

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 628 484**

51 Int. Cl.:

B64G 1/22 (2006.01)

F16M 11/38 (2006.01)

H01Q 1/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.08.2015** **E 15182588 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2017** **EP 2993131**

54 Título: **Mástil desplegable de despliegue espontáneo autónomo y satélite que incluye al menos dicho mástil**

30 Prioridad:

05.09.2014 FR 1401992

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

03.08.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BAUDASSE, YANNICK;
VEZAIN, STÉPHANE;
LACROIX, ROBAIN y
GUINOT, FRANÇOIS**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 628 484 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

Mástil desplegable de despliegue espontáneo autónomo y satélite que incluye al menos dicho mástil

5 La presente invención se refiere a un mástil desplegable de despliegue espontáneo autónomo y a un satélite que incluye al menos un mástil de ese tipo. Se aplica principalmente al campo de los equipos espaciales que deben desplegarse en órbita y más particularmente a los equipos espaciales para satélites, tales como unos captadores o unas antenas o unos instrumentos de distancia focal larga tales como unos telescopios, por ejemplo.

10 Un mástil desplegable destinado a unir dos equipos espaciales alejados varios metros tal como se divulga en el documento EP 1 676 776 está constituido generalmente por una pluralidad de segmentos de mástil apilados unos encima de otros, articulados entre sí y cuyo despliegue está motorizado. Cada segmento de mástil está compuesto generalmente por varias vigas rígidas articuladas por unas bisagras y bloqueadas por unos cerrojos. Este tipo de mástil presenta el inconveniente de necesitar la utilización de un motor para el despliegue y presenta un gran problema de masa y de fiabilidad de las articulaciones. Además, al ser rígidas las vigas, el mástil ocupa, en posición almacenada, un volumen importante bajo la ojiva de un lanzador. Al ser limitado el espacio asignado a las estructuras desplegables bajo la ojiva de un lanzador, es importante reducir el volumen del mástil cuando está en posición almacenada, de manera que se optimice la superficie en posición desplegada. De ese modo, el mástil debe presentar una relación longitud desplegada/volumen apilado lo más alta posible mientras se asegura una masa reducida, una estabilidad y una rigidez del mástil en posición desplegada suficientemente elevadas para ser compatibles con unas aplicaciones espaciales.

20 Del objeto de la invención el realizar un mástil desplegable que no incluya los inconvenientes de los mástiles desplegables existentes, que presente la ventaja de ser poco voluminoso, ligero, simple de realizar, que presente una optimización del volumen del mástil cuando está almacenado bajo la ojiva de un lanzador, que permita un despliegue fiable en órbita sobre una gran longitud y el control del despliegue sin utilización de un motor y que permita una rigidez y una estabilidad del mástil cuando está desplegado.

25 Para ello, la invención se refiere a un mástil desplegable de despliegue espontáneo autónomo que incluye al menos un bloque estructural elemental que tiene un eje X de despliegue longitudinal, incluyendo el bloque estructural elemental dos plataformas respectivamente inferior y superior paralelas a un plano YZ ortogonal al eje X y N etapas apiladas unas encima de otras paralelamente al eje X de despliegue longitudinal, en donde N es superior a 1 y donde i está comprendido entre 1 y N-1. Cada etapa incluye al menos seis brazos de enlace longitudinales flexibles articulados por resortes de cinta métrica, que en posición desplegada están en unos planos paralelos al eje X y están inclinados sobre el eje X; las N etapas se fijan entre sí de dos en dos por medio de plataformas de enlace paralelas al plano YZ, estando desfasadas angularmente dos etapas inferior y superior contiguas relativamente entre sí por un giro alrededor del eje X de despliegue. El mástil incluye unos medios de regulación de la velocidad de despliegue del mástil que comprenden por ejemplo una polea principal motorizada fijada a la plataforma inferior, y unas poleas secundarias no motorizadas adecuadas para ser arrastradas por la polea principal por medio de al menos un cable o de una cinta.

Las poleas secundarias pueden fijarse a la plataforma superior y a cada plataforma de enlace con un mismo cable o cinta que une las poleas secundarias de las diferentes plataformas a la polea principal.

40 Según una alternativa, las poleas secundarias se fijan a la plataforma inferior, la polea principal está escalonada e incluye tantas etapas como poleas secundarias, y los medios de regulación de la velocidad comprenden tantos cables o cintas como poleas secundarias, respectivamente fijas a la plataforma superior y a cada plataforma de enlace.

Según otra alternativa, las poleas secundarias se fijan a la plataforma inferior, la polea principal está escalonada e incluye tantas etapas como poleas secundarias, y los medios de regulación de la velocidad comprenden tantos cables o cintas como poleas secundarias, respectivamente fijas a la plataforma superior solamente.

45 Según una característica de la invención, se fijan dos etapas contiguas respectivamente inferior y superior, entre sí mediante una plataforma de enlace común a las dos etapas contiguas.

Preferentemente, cada plataforma superior, inferior y de enlace incluye unas patillas de fijación reagrupadas por pares regularmente repartidas, estando dedicada cada patilla de fijación a la fijación del extremo de un brazo de enlace.

50 Según otra característica de la invención, las patillas de fijación están orientadas hacia el exterior del mástil y para cada par de patillas de fijación, los brazos de enlace en configuración plegada están orientados con un ángulo comprendido entre 0° y 45° en el plano YZ, tangencialmente con relación a la plataforma.

55 Cada brazo de enlace presenta ventajosamente unas zonas de pliegue (= zonas articuladas por resortes de cinta métrica) y unas zonas de no pliegue de sección en arco de círculo, tales que el arco de círculo de las zonas de no pliegue sea más largo que el de las zonas de pliegue.

Las zonas de pliegue se sitúan típicamente hacia los dos extremos del brazo de enlace y en una zona intermedia, y las secciones en arco de círculo de las zonas hacia los extremos pueden estar invertidas (diametralmente opuestas) con relación a la sección de la zona intermedia.

5 Se reparten al menos tres pares de patillas de fijación alrededor de las plataformas inferior y superior, se reparten al menos seis pares de patillas de fijación alrededor de cada plataforma de enlace. Cuando las plataformas son triangulares los pares de patillas de fijación se reparten generalmente en los vértices de los triángulos pero esto no es indispensable.

Todos los brazos de enlace son ventajosamente idénticos y de las mismas longitudes.

El mástil desplegable puede incluir varios bloques estructurales idénticos apilados unos encima de otros.

10 Se posiciona ventajosamente un dispositivo de enclavamiento-liberación del despliegue en cada plataforma de enlace para permitir después del despliegue de dicha plataforma, la liberación de la plataforma contigua que es superior a ella.

15 Los extremos del brazo de enlace bajo la forma de resortes de cinta métrica tienen un perfil que varía según la posición desplegada o plegada de los brazos de enlace; según una característica de la invención, el dispositivo de enclavamiento-liberación incluye unos medios de enclavamiento-liberación en función de dicho perfil.

La invención tiene también por objeto un satélite caracterizado porque incluye al menos un mástil desplegable de despliegue espontáneo autónomo tal como se ha descrito anteriormente.

Surgirán otras características y ventajas de la invención con la lectura de la descripción detallada que sigue, realizada a modo de ejemplo no limitativo y con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

20 la figura 1 representa esquemáticamente un ejemplo de mástil según la invención de seis etapas, en posición desplegada,
la figura 2 representa esquemáticamente en perspectiva un ejemplo de mástil según la invención de tres etapas en curso de despliegue,
25 las figuras 3 representan esquemáticamente un ejemplo de mástil según la invención en posición almacenada, vista en perspectiva (fig. 3a) y visto desde arriba (fig. 3b),
las figuras 4 representan esquemáticamente en perspectiva unos ejemplos de brazos de enlace equipados con resortes de cinta métrica según la invención, de sección continua (figs. 4a y 4b), y unas secciones evolutivas mostradas en configuraciones plegada y desplegada (figs. 4c y 4d),
30 las figuras 5 representan esquemáticamente visto en sección un primer ejemplo de medios de regulación de la velocidad del despliegue de un mástil según la invención de cuatro etapas, en configuración almacenada (fig. 5a) y en curso de despliegue (fig. 5b), para un despliegue sincronizado de las diferentes etapas del mástil,
la figura 6 representa esquemáticamente visto en sección un segundo ejemplo de medios de regulación de la velocidad del despliegue del mástil según la invención de cuatro etapas, en curso de despliegue, para un despliegue sincronizado de las diferentes etapas del mástil,
35 las figuras 7 representan esquemáticamente visto en sección un ejemplo de medios de regulación de la velocidad de despliegue del mástil según la invención, de cuatro etapas, en configuración almacenada (fig. 7a), en curso de despliegue (figs. 7b y 7c) y desplegado (fig. 7d), para un despliegue secuencial de las diferentes etapas del mástil.

De una figura a otra, los mismos elementos se referencian con las mismas referencias.

40 En lo que sigue de la descripción, las expresiones "inferior", "superior", "bajo", "alto" se utilizan con referencia a la orientación de las figuras descritas. En la medida en la que el dispositivo puede posicionarse según otras orientaciones, la terminología direccional está indicada a modo de ilustración y no es limitativa.

45 La figura 1 ilustra un ejemplo de mástil desplegable de acuerdo con la invención, en posición desplegada según un eje X de despliegue longitudinal, incluyendo el mástil un bloque estructural elemental de varias etapas. Un bloque 10 estructural elemental está constituido al menos por una plataforma 13 inferior, una plataforma 12 superior, una o varias plataformas 15 de enlace y N etapas $E_1, \dots, E_i, E_{i+1}, \dots, E_N$, en las que N es un número entero superior a uno e i está comprendido entre 1 y N-1 incluidos, apiladas unas encima de otras paralelamente al eje X de despliegue longitudinal y fijadas rígidamente entre sí de dos en dos. Dos etapas contiguas E_i y E_{i+1} pueden fijarse entre sí por medio de una plataforma 15 de enlace común a las dos etapas contiguas. Las dos plataformas 13 inferior y 12 superior y las plataformas 15 de enlace son paralelas a plano YZ ortogonal al eje X; son rígidas y tienen una forma preferentemente simétrica alrededor del eje X tal que como por ejemplo una forma de disco o de anillo, o pueden tener un contorno periférico poligonal (triangular por ejemplo tal como se muestra en las figuras) o circular.

55 Una etapa del bloque 10 estructural elemental incluye al menos seis brazos de enlace equipados con resortes de cinta métrica (en inglés: tape-spring) 11 que desplegados se extienden en unos planos paralelos al eje X, y cuyos extremos se fijan respectivamente a la plataforma 12 superior, o una plataforma 13 inferior o a una plataforma 15 de enlace. Los resortes de cinta métrica son todos idénticos, todos tienen la misma longitud y la misma forma. Cada

5 brazo de enlace equipado con resorte de cinta métrica incluye un extremo inferior fijado rígidamente a una plataforma de una etapa inferior E_i y un extremo superior fijado rígidamente a una plataforma de una etapa superior E_{i+1} contigua a la etapa inferior E_i . Con este fin, cada plataforma superior e inferior y cada plataforma de enlace incluye unas patillas 14 de fijación repartidas sobre su periferia, estando dedicada cada patilla de fijación a la fijación de un extremo de un brazo de enlace equipado con un resorte de cinta métrica.

Es posible incrementar la longitud del mástil apilando varios bloques estructurales elementales unos encima de otros.

10 El presente solicitante ha descrito en la Solicitud de Patente EP 14160636.8 un mástil desplegable de despliegue espontáneo autónomo que incluye las plataformas unidas entre sí por al menos tres resortes de cinta métrica. En posición desplegada, los resortes de cinta métrica son paralelos al eje X del mástil y en posición agrupada están plegados de dos en dos en el sentido de la longitud radialmente hacia el interior del mástil o hacia el exterior. Esta estructura ofrece sin embargo algunos problemas de estabilidad durante el despliegue: las cintas pueden desplegarse de una manera no sincronizada y no regular debido a la posición y la orientación de las cintas. En el despliegue, la orientación de las cintas no permite oponer resistencia a la torsión.

15 Según la invención, en posición desplegada los brazos de enlace articulados por resortes de cinta métrica están en unos planos paralelos a la dirección X de despliegue, pero como se ilustra en la figura 2, no se despliegan paralelamente al eje X del mástil; desplegados están inclinados con relación a X como se puede ver en la figura 1. Esta inclinación permite a los brazos de enlace equipados con resortes de cinta métrica recuperar las cargas y los momentos aplicados sobre las plataformas bajo la forma de una fuerza según su eje de despliegue (es decir según su propia fibra neutra) lo que es más favorable en términos de recuperación de la carga. Entre dos plataformas contiguas, y cuando se despliegan, forman pares de figuras que se asemejan a unas V y/o a unas V invertidas, pudiendo ser la punta de las V más o menos puntiaguda según la separación de las patillas de fijación de los extremos de los brazos de enlace. Cuanto más reducida es esta separación más directo es la transmisión del esfuerzo, lo que permite equilibrar el empuje de los brazos de enlace equipados con resortes de cinta métrica y también incrementar la rigidez. En configuración agrupada (o almacenada) mostrada en las figuras 3a y 3b, los brazos de enlace equipados con cintas no están plegados radialmente; están plegados de dos en dos según su longitud hacia el exterior y cada cinta plegada forma típicamente con una de las dos plataformas a las que está fijada, un ángulo α comprendido entre 0° y 45° , lo que ofrece una mejor estabilidad de despliegue y es menos voluminoso. El ángulo α se define por la dirección de un brazo de enlace plegado con relación a la tangente de un círculo que pasa en un plano YZ por las zonas de anclaje de las patillas de fijación. Este ángulo α se determina típicamente en función de la longitud del mástil, de su volumen en configuración almacenada y de la rigidez deseada.

20 Los resortes de cinta métrica son conocidos en el campo espacial como unas cintas o unas láminas flexibles que tienen una primera cara 114 convexa, una segunda cara 115 cóncava y que tienen una sección en arco de círculo de radio de curvatura R, como se ha representado por ejemplo en las figuras 4a y 4b. Los resortes de cinta métrica tienen una tendencia natural a desplegarse longitudinalmente de manera autónoma, esencialmente gracias a su energía elástica propia, sin utilización de un motor.

25 En el marco de la invención, se pueden utilizar unos brazos de enlace equipados con resortes de cinta métrica comerciales de sección constante en toda la longitud del resorte de cinta métrica. Como se han mostrado en las figuras 4c y 4d para cada caso con el brazo de enlace en configuración plegada y desplegada, se pueden utilizar también unos resortes de cinta métrica que tienen una sección evolutiva en su longitud con el fin de optimizar los rendimientos; típicamente la necesidad de sección en arco de círculo no es indispensable más que en las zonas de los pliegues. Cada brazo de enlace presenta unas zonas 112 de pliegue articuladas por resortes de cinta métrica, que se sitúan hacia los dos extremos 111 y una zona intermedia, y unas zonas 113 de no pliegue. Según un modo de realización de la invención, las zonas 113 de no pliegue presentan una sección en arco de círculo más larga que el ángulo del círculo de las zonas 112 de pliegue como se muestra en la figura 4d, y que puede ser máxima formando entonces un círculo completo que define entonces unas zonas tubulares como se muestra en las figuras 4c: esto favorece la resistencia a la oscilación. Además, las secciones en arco de círculo de las zonas de pliegue los extremos 111 pueden invertirse con relación a la sección de la zona intermedia de pliegue como se muestra en la figura 4c: se obtiene de ese modo una misma fuerza de despliegue en todas las zonas plegadas. Cuando las secciones en arco de círculo son idénticas para todas las zonas de pliegue, se obtienen unas fuerzas de despliegue diferentes según las zonas plegadas. En el ejemplo de la figura 4d, el brazo de enlace incluye un resorte de cinta métrica en toda su longitud.

30 Los resortes de cinta métrica pueden orientarse de manera que presenten su cara cóncava orientada hacia el exterior del mástil, pero es posible igualmente orientarlos en sentido contrario de manera que presenten su cara cóncava orientada hacia el interior del mástil.

35 Se hace referencia a la figura 1. Cada etapa incluye al menos seis brazos 11 de enlace equipados con resortes de cinta métrica que se extienden en posición desplegada, en unos planos paralelos al eje X de despliegue longitudinal e inclinados con relación al eje X, equipados los seis brazos 11 de enlace con resortes de cinta métrica 11 que incluyen dos extremos opuestos respectivamente fijados sobre unas plataformas 15 de enlace o sobre la plataforma

12 superior o sobre la plataforma 13 inferior. Para asegurar la fijación de los extremos de los brazos 11 de enlace de las dos etapas contiguas E_i , E_{i+1} , el número de patillas 14 de fijación de cada plataforma 15 de enlace es dos veces mayor que el número de brazos 11 de enlace de una etapa E_i del bloque 10 estructural elemental. De ese modo, en el caso de que cada etapa E_i del bloque estructural elemental incluye seis brazos 11 de enlace, cada plataforma 15 de enlace incluye doce patillas de fijación reagrupadas en seis pares preferentemente repartidos de modo regular alrededor de la plataforma: tres pares sobre los que se fijan respectivamente seis brazos 11 de enlace de la etapa inferior E_i y tres pares sobre los que se fijan respectivamente seis brazos 11 de enlace de la etapa superior E_{i+1} . Preferentemente estos seis pares se reagrupan a su vez en tres cuartetos 141 de patillas de fijación que se pueden ver en la figura 3b. Una etapa que incluya ocho brazos de enlace incluirá dos veces cuatro pares de patas de fijación, preferentemente reagrupadas en cuatro cuartetos, etc.

Las patillas 14 de fijación están realizadas de manera que se extiendan hacia el exterior del bloque 10 estructural elemental y por tanto hacia el exterior del mástil. Son solidarias con cada plataforma de enlace y se montan típicamente sobre la periferia externa de cada plataforma.

Estas patillas de fijación pueden fijarse directamente a la plataforma. Las patillas 14 de fijación solidarias con cada plataforma 15 de enlace pueden situarse en el plano YZ de la plataforma 15 de enlace correspondiente o inclinarse con relación al plano YZ de esta plataforma, estando orientada la inclinación en unos sentidos opuestos para los brazos de enlace de la etapa superior E_{i+1} con relación a la etapa inferior E_i . Las patillas de fijación de los brazos de enlace de la etapa inferior E_i pueden estar inclinadas hacia la parte alta del mástil mientras que las patillas de fijación de los brazos del enlace de la etapa superior E_{i+1} están inclinadas hacia la parte baja del mástil, de manera que se cree una zona 17 de solape longitudinal entre dos etapas contiguas E_i y E_{i+1} , lo que presenta la ventaja de incrementar la rigidez del mástil y mejorar la compacidad del bloque 10 estructural elemental cuando se repliega en posición almacenada. Dos plataformas 15 de enlace consecutivas, que pertenecen por tanto a una misma etapa E_i , incluyen de ese modo unas patillas de fijación orientadas en unos sentidos opuestos con relación al plano YZ de las dos plataformas de enlace.

Según una alternativa, las patillas 14 de fijación de un cuarteto se fijan a la plataforma por medio de una zona de anclaje por ejemplo de 5 ramas repartidas en estrella, una en la prolongación del contorno de la plataforma, las otras dedicadas a las cuatro patillas de fijación como se puede ver en la figura 3b, con dos ramas dedicadas a la fijación de los resortes de cinta métrica de la etapa inferior E_i , y las dos otras ramas dedicadas a la fijación de los resortes de cinta métrica de la etapa superior E_{i+1} .

Los extremos de los brazos 11 de enlace de cada etapa E_i pueden fijarse por inserción por medio de bridas montadas sobre las patillas 14 de fijación de las plataformas 15 de enlace o sobre las patillas 14 de fijación de las plataformas 12 superior o 13 inferior, o pueden fijarse por remache, atornillado o por encolado. En el caso de que el mástil incluya varios bloques 10 estructurales elementales, las plataformas 13 inferior y 12 superior situadas en la base y en la cima de cada bloque 10 estructural elemental aseguran el enlace entre el brazo 11 de enlace de dos bloques estructurales elementales consecutivos.

Preferentemente, para que el mástil esté equilibrado, las patillas 14 de fijación y los brazos 11 de enlace equipados con resortes de cinta métrica 11 que se fijan en ellos, están regularmente espaciados alrededor del eje X de despliegue longitudinal y para cada plataforma de enlace, los ángulos que separan dos cuartetos de patillas de fijación pueden tener unos valores idénticos.

Dos etapas contiguas se desfazan regularmente una con relación a otra por un giro alrededor del eje X de despliegue de manera que se intercale el brazo de enlace equipado con resortes de cinta métrica de una etapa inferior E_i entre los brazos de enlace equipados con resortes de cinta métrica de una etapa contigua superior E_{i+1} , y se intercalen las patillas de fijación de una etapa inferior E_i entre las patillas de fijación de una etapa contigua superior E_{i+1} y para que entre dos plataformas consecutivas, los brazos de enlace equipados con resortes de cinta métrica formen unas figuras en V y/o en V invertida.

Cuando un bloque 10 estructural elemental se repliega en posición almacenada, se encuentra en un estado compacto y todas las plataformas 12 superior, 13 inferior y 15 de enlace que separan las diferentes etapas del bloque estructural elemental se apilan unas por encima de otras como se ha representado en las vistas de las figuras 3a y 3b en las que puede verse el brazo de enlace equipado con resortes de cinta métrica replegado hacia el exterior del mástil. En la figura 1, el bloque 10 estructural elemental incluye seis etapas con seis brazos de enlace equipados con resortes de cinta métrica por etapa, es decir un total de 36 brazos de enlace regularmente repartidos sobre la circunferencia de una corona anular constituida por un apilado de todas las plataformas superior, inferior y de enlace del bloque estructural elemental en el estado agrupado. En el estado compacto, los brazos 11 de enlace se repliegan de dos en dos sobre sí mismos en el sentido de su longitud, siendo realizado el plegado hacia el exterior del mástil con las patillas de fijación extendiéndose hacia el exterior del mástil como se ha representado en las figuras 3a y 3b. Dos plataformas 15 de enlace consecutivas, que pertenecen por tanto a una misma etapa E_i , incluyen unas zonas de anclaje cuya separación se determina de manera que se asegure un plegado elástico máximo de los brazos de enlace equipados con resortes de cinta métrica. Esta separación es idéntica para cada par de zonas de anclaje.

Los brazos 11 de enlace equipados con resortes de cinta métrica se realizan en un material compatible con un entorno espacial y pueden realizarse en un material metálico o en un material compuesto tal como, por ejemplo unas fibras de carbono embebidas en una resina epoxi o en una resina de cianato. Los materiales compuestos se prefieren porque tienen un coeficiente de dilatación con la temperatura mucho más reducido que los materiales metálicos. Las plataformas superior e inferior y las plataformas de enlace son preferentemente de carbono.

El mástil no incluye ninguna articulación en tanto que tal, ni ninguna bisagra, ni ningún pivote, ni ningún motor de despliegue. En posición almacenada, todos los brazos 11 de enlace equipados con resortes de cinta métrica 11 de todas las etapas estructurales elementales Ei almacenan energía elástica debido a las restricciones que los mantienen en posición plegada de dos en dos. El mantenimiento de los brazos 11 de enlace equipados con resortes de cinta métrica en posición plegada se asegura mediante un sistema de apilamiento. El despliegue del mástil se inicia por la liberación del sistema de apilamiento. El despliegue se realiza entonces de manera pasiva por relajación de las restricciones sobre los resortes de cinta métrica durante su extensión y por la liberación de la energía elástica almacenada por los resortes de cinta métrica. Para que el despliegue no sea demasiado violento, se utilizan preferentemente unos medios de regulación de la velocidad que permiten controlar el despliegue del mástil. Por ejemplo, la velocidad de extensión de los resortes de cinta métrica puede controlarse mediante un desenrollado progresivo de un cable administrado por un motor.

Estos medios de regulación de la velocidad de despliegue se reparten ventajosamente en al menos tres dispositivos de regulación de la velocidad idénticos; incluyen tres en nuestro ejemplo repartidos sobre la periferia de las plataformas. Estos medios de regulación de la velocidad se describen con relación a las figuras 5, 6 y 7 en las que se pueden ver en sección dos dispositivos 16a y 16b de regulación de la velocidad. Cada dispositivo 16a o 16b de regulación de la velocidad incluye típicamente:

- una única polea 160 principal motorizada fijada a la plataforma inferior y común a todos los dispositivos 16a, 16b de frenado, y
- unas poleas 161a, 161b secundarias no motorizadas adecuadas para ser arrastradas por la polea 160 principal por medio de al menos un cable 162a, 162b de enlace. Se puede sustituir el cable por una cinta es decir una banda de sección plana. Es posible igualmente desenrollar simultáneamente sobre la misma etapa de polea varios cables o bandas como se ha representado en las figuras 5a y 5b. La polea principal puede incluir varias gargantas para arrastrar varios cables.

Se distinguen unos medios de regulación de la velocidad de despliegue sincronizado, todas las etapas se despliegan de manera sincronizada y unos medios de regulación de la velocidad de despliegue secuencial, desplegándose entonces la primera etapa antes que la segunda que se despliega antes que la tercera, etc.

Según un primer modo de realización del que se muestra un ejemplo en las figuras 5a y 5b, un dispositivo 16a o 16b de regulación sincronizado de la velocidad de medios de despliegue que incluye una o dos poleas 161a, 161b secundarias fijadas a la plataforma 12 superior y a cada plataforma 15 de enlace; un mismo cable o cinta 162a, 162b une las poleas secundarias de diferentes plataformas a la polea 160 principal.

Según otra configuración descrita con relación a la figura 6, un dispositivo 16a o 16b de regulación sincronizado de la velocidad de medios de despliegue incluye:

- unas poleas 161a, 161b secundarias fijadas a la plataforma 13 inferior, y respectivamente dedicadas a la plataforma 12 superior y a cada plataforma 15 de enlace,
- unos cables o cintas 162a, 162b que unen respectivamente la polea 160 principal a dicha plataforma superior o de enlace, a través de la polea secundaria correspondiente. Esta polea principal está escalonada y los diámetros de las diferentes etapas de polea se calculan para permitir un despliegue homogéneo de las diferentes etapas. En el caso de una configuración de 4 etapas, la plataforma superior debe recorrer una distancia 4 veces superior a la de la 1ª etapa, los diámetros de la polea 160 escalonada principal deberían por tanto incluir la separación correspondiente.

Según otro modo de realización del que se muestra un ejemplo en las figuras 7a a 7d, un dispositivo 16a o 16b de regulación secuencial de la velocidad de los medios de despliegue incluye:

- una única polea 161a, 161b secundaria fijada a la plataforma 13 inferior,
- un mismo cable o cinta 162a, 162b que une la polea 160 principal a la plataforma 12 superior a través de esta polea secundaria, y
- un dispositivo de enclavamiento/liberación de las plataformas 15 de enlace y 12 superior.

Este dispositivo de enclavamiento/liberación mostrado en las figuras 7a y 7b en ampliación, incluye para cada etapa Ei un gancho 163a, 163b vinculado a la plataforma 12 superior o a la plataforma 15 de enlace superior de esta etapa Ei (salvo eventualmente la plataforma de enlace superior de la etapa E1, estando controlado el despliegue de esta primera etapa por la liberación del sistema de apilamiento que mantiene la estructura en configuración almacenada durante la fase de lanzamiento, y mantenido a continuación, posteriormente regulado en velocidad por la polea principal según que esté en parada como se ha simbolizado por una X en las figuras 7a y 7d, o en marcha como se ha simbolizado por una flecha redondeada en las figuras 7b y 7c). El otro extremo del gancho está destinado a

engancharse durante el enclavamiento a la plataforma de enlace inferior de esta etapa Ei de la manera siguiente. Este otro extremo tiene una forma en "U" en el plano YZ de esta plataforma inferior. Las ramas de la "U" llegan a engancharse en unas muescas previstas con este fin en el extremo 111 superior del brazo 11 de enlace (este extremo está bajo la forma de un resorte de cinta métrica) fijado por sí mismo a esta plataforma inferior. Cuando esta
5 plataforma inferior está en posición almacenada, este extremo 111 se aplana y las ramas de la "U" se enganchan en el resorte de cinta métrica bloqueando así su despliegue: la plataforma inferior está entonces enganchada a su plataforma superior por el gancho. El despliegue del brazo de enlace equipado con resortes de cinta métrica implica la deformación de estos extremos que retoman su forma curvilínea (posición de reposo). Desde que este extremo 111 se curva hacia el interior de la "U" gracias a su energía elástica, las ramas de la "U" se liberan de las muescas:
10 el gancho ya no bloquea el despliegue del resorte de cinta métrica. Los ganchos se liberan de ese modo poco a poco de manera secuencial así como las plataformas 15 de enlace y la plataforma superior 12 correspondientes. Este dispositivo de enclavamiento-liberación puede instalarse también sobre el mástil independientemente de otros elementos (poleas, cables, etc.) de los medios de regulación de la velocidad.

15 Para unas aplicaciones espaciales, el mástil puede utilizarse por ejemplo para alejar un aparato o una antena de la carcasa de un satélite. En este caso, la plataforma 13 inferior de la etapa inferior del mástil está fijada sobre la carcasa del satélite y el aparato a alejar se fija a la plataforma 12 superior de la etapa superior del mástil.

Aunque la invención se haya descrito en conexión con unos modos de realización particulares, es evidente que no está limitada por ello y que comprende todos los equivalentes técnicos de los medios descritos así como sus combinaciones si estas entran en el marco de la invención.

20

REIVINDICACIONES

1. Mástil desplegable de despliegue espontáneo autónomo que incluye al menos un bloque (10) estructural elemental que tiene un eje X de despliegue longitudinal, incluyendo el bloque estructural elemental dos plataformas respectivamente (13) inferior y (12) superior paralelas a un plano YZ ortogonal al eje X y N etapas (E1,..., Ei, Ei+1,..., EN) apiladas unas encima de otras paralelamente al eje X de despliegue longitudinal, en la que N es superior a 1 y en la que i está comprendido entre 1 y N-1, incluyendo cada etapa (Ei) al menos seis brazos (11) de enlace longitudinales flexibles articulados por resortes de cinta métrica, que en posición desplegada están en unos planos paralelos al eje X y están inclinados con relación al eje X; las N etapas se fijan entre sí de dos en dos por medio de plataformas (15) de enlace paralelas al plano YZ, estando desfasadas angularmente dos etapas (Ei, Ei+1) inferior y superior contiguas relativamente entre sí por un giro alrededor del eje X de despliegue, e incluyendo unos medios de regulación de la velocidad de despliegue del mástil que comprenden una polea (160) principal motorizada fijada a la plataforma (13) inferior, y unas poleas (161a, 161b) secundarias no motorizadas adecuadas para ser arrastradas por la polea (160) principal por medio de al menos un cable (162a, 162b) o de una cinta.
2. Mástil desplegable según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** al menos se fija una polea (161a, 161b) secundaria a la plataforma (12) superior y a cada plataforma (15) de enlace y **porque** un mismo cable (162a, 162b) o cinta une las poleas secundarias de las diferentes plataformas a la polea (160) principal.
3. Mástil desplegable según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las poleas (161a, 161b) secundarias se fijan a la plataforma (13) inferior, la polea (160) principal incluye tantas etapas como poleas secundarias y **porque** los medios de regulación de la velocidad comprenden tantos cables (162a, 162b) o cintas como poleas secundarias, respectivamente fijas a la plataforma (12) superior y a cada plataforma (15) de enlace.
4. Mástil desplegable según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las poleas (161a, 161b) secundarias se fijan a la plataforma (13) inferior, la polea (160) principal incluye tantas etapas como poleas secundarias, y **porque** los medios de regulación de la velocidad comprenden tantos cables (162a, 162b) o cintas como etapas de la polea (160) principal y/o plataformas (15) móviles y (12) superior, fijándose los cables o cintas a la plataforma (12) superior.
5. Mástil desplegable según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** dos etapas contiguas (Ei, Ei+1) respectivamente inferior y superior, se fijan entre sí mediante una plataforma (15) de enlace común a las dos etapas (Ei, Ei+1) contiguas.
6. Mástil desplegable según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** cada plataforma (12) superior, (13) inferior y (15) de enlace incluye unas patillas (14) de fijación reagrupadas por pares regularmente repartidas, estando dedicada cada patilla de fijación a la fijación del extremo (111) de un brazo de enlace.
7. Mástil desplegable según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las patillas (14) de fijación están orientadas hacia el exterior del mástil y **porque** para cada par de patillas de fijación, los brazos de enlace en configuración plegada están orientados con un ángulo comprendido entre 0° y 45° en el plano YZ, tangencialmente con relación a la plataforma.
8. Mástil desplegable según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** cada resorte de cinta métrica (11) presenta unas zonas (112) de pliegue de sección en arco de círculo y unas zonas (113) de no pliegue de sección en arco de círculo y porque el arco de círculo de las zonas de no pliegue es más largo que el de las zonas de pliegue.
9. Mástil desplegable según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** las zonas (112) de pliegue se sitúan en los dos extremos (111) del brazo de enlace y en una zona intermedia, y **porque** las secciones en arco de círculo de las zonas en los extremos están diametralmente opuestas con relación a la sección de la zona intermedia.
10. Mástil desplegable según la reivindicación 8, **caracterizado porque** las zonas (112) de pliegue se sitúan en los dos extremos (111) y en una zona intermedia y tienen una sección en arco de círculo, y **porque** las secciones de las zonas (113) de no pliegue tiene una sección tubular.
11. Mástil desplegable según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** cada plataforma (15) de enlace incluye al menos seis pares de patillas (14) de fijación.
12. Mástil desplegable según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** todos los brazos (11) de enlace son idénticos.
13. Mástil desplegable según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** incluye varios bloques (10) estructurales idénticos apilados unos encima de los otros.
14. Mástil desplegable según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se posiciona un dispositivo (111, 114, 163a, 163b) de enclavamiento-liberación del despliegue sobre cada plataforma (15) de enlace para permitir después del despliegue de dicha plataforma, la liberación de la plataforma contigua que es superior a ella.

15. Mástil desplegable según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** los extremos (111) del brazo de enlace bajo la forma de resortes de cinta métrica tienen un perfil variable según la posición desplegada o plegada de los brazos de enlace, y **porque** el dispositivo de enclavamiento-liberación incluye unos medios de enclavamiento-liberación en función de dicho perfil.
- 5 16. Satélite **caracterizado porque** incluye al menos un mástil desplegable de despliegue espontáneo autónomo, según una de las reivindicaciones anteriores.

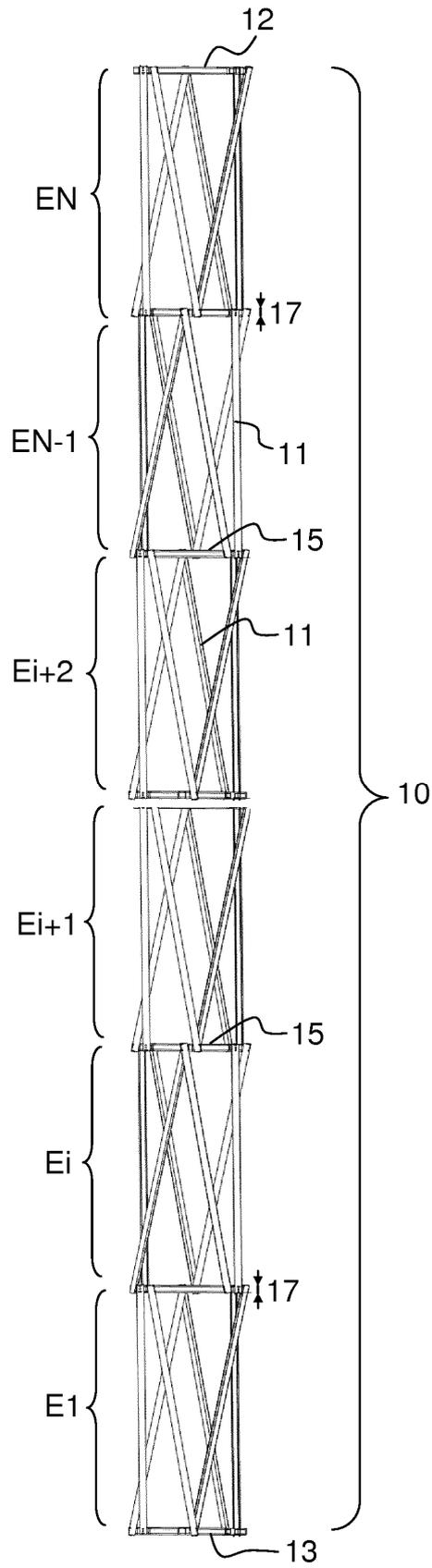
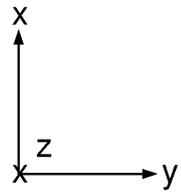


FIG.1



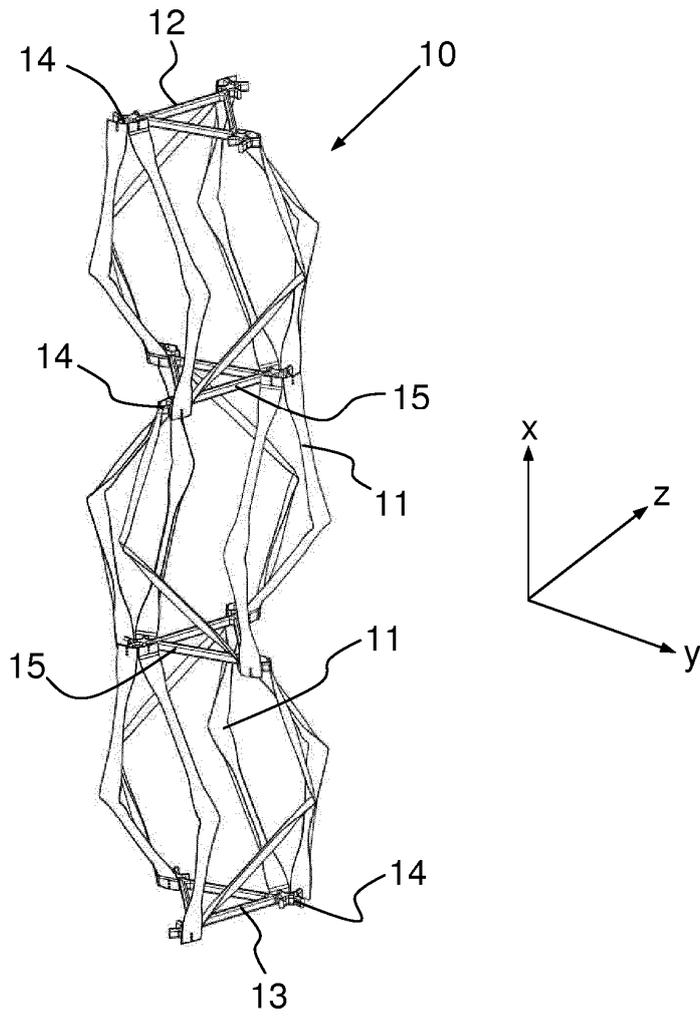


FIG. 2

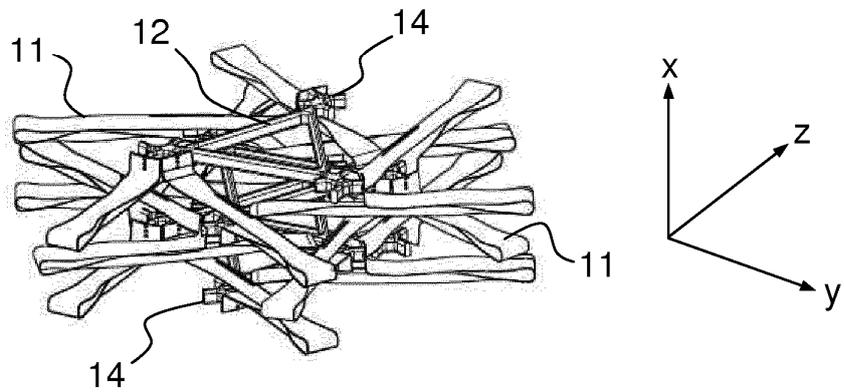


FIG. 3a

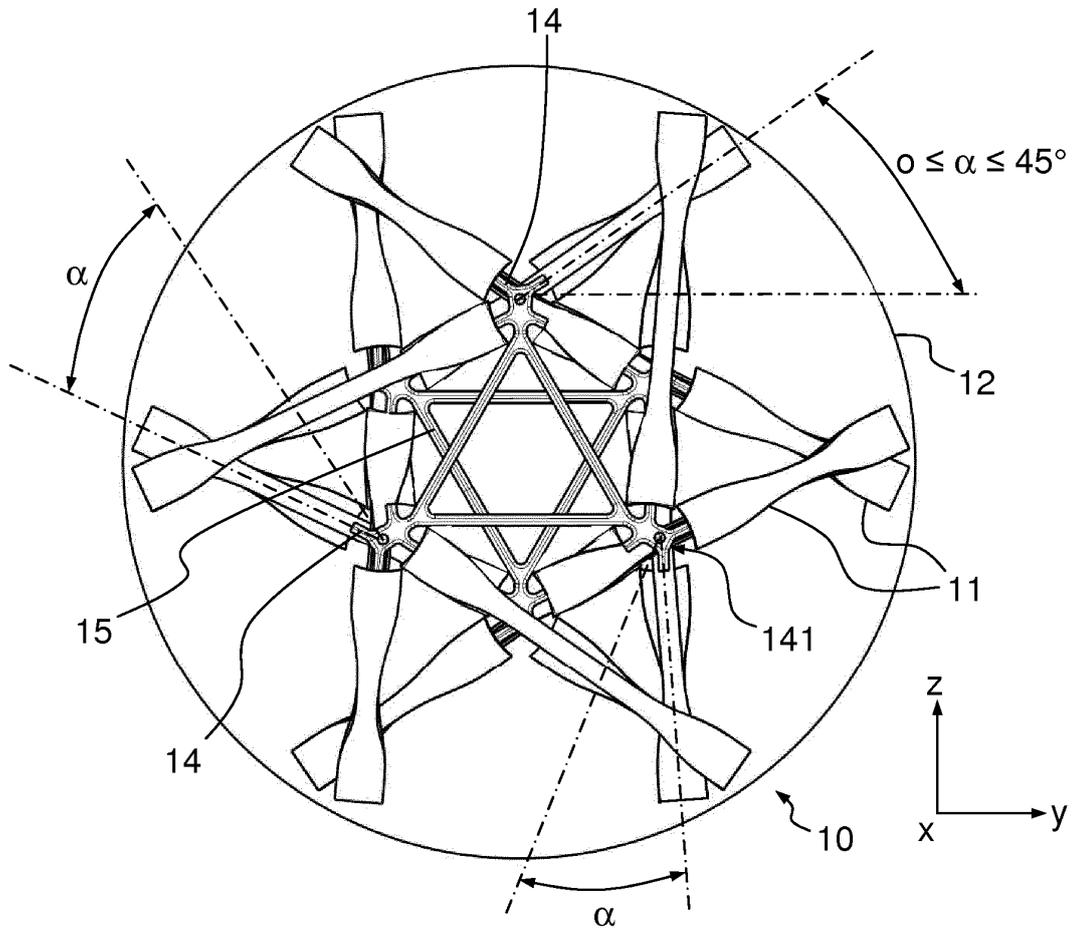


FIG.3b

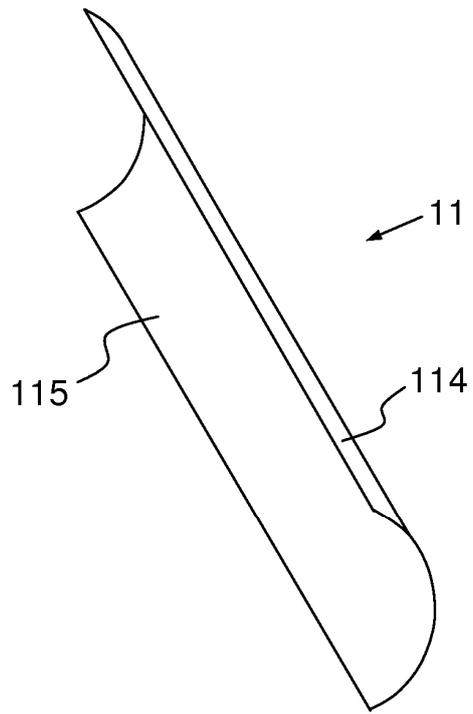


FIG. 4a

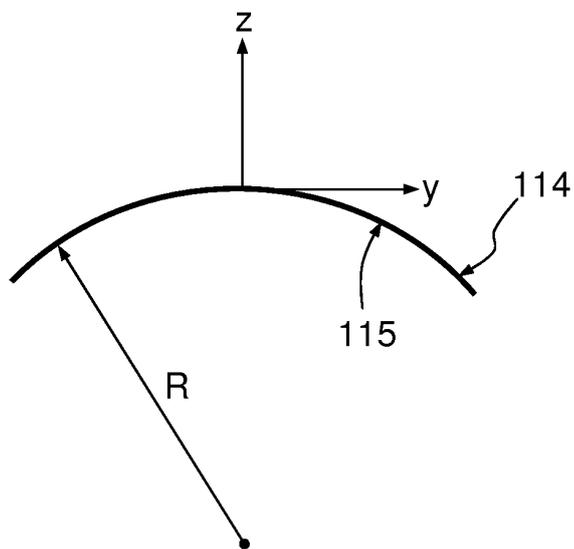


FIG. 4b

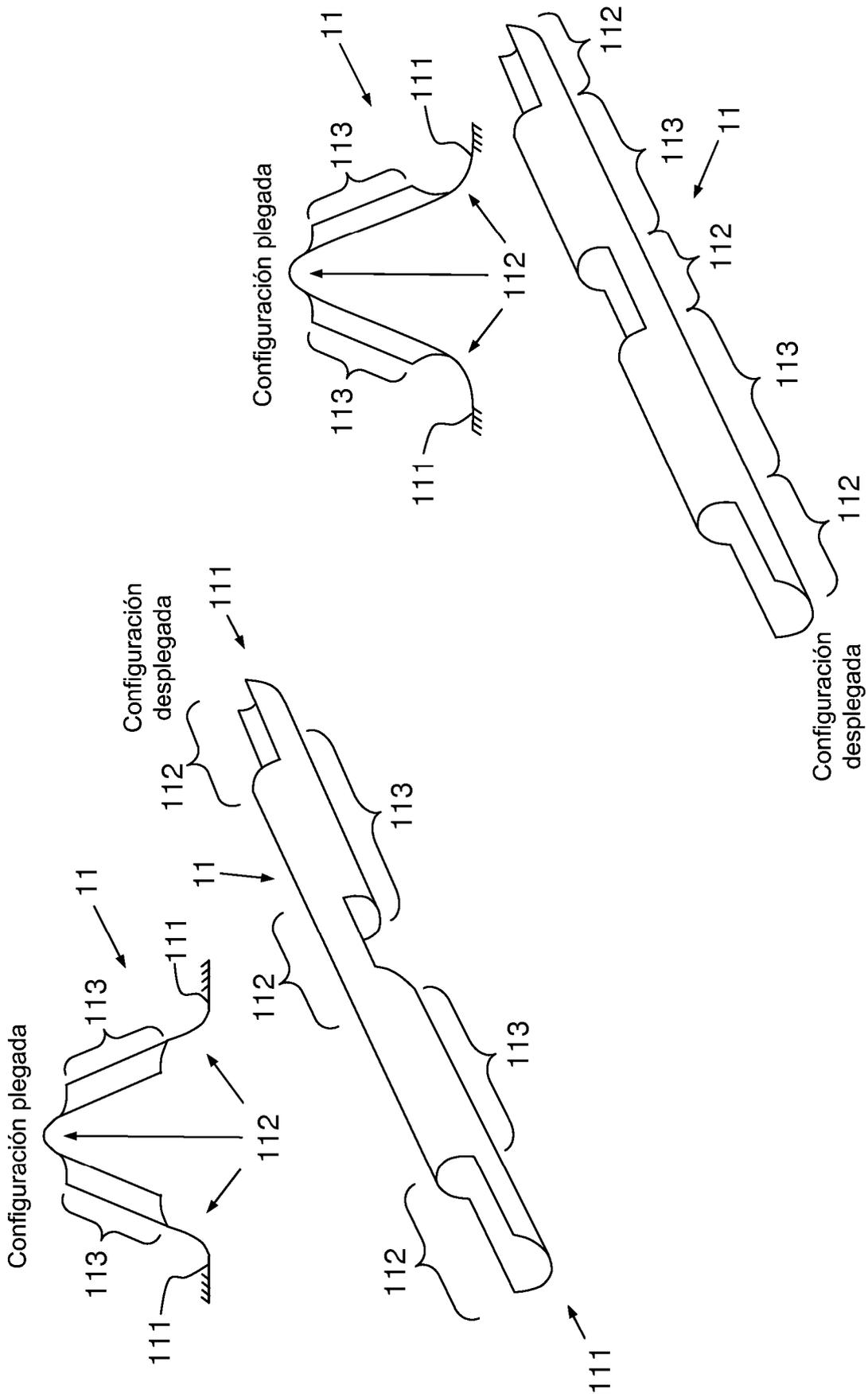


FIG.4C

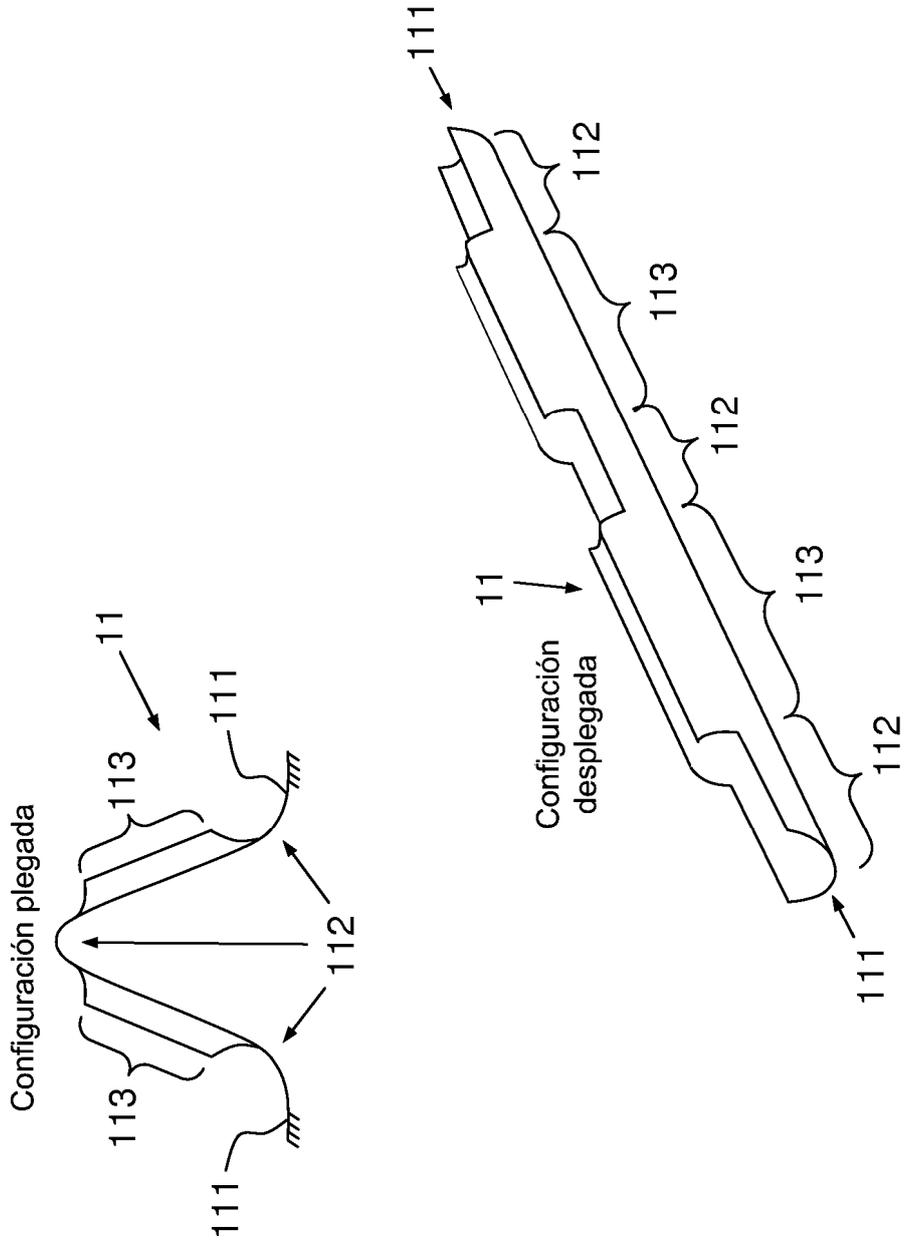


FIG.4d

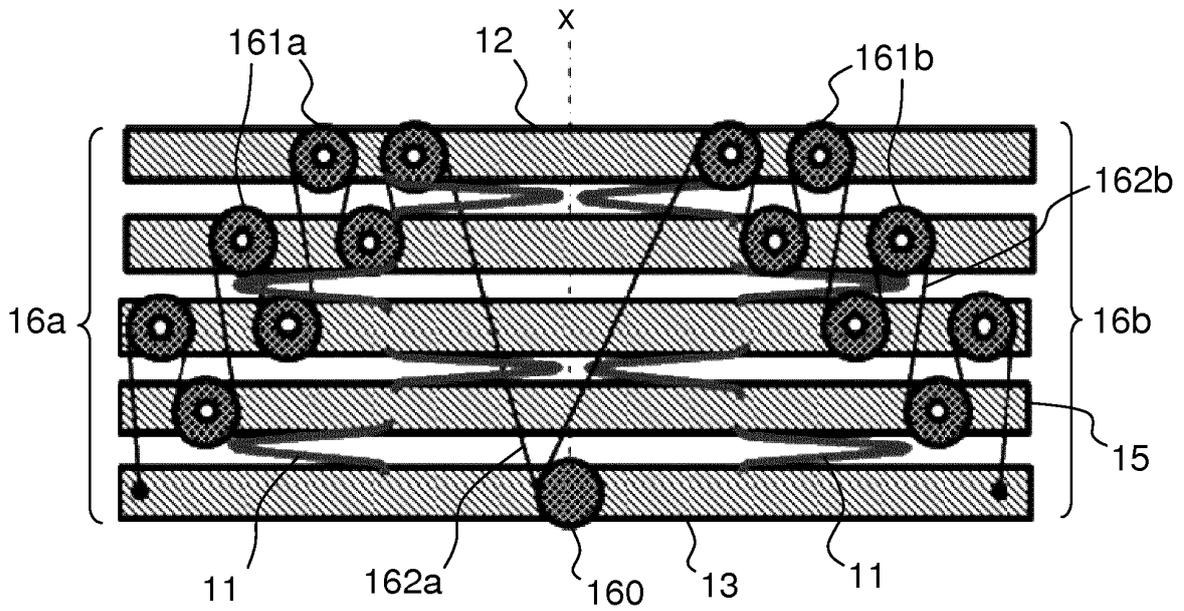


FIG.5a

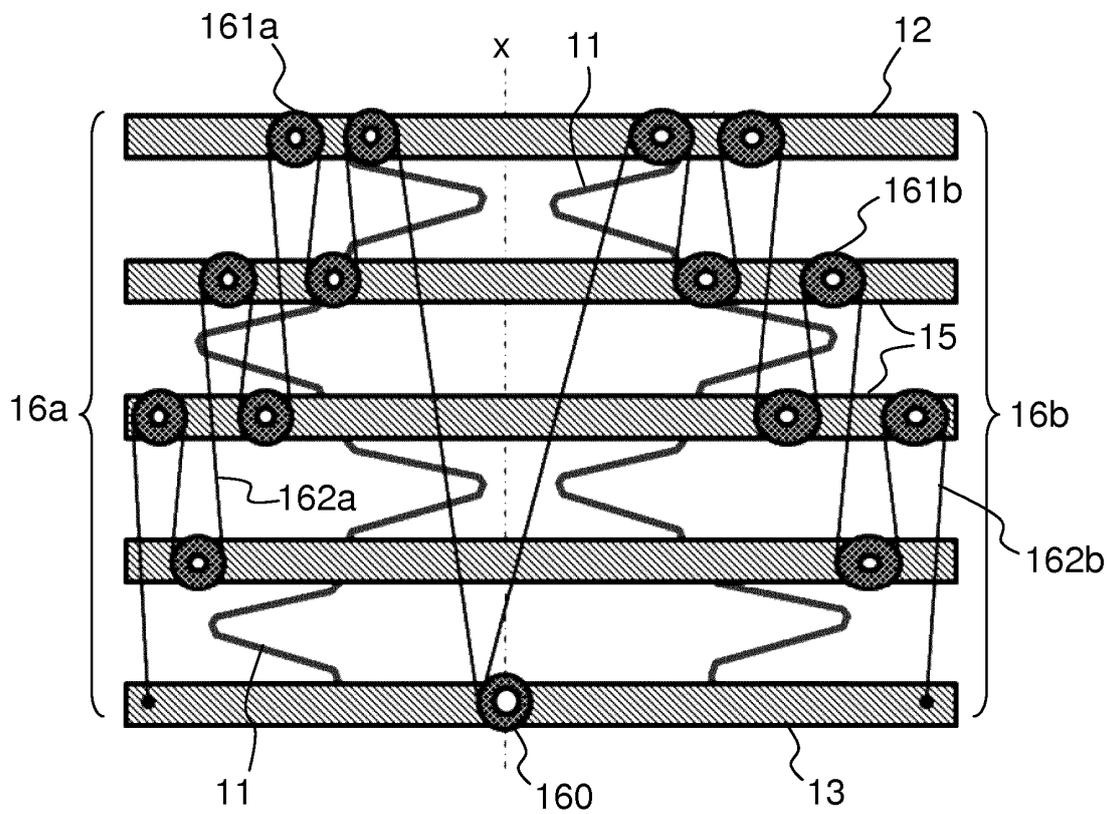


FIG.5b

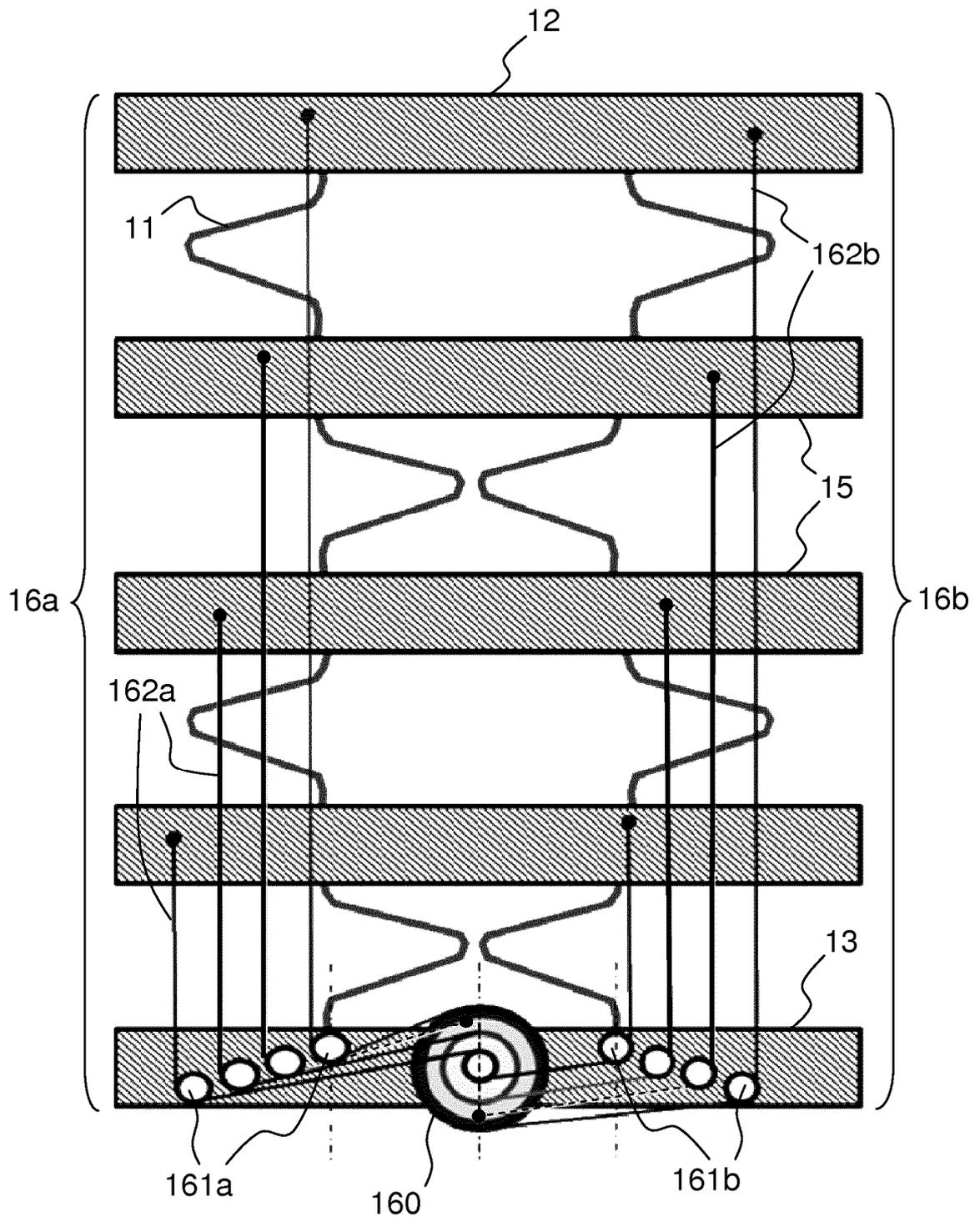


FIG.6

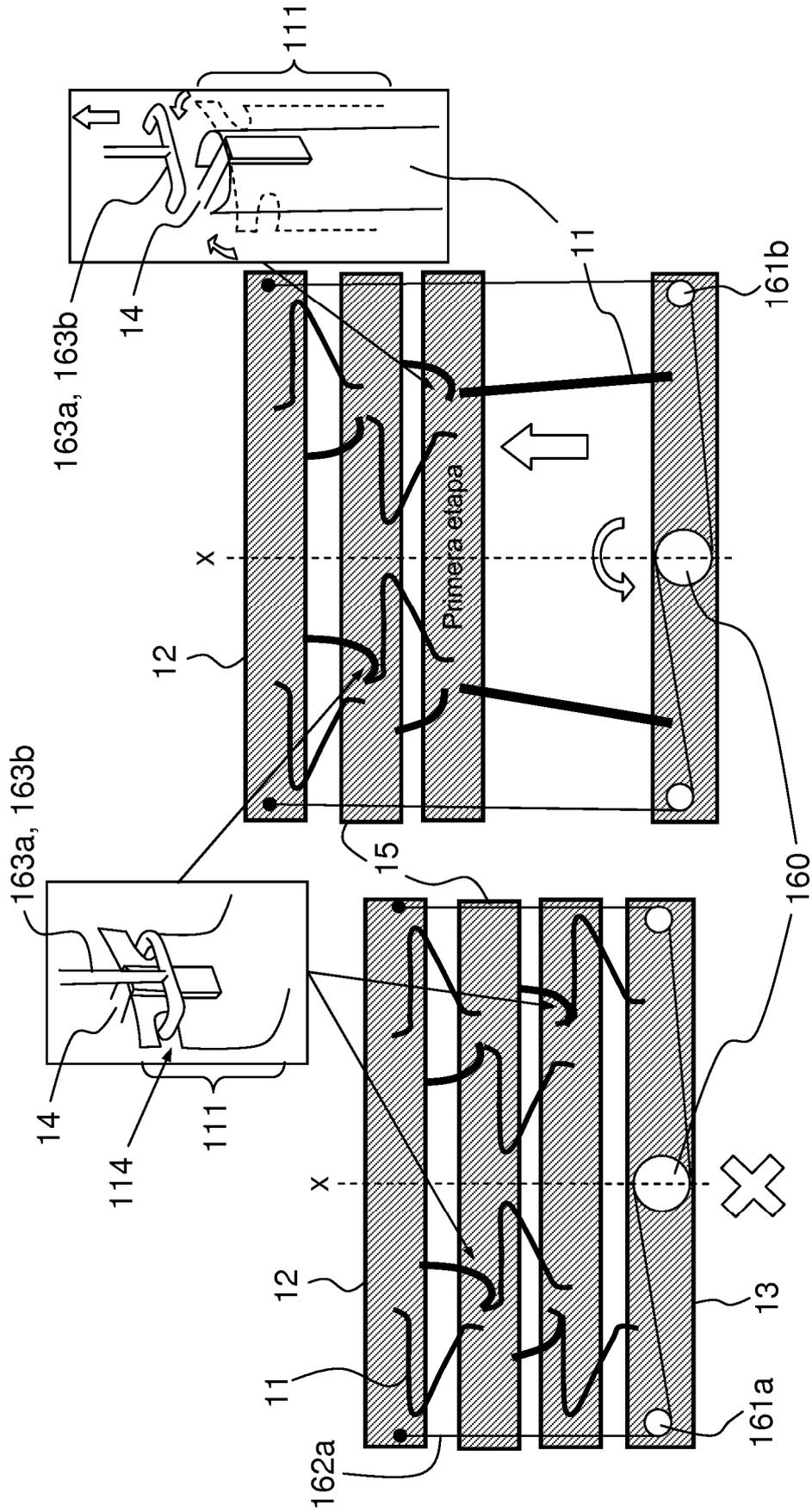


FIG.7b

FIG.7a

