela al eje X.
9. Procedimiento de empotramiento replegable según la reivindicación 8, los rodillos siendo rodillos calentadores, **caracterizado porque** consta previamente de una etapa de calentamiento local de la cinta (11) métrica principal por los rodillos (20, 21) calentadores.
- 45 10. Estructura desplegable que comprende una cinta (11) métrica principal que se extiende en posición desplegada según un eje X y que consta de dos extremos (81, 82), una cinta (61) métrica secundaria que consta de dos extremos (71, 72) y un mandril (13) de bobinado soportado por un árbol (14) según un eje Z perpendicular al eje X, enrollándose la cinta (11) métrica principal alrededor del mandril (13), fijándose un primer extremo (82) de la cinta (11) métrica principal al mandril (13), **caracterizada porque** un primer extremo (71) de la cinta (61) métrica secundaria se fija a la cinta (11) métrica principal alejado del primer extremo (82) de la cinta (11) métrica principal y **porque** un segundo extremo (72) de la cinta (61) métrica secundaria se fija al mandril (13) en un punto distinto al punto del primer extremo (82) de la cinta (11) métrica principal, para formar en posición desplegada de la cinta (11) métrica principal una estructura triangular entre la cinta (11) métrica principal, la cinta (61) métrica secundaria y el mandril (13).
- 50

- 5 11. Estructura desplegable según la reivindicación 10, **caracterizada porque** comprende al menos dos rodillos (20, 21) montados uno frente al otro en la periferia del mandril (13), **porque** los rodillos (20, 21) están en contacto con la cinta (11) métrica principal, **porque** los rodillos (20, 21) y el árbol (14) son fijos, disponiendo el mandril (13) de un grado de libertad de rotación alrededor del eje Z, siendo los rodillos (20, 21) aptos para guiar las cintas (11, 111) métricas principales.
12. Estructura desplegable según la reivindicación 11, **caracterizada porque** los rodillos (20, 21) son rodillos calentadores.

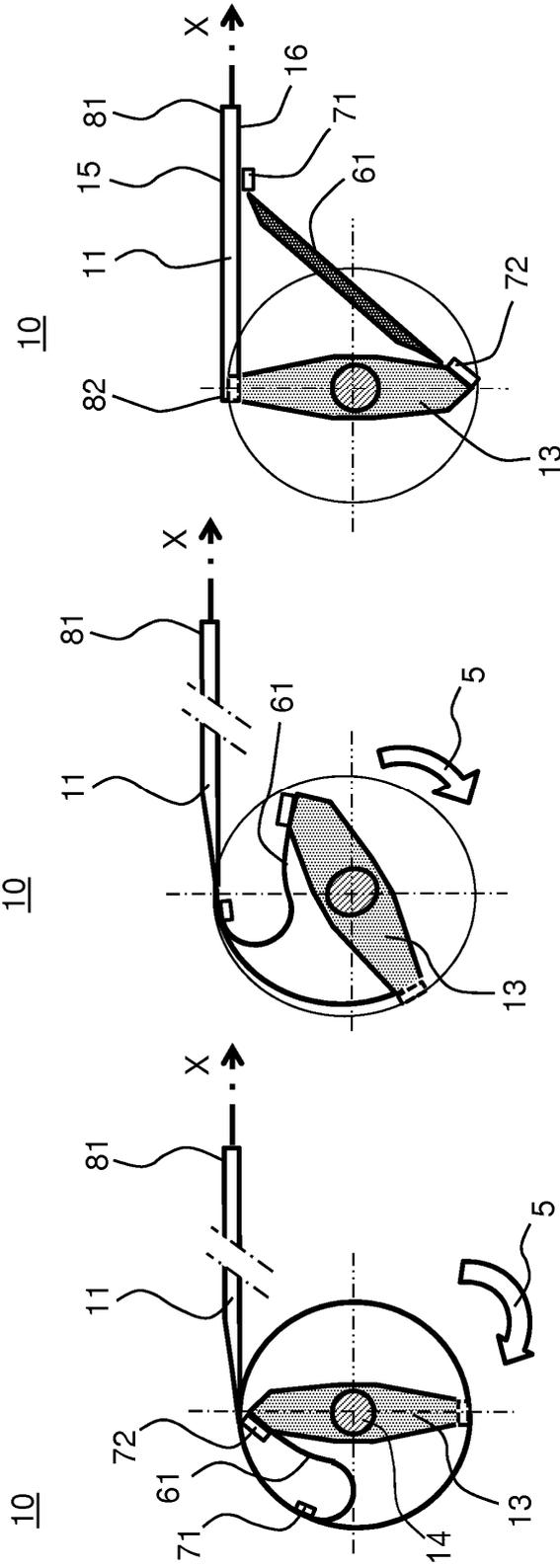


FIG.1a

FIG.1b

FIG.1c

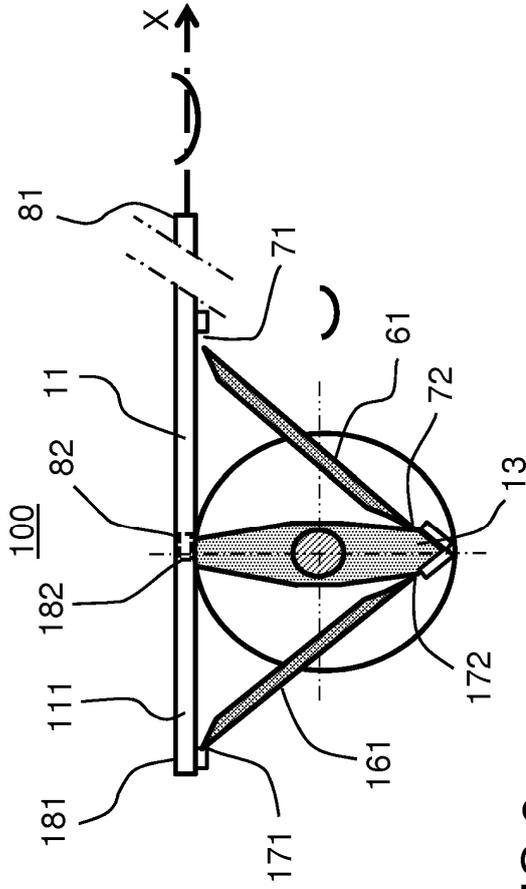


FIG. 2

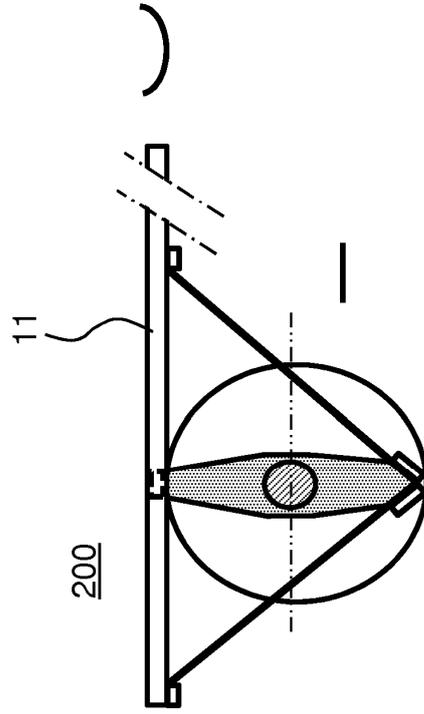
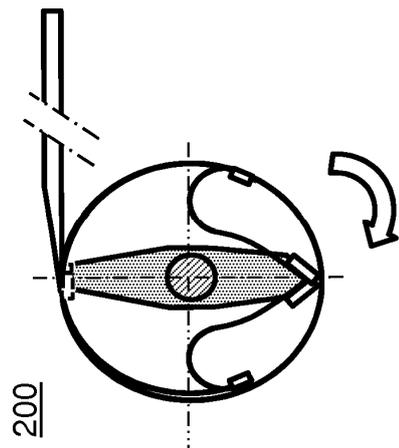
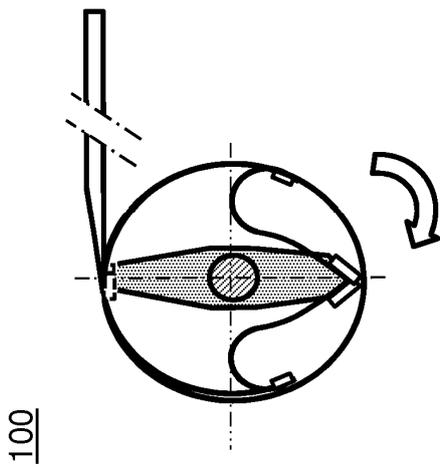


FIG. 3



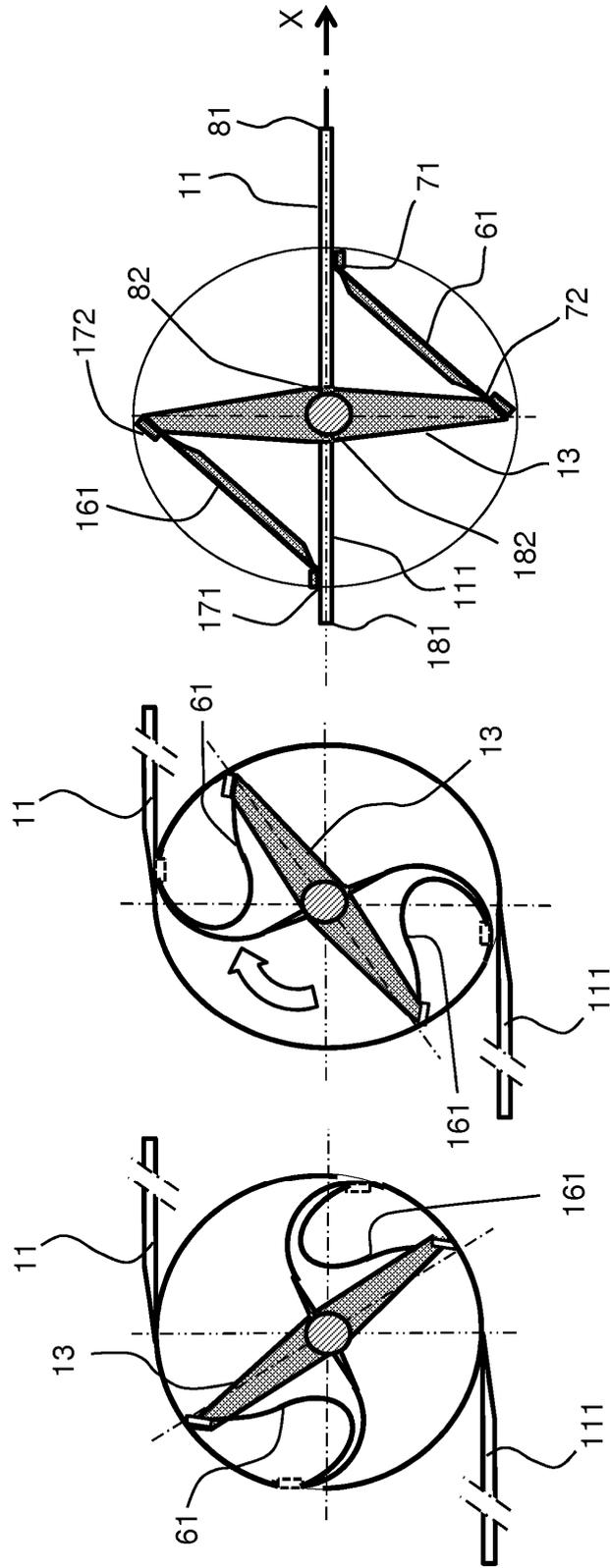


FIG.4

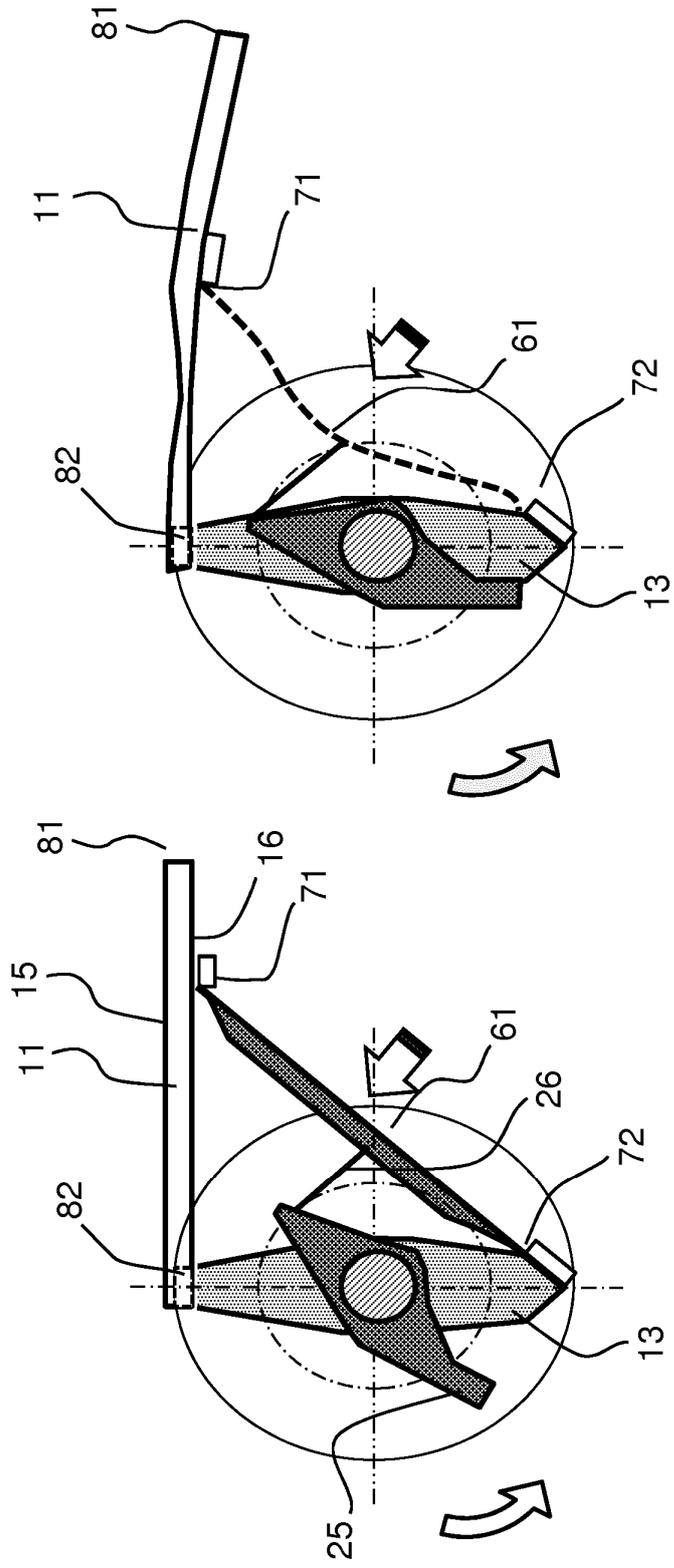


FIG.5

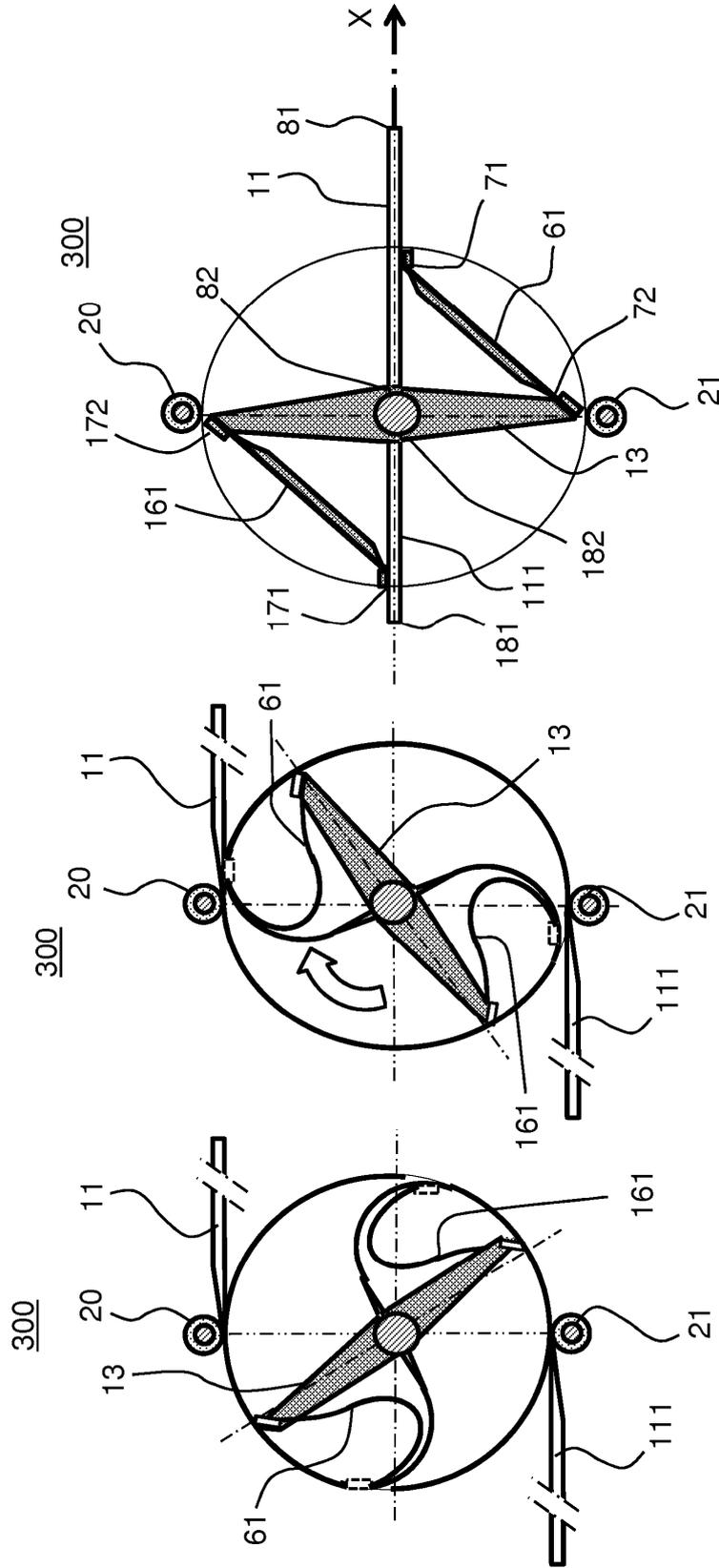


FIG. 6

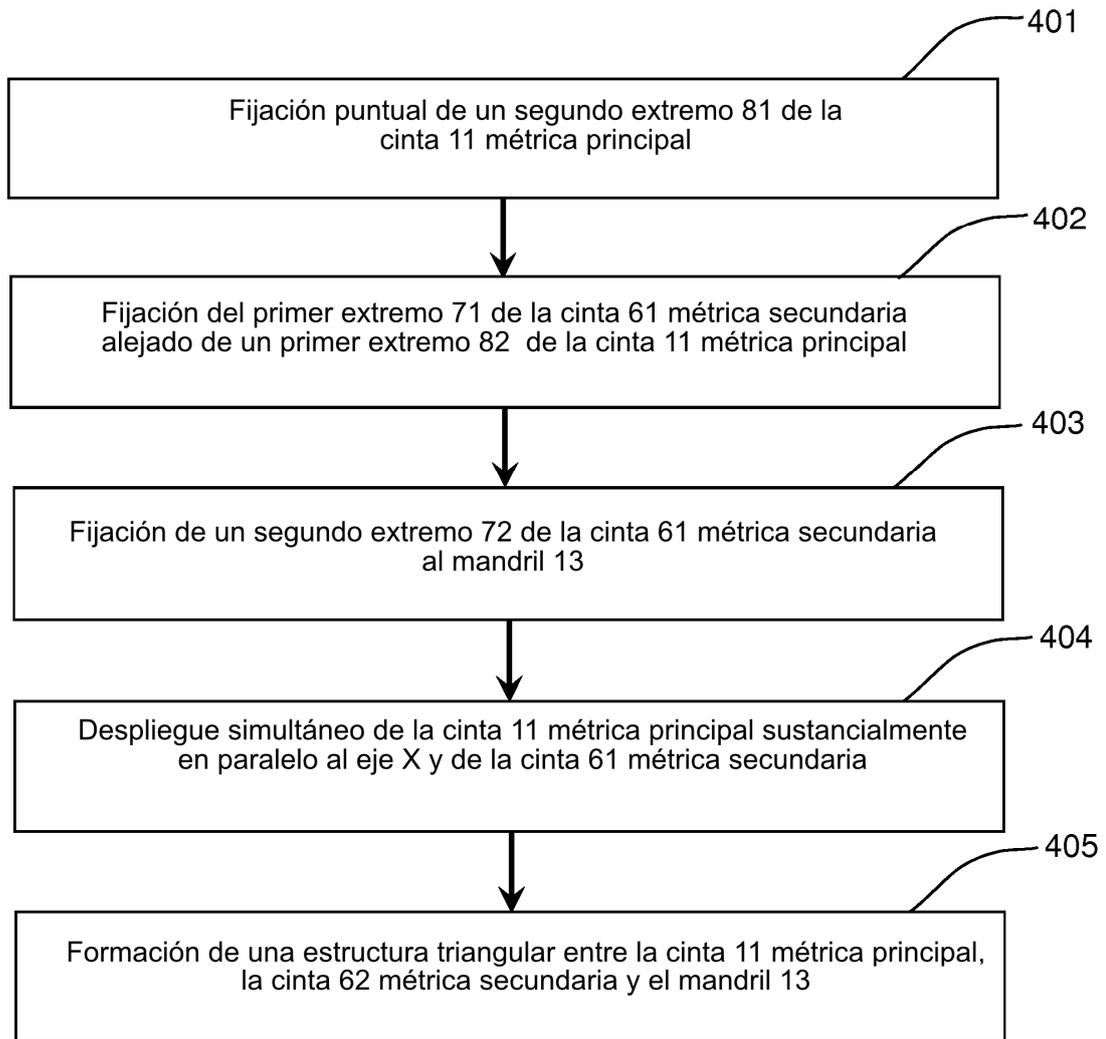


FIG.7