

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 803 798**

51 Int. Cl.:

G01B 11/12 (2006.01)
G01B 11/00 (2006.01)
G01B 11/24 (2006.01)
G01B 5/00 (2006.01)
G02B 23/24 (2006.01)
G02B 23/26 (2006.01)
G01N 21/954 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.02.2017** **PCT/EP2017/053534**
87 Fecha y número de publicación internacional: **31.08.2017** **WO17144347**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.02.2017** **E 17704509 (3)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2020** **EP 3427006**

54 Título: **Dispositivo de control tridimensional sin contacto de una pieza hueca con superficie interna de revolución y procedimiento correspondiente**

30 Prioridad:

23.02.2016 FR 1651475

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.01.2021

73 Titular/es:

DWFRITZ AUTOMATION, INC. (100.0%)
9600 SW Boeckman Road
Wilsonville OR 97070, US

72 Inventor/es:

LE NEEL, DIDIER;
SAMSON, GWÉNAËL y
PICARD, RÉMY

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 803 798 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

Dispositivo de control tridimensional sin contacto de una pieza hueca con superficie interna de revolución y procedimiento correspondiente

1. Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo general de la medición dimensional de piezas mecánicas de diferentes tipos.

La invención se refiere, más particularmente, al control de escariados/de piezas huecas con superficie interna de revolución.

2. Soluciones de la técnica anterior

Determinados campos industriales tales como el aeronáutico, el automovilístico, la relojería... imponen que cada pieza que compone una estructura se realice con una precisión muy elevada en cuanto a sus dimensiones o su forma y de calidad adecuada y constante.

Por tanto, es necesario prever un control dimensional de cada una de estas piezas con el fin de saber si respetan correctamente las tolerancias de fabricación requeridas. Un control de este tipo se realiza, generalmente, en la cadena de fabricación.

De manera conocida, este control puede realizarse manualmente por un operario. No obstante, la inspección visual de las piezas no responde ni a las cadencias de producción elevadas, ni a las exigencias de calidad de determinados campos industriales, concretamente el aeronáutico y el automovilístico, resultando determinados defectos difícilmente perceptibles a simple vista.

También se conocen procedimientos mecánicos de control automático, tales como los dispositivos de palpación, para adquirir las dimensiones y la forma de una pieza y después controlarlas. No obstante, estos dispositivos de palpación son complejos, poco flexibles y están mal adaptados a piezas de pequeñas dimensiones. Por otro lado, el tiempo necesario para el elevado de los puntos de la pieza que va a controlarse por el calibre es relativamente importante.

También existen máquinas de control tridimensional sin contacto concebidas específicamente para medir las geometrías internas. Estas máquinas permiten controlar directamente en la línea de producción o en el borde de la línea cualquier tipo de forma interna "que no desemboca" o "que desemboca", tales como terrajados, escariados, perforaciones con incertidumbres de medición del orden de 1 μ m.

Por ejemplo, algunas de estas máquinas ponen en práctica sensores confocales con rotación integrada, con el fin de realizar una medición circular, sin contacto, concretamente del diámetro en los escariados y las cavidades. Por el contrario, un inconveniente de estas máquinas reside en el hecho de que la conexión giratoria que transmite la señal óptica solo permite recuperar una intensidad reducida de luz, lo que reduce en gran medida la calidad y la rapidez de las adquisiciones de medición.

El documento EP 2.385.339 A1 propone un dispositivo de control 3D que presenta una conexión giratoria de este tipo, pero también da a conocer una solución alternativa que utiliza un tambor de enrollado de un cable óptico que autoriza, sin embargo, solo un número reducido de vueltas del sensor.

Por tanto, existe la necesidad de una máquina que permita controlar de manera precisa, reproducible y rápida piezas huecas con superficie interna de revolución.

3. Descripción de la invención

Uno de los objetivos de la invención es, por tanto, remediar por lo menos determinados de estos inconvenientes proponiendo un dispositivo de control tridimensional sin contacto de una pieza hueca con superficie interna de revolución, denominada pieza hueca que va a controlarse, comprendiendo dicho dispositivo, tal como se define por la reivindicación independiente 1:

- un cabezal de medición que comprende:
 - un sensor confocal conectado a un cable óptico de recopilación de datos y destinado a inspeccionar, por un movimiento simultáneo de rotación y de traslación, la superficie interna de la pieza hueca que va a controlarse;
 - un tambor de enrollado del cable óptico;

- un módulo de enrollado y de desenrollado del cable óptico en el tambor de enrollado, estando el módulo de enrollado y de desenrollado sincronizado, por medio de un motor de enrollado y de desenrollado, con el cabezal de medición para la rotación del sensor confocal;

- un módulo de devanado y de almacenamiento del cable óptico, conectado al módulo de enrollado y de desenrollado por el cable óptico.

De este modo, la invención presenta, según sus diferentes modos de realización, una solución novedosa e inventiva para el control tridimensional sin contacto de pieza hueca con superficie interna de revolución, que permite beneficiarse de manera óptima de los rendimientos (precisión, calidad de medición, rapidez...) de un sensor confocal (por ejemplo un sensor confocal con codificación cromática o un sensor confocal interferométrico), gracias a la utilización de una longitud de cable óptico muy larga, por ejemplo una fibra óptica.

En efecto, la utilización óptima de un sensor confocal de este tipo para un control de este tipo necesita que este último realice, generalmente, para el control de una pieza, una cincuentena de giros durante su desplazamiento vertical descendente y una cincuentena de giros en el otro sentido durante su desplazamiento vertical ascendente. Ahora bien, no solamente el cable óptico (fibra óptica) al que está conectado el sensor confocal debe seguir el movimiento de este último, sin retorcerse ni estirarse, sino que este cable óptico también debe presentar una longitud suficiente para que el sensor confocal pueda realizar todos estos giros.

Por tanto, es gracias a una gestión astuta del desplazamiento (enrollado y desenrollado) y del almacenamiento del cable óptico de gran longitud por lo que el dispositivo según la invención permite que el cable óptico siga el movimiento (en traslación y/o en rotación) del sensor confocal al tiempo que conserva una cadena continua de cable óptico durante el control de la pieza. El proceso de control se ve, por tanto, mejorado (rapidez y calidad de las mediciones).

Para ello, el dispositivo según la invención presenta las tres partes principales siguientes:

- el cabezal de medición, que permite la adquisición de datos de medición propiamente dichos. Este cabezal de medición comprende concretamente el sensor confocal y unos medios de medición de su desplazamiento en traslación y en rotación (por ejemplo, un calibre y un codificador angular), así como un tambor de enrollado/desenrollado del cable óptico. De este modo, los datos adquiridos por el sensor confocal se sincronizan con el calibre y el codificador angular para proporcionar una nube de puntos en tres dimensiones de las formas interiores de la pieza que va a controlarse;
- un módulo de enrollado/desenrollado del cable óptico, que permite que el cable óptico pueda realizar los giros necesarios para la adquisición de los datos por el sensor confocal, sin que este cable se estire, se torsione o se enrede;
- un módulo de devanado/almacenamiento del cable óptico, que permite almacenar, redistribuir y mantener tenso el cable óptico según las necesidades de la medición.

Según los diferentes modos de realización de la invención, los módulos de enrollado/desenrollado y de devanado/almacenamiento del cable óptico permiten de este modo la utilización de una gran longitud de cable óptico (aproximadamente veinte metros para cuarenta y cinco giros realizados por el sensor confocal) para beneficiarse de manera óptima de la utilización de un sensor confocal de este tipo.

De manera contraria a las soluciones existentes, el dispositivo según la invención permite por tanto determinar una nube de puntos de medición de la pieza en tres dimensiones en el conjunto de su superficie interna, de manera óptima en cuanto a precisión y a rapidez, concretamente.

Según un aspecto particular de la invención, el motor de enrollado y de desenrollado del módulo de enrollado y de desenrollado está conectado, respectivamente, a unos primeros medios de accionamiento en rotación del sensor confocal y del cable óptico y a unos segundos medios de accionamiento, sincronizados con los primeros medios de accionamiento, de un conjunto de enrollado y de desenrollado del cable óptico.

De este modo, según este modo de realización, el módulo de enrollado/desenrollado del cable óptico comprende más particularmente un motor de enrollado que acciona, de manera sincronizada, a la vez el sensor confocal (en rotación) y el propio cable óptico (enrollándose/desenrollándose alrededor del tambor), así como un conjunto de enrollado/desenrollado particular que permite a continuación el devanado y el almacenamiento del cable óptico.

El motor acciona, por tanto, el sensor confocal y el cable óptico en una misma rotación, permitiendo de este modo que el sensor realice todos los desplazamientos necesarios para la adquisición óptima de los datos de medición de la pieza.

Además, a medida que el sensor confocal rota, el cable óptico se mantiene siempre tenso y disponible, de manera óptima, gracias a los segundos medios de accionamiento (por ejemplo, una correa) de un conjunto de enrollado/desenrollado conectada al módulo de devanado y de almacenamiento descritos más en detalle a continuación.

5 Según una característica particular, los primeros medios de accionamiento corresponden a una correa y un acoplador de rotación entre el sensor confocal y el cable óptico.

10 De esta manera, según este modo de realización, los primeros medios de accionamiento conectados al motor del módulo de enrollado/desenrollado permiten accionar de manera sincronizada el sensor y el cable, para mantener este último disponible sea cual sea el movimiento del sensor. Estos primeros medios de accionamiento corresponden, por ejemplo, por un lado, a una correa conectada al tambor de enrollado y, por otro lado, a un acoplador de rotación (también denominado dedo de accionamiento de rotación) entre el sensor y el cable óptico.

15 Por ejemplo, el conjunto de enrollado y de desenrollado del cable óptico comprende una roldana y unos medios de traslación de la roldana.

20 De esta manera, según este modo de realización, el conjunto de enrollado/desenrollado (accionado por los segundos medios de accionamiento (por ejemplo, una correa) conectados al motor) permite hacer que el cable óptico se encuentre disponible para su enrollado alrededor del tambor y permite su enrollado organizado alrededor del tambor.

25 Por ejemplo, el conjunto de enrollado/desenrollado comprende una roldana accionada en traslación por unos medios particulares, tales como un conjunto con un tornillo de bolas (o un tornillo sencillo, también denominado tornillo madre) y una tuerca de bolas.

30 Según un aspecto particular, cuando la roldana se acciona hacia abajo por los medios de traslación, el cable óptico se enrolla alrededor del tambor de enrollado, en un sentido de enrollado E, y cuando la roldana se acciona hacia arriba por los medios de traslación, el cable óptico se desenrolla del tambor de enrollado, en un sentido de desenrollado D.

35 Así, según este modo de realización, el conjunto de enrollado/desenrollado (accionado por los segundos medios de accionamiento (por ejemplo, una correa) conectados al motor) y formado, por ejemplo, por una roldana, un tornillo y una tuerca, permite un enrollado/desenrollado regular y organizado alrededor del tambor.

40 Además, cuando el cable óptico se desenrolla del tambor, el conjunto de enrollado/desenrollado permite proporcionar, siempre de manera organizada, el cable al módulo de devanado/almacenamiento, el que a continuación puede distribuir, cuando el cable óptico debe enrollarse alrededor del tambor, de manera regular el cable óptico.

45 Por ejemplo, el tornillo de bolas, girando en un sentido (según el sentido de accionamiento del motor de enrollado/desenrollado), acciona hacia abajo la roldana, de manera que el cable óptico se enrolle alrededor del tambor de arriba hacia abajo, y el tornillo de bolas, girando en el otro sentido, acciona hacia arriba la roldana, de manera que el cable óptico se desenrolle del tambor de abajo hacia arriba.

50 Según una característica particular, el módulo de devanado y de almacenamiento comprende una primera pluralidad de roldanas que presentan un eje fijo, denominada pluralidad de roldanas fijas, y una segunda pluralidad de roldanas que presentan un eje móvil, denominada pluralidad de roldanas móviles, estando las pluralidades de roldanas fijas y móviles conectadas por el cable óptico tenso y accionándose la pluralidad de roldanas móviles en traslación por los movimientos de enrollado y de desenrollado del cable óptico.

55 Así, según este modo de realización, el dispositivo según la invención permite almacenar y redistribuir, por medio del módulo de enrollado/desenrollado, el cable óptico de manera óptima, gracias al módulo de devanado/almacenamiento, al tiempo que se mantiene tenso permanentemente para que su utilización sea óptima.

60 Para ello, el módulo de devanado/almacenamiento presenta dos juegos (o trenes, o conjuntos) de roldanas conectados entre sí por el cable óptico mantenido tenso, en donde un primer juego presenta unas roldanas con un eje fijo y un segundo juego presenta unas roldanas con un eje móvil, así como un contrapeso (u otro sistema de tensión tal como un resorte o un gato neumático) que permite, de manera precisa, mantener el cable óptico tenso.

65 Por ejemplo, cuando el cable óptico está totalmente enrollado en el tambor, el juego de roldanas móviles se encuentra en posición alta y desciende a medida que se desenrolla el cable óptico del tambor.

La invención también se refiere a un procedimiento de control tridimensional sin contacto de una pieza hueca con superficie interna de revolución, denominada pieza hueca que va a controlarse, comprendiendo dicho procedimiento, tal como se define por la reivindicación independiente 7, una etapa de activación de un motor de enrollado y de desenrollado que activa, de manera sincronizada, las siguientes etapas:

- desplazar simultáneamente en traslación y en rotación un sensor confocal conectado a un cable óptico de recopilación de datos;
- 5 • adquirir, por el sensor confocal, datos de medición en tres dimensiones de las formas interiores de la pieza hueca;
- activar un módulo de enrollado y de desenrollado que pone en práctica las siguientes subetapas, de manera sincronizada:
- 10 ○ enrollar o desenrollar el cable óptico alrededor de un tambor;
- accionar un conjunto de enrollado y de desenrollado del cable óptico;
- 15 • almacenar o distribuir el cable óptico por un módulo de devanado y de almacenamiento.

De esta manera, según este modo de realización, la invención también se refiere a un procedimiento de control tridimensional sin contacto de una pieza hueca con superficie interna de revolución, que permite utilizar un sensor confocal en condiciones óptimas, es decir, con una gran longitud de cable óptico, sin que este se torsione o se estire, gracias a la activación de un motor de enrollado y de desenrollado y de un sistema mecánico particular de enrollado/desenrollado del cable y de devanado/almacenamiento del cable.

En efecto, este motor de enrollado y de desenrollado permite accionar, de manera sincronizada:

- 25 • el sensor confocal en traslación y rotación (de manera independiente);
- un módulo de enrollado/desenrollado del cable óptico que permite enrollar/desenrollar regularmente el cable alrededor del tambor;
- 30 • un módulo de devanado/almacenamiento del cable óptico que permite, por medio del módulo de enrollado/desenrollado, almacenar correctamente el cable óptico a medida que se desenrolla el tambor, distribuir de manera regular el cable óptico para su correcto enrollado alrededor del tambor y mantenerlo tenso;

al tiempo que permite la adquisición de los datos por el sensor confocal.

4. Lista de las figuras

Otras características y ventajas de la invención resultarán evidentes tras la lectura de la siguiente descripción, proporcionada a modo de ejemplo indicativo y no limitativo, y de los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 representa una vista del dispositivo de control tridimensional sin contacto, según un modo de realización particular de la invención;
- 45 • la figura 2 ilustra más particularmente determinados elementos de unión entre el cabezal de medición y el módulo de enrollado/desenrollado, en el dispositivo de control tridimensional sin contacto del modo de realización de la figura 1;
- la figura 3 ilustra más particularmente determinados elementos del módulo de enrollado/desenrollado, en el dispositivo de control tridimensional sin contacto del modo de realización de la figura 1;
- 50 • las figuras 4a y 4b ilustran más particularmente el funcionamiento del módulo de enrollado/desenrollado, en el dispositivo de control tridimensional sin contacto del modo de realización de la figura 1;
- 55 • la figura 5 ilustra más particularmente el funcionamiento del módulo de devanado/almacenamiento, en el dispositivo de control tridimensional sin contacto del modo de realización de la figura 1;
- las figuras 6a y 6b ilustran el funcionamiento conjunto de los módulos de enrollado/desenrollado y de devanado/almacenamiento, en el dispositivo de control tridimensional sin contacto del modo de realización de la figura 1.
- 60

5. Descripción detallada

En todas las figuras del presente documento, los elementos y etapas idénticos se designan por un mismo número de referencia.

5.1 Principio general

El principio general de la invención reside en un sistema mecánico que permite el enrollado y el almacenamiento de la gran longitud de cable óptico (por ejemplo, una fibra óptica) necesaria para una utilización óptima de un sensor confocal (de codificación cromática o interferométrico), para el control tridimensional sin contacto de piezas huecas con superficie interna de revolución.

De este modo, de manera contraria a las técnicas existentes de sensores confocales con rotación integrada, cuya conexión giratoria que transmite la señal óptica solo permite recuperar una pequeña intensidad de luz, la solución de la invención permite una utilización óptima (rápida y precisa) de un sensor confocal, gracias a la posibilidad de utilizar una fibra óptica con una longitud muy grande y conservar una cadena continua de fibra óptica durante toda la duración de la medición.

En efecto, la principal dificultad mecánica en un dispositivo de control de este tipo reside en la gestión de la fibra óptica utilizada por el sensor confocal que, generalmente, realizará una cincuentena de giros en un sentido (por ejemplo, de enrollado) y una cincuentena de giros en el otro sentido (por ejemplo, de desenrollado). Ahora bien, la fibra óptica debe seguir el movimiento sin torsionarse ni estirarse.

Para ello, la solución de la invención pone en práctica, de manera sincronizada con el cabezal de medición propiamente dicho, una técnica de enrollado/desenrollado de la fibra óptica utilizada durante la medición, asociada con una técnica de devanado/almacenamiento de la fibra óptica, lo que garantiza una utilización óptima del sensor confocal.

5.2 Descripción de un modo de realización

Se presenta en relación con las figuras 1 a 3, la estructura y el funcionamiento de un dispositivo 1 de control tridimensional sin contacto, según un modo de realización particular de la invención, adaptado para el control de piezas huecas con superficie interna de revolución mediante la utilización de un sensor confocal con codificación cromática que se desplaza en traslación y en rotación en la interior de la pieza, con el fin de producir una nube de puntos en tres dimensiones correspondiente a las formas interiores de la pieza 2.

La figura 1 ilustra un dispositivo 1 de control de una pieza hueca 2, que comprende concretamente los siguientes elementos de medición, integrados en un cabezal de medición 10:

- un sensor confocal 100 conectado a un cable óptico 3 de recopilación de datos, más particularmente una fibra óptica en este modo de realización. Tal como ya se ha indicado, este sensor confocal 100 está destinado a inspeccionar, mediante un movimiento simultáneo (aunque independiente) de rotación y de traslación, la superficie interna de la pieza 2. A continuación, se observará que la rotación del sensor confocal se pone en práctica por un motor 110 y la traslación del sensor se pone en práctica por una mesa de traslación 104;
- medios 101 de medición de la traslación del sensor confocal, por ejemplo, en forma de un calibre que permite medir el desplazamiento vertical del sensor, en un dispositivo tal como el ilustrado en la figura 1;
- medios 102 de medición de la rotación del sensor confocal, por ejemplo, en forma de un codificador angular, también denominado codificador rotativo o medidor de ángulo;
- un tambor de enrollado/desenrollado 103 de la fibra óptica, a medida que el sensor rota durante la medición.

Según una técnica conocida y no descrita más en detalle en este caso, al sincronizar las adquisiciones del sensor confocal con el codificador rotativo y el calibre, se recupera una nube de puntos en 3D para obtener las formas interiores de la pieza que va a medirse.

Tal como también se ilustra en la figura 1, la invención prevé, por tanto, según este modo de realización, un módulo de enrollado y de desenrollado 11 de la fibra óptica 3 en el tambor de enrollado/desenrollado 103, así como un módulo de devanado/almacenamiento 12 de la fibra óptica 3, conectado al módulo de enrollado/desenrollado por la fibra óptica 3.

Más particularmente, el módulo de enrollado y de desenrollado 11 está sincronizado, por medio de un motor de enrollado y de desenrollado 110, con el cabezal de medición 10 para permitir la rotación del sensor confocal 100 al mismo tiempo que el enrollado/desenrollado de la fibra óptica.

Según una primera variante, el sensor confocal 100 puede realizar varios giros predeterminados (por ejemplo, entre cuarenta y cincuenta giros) para un ciclo de medición de una primera pieza que va a controlarse y realizar el mismo número de giros en el sentido inverso para un ciclo de medición para una segunda pieza que va a controlarse.

Según una segunda variante, el sensor realiza sus mediciones a la vez durante los giros de enrollado de la fibra óptica y durante los giros de desenrollado de la fibra óptica, y esto para cada pieza que va a controlarse.

5 De manera general, cuanto mayor sea el número de rotaciones que puedan realizarse por el sensor, mejor será la medición de la pieza, en cuanto a tiempo de ciclo y a calidad de la medición. Ahora bien, cuanto mayor sea el número de rotaciones realizadas por el sensor, mayor debe ser la longitud de la fibra óptica, lo que hace que la solución de la invención sea particularmente eficaz, según sus diferentes modos de realización, para una medición óptima.

10 Ahora va a describirse, en relación con las figuras 2 y 3, el módulo de enrollado y de desenrollado 11 del dispositivo 1 de control.

15 Tal como ya se ha indicado, el motor de enrollado y de desenrollado 110 del módulo de enrollado y de desenrollado 11 hace girar a la vez el sensor confocal 100 y la fibra óptica 3, por medio de los primeros medios de accionamiento 111. Por ejemplo, estos primeros medios de accionamiento 111 corresponden a una correa 111a y a un acoplador de rotación 111b.

20 Además, el motor de enrollado y de desenrollado 110 también está conectado a los segundos medios de accionamiento 112, sincronizados con los primeros medios de accionamiento 111, de un conjunto 113 de enrollado y de desenrollado de la fibra óptica 3.

25 Por ejemplo, los segundos medios de accionamiento corresponden a una segunda correa y el conjunto 113 de enrollado y de desenrollado corresponde a un tornillo de bolas asociado con una tuerca de bolas, indicados con 113b, y una roldana 113a (tal como se ilustra en la figura 3).

De este modo, el motor 110 (que hace girar el sensor confocal 100) también hace girar el tornillo de bolas, el cual permite en sí mismo subir y bajar de manera sincronizada la roldana 113a, por medio de la tuerca de bolas.

30 De esta manera, la fibra óptica 3 accionada por el sensor confocal 100 en rotación se gestiona por un conjunto mecánico que permite su enrollado y su desenrollado regulares, tal como se ilustra en las figuras 4a y 4b.

35 De este modo, la figura 4a ilustra el sentido de enrollado E de la fibra óptica 3 en el tambor 103, gracias al descenso de la roldana 113a (poniéndose en práctica este descenso en sí mismo gracias al conjunto 113b que comprende el tornillo de bolas que gira y la tuerca de bolas asociada). Este ensamblado permite, de este modo, hacer que la fibra se enrolle alrededor del tambor de manera regular en su sentido de enrollado E, por ejemplo, de arriba hacia abajo.

40 Asimismo, tal como se ilustra en la figura 4b, la subida de la roldana 113a (también poniéndose en práctica esta subida gracias al conjunto 113b que comprende el tornillo de bolas que gira y la tuerca de bolas asociada) permite hacer que la fibra óptica se desenrolle del tambor de manera regular en su sentido de desenrollado D, por ejemplo, de abajo hacia arriba.

45 Por otro lado, este modo de realización de la invención también prevé un módulo de devanado y de almacenamiento 12 que permite redistribuir y almacenar la fibra óptica, regularmente, manteniendo la fibra óptica tensa gracias a un sistema de tensión (por ejemplo, un contrapeso, un resorte o un gato neumático).

50 Por ejemplo, tal como se ilustra en la figura 5, el módulo de devanado y de almacenamiento 12 comprende una primera pluralidad de roldanas 120 que presentan un eje fijo, denominada pluralidad de roldanas fijas (o tren de roldanas fijas), y una segunda pluralidad de roldanas 121 que presentan un eje móvil, denominada pluralidad de roldanas móviles (o tren de roldanas móviles). Según este modo de realización, los trenes de roldanas fijas y móviles están conectados por la fibra óptica 3 mantenida tensa gracias a un contrapeso 1210 conectado al tren de roldanas móviles.

55 Además, el módulo de devanado y de almacenamiento 12 está conectado al módulo de enrollado/desenrollado 11 por la fibra óptica 3, accionándose el tren de roldanas móviles 121 en traslación por los movimientos de enrollado y de desenrollado de la fibra óptica.

60 La figura 6a ilustra más particularmente un estado del dispositivo 1 en el que la fibra óptica 3 está completamente enrollada alrededor del tambor 103, encontrándose la roldana 113a en la posición baja, y encontrándose el tren de roldanas móviles 121 en la posición alta.

65 A medida que se desenrolla la fibra óptica 3 del tambor 103, la roldana 113a sube (gracias al conjunto de enrollado/desenrollado 113 y al motor 110) y el tren de roldanas móviles 121 desciende, lo que se ilustra por las flechas de dirección de la roldana 113a y del tren de roldanas móviles 121.

Este estado, durante el desenrollado, se ilustra, por ejemplo, en la figura 6b, en donde puede observarse que existen menos giros de fibra óptica 3 en el tambor 103, que la roldana 113a está a punto de subir tal como indica la flecha de dirección asociada y que el tren de roldanas móviles 121 vuelve a descender, tal como también lo indica la flecha de dirección asociada.

5

De este modo, el conjunto de devanado/almacenamiento permite a la vez almacenar (acumular) la fibra óptica y redistribuirla, con el fin de que la fibra óptica pueda desenrollarse y enrollarse alrededor del tambor, al tiempo que permanece tensa gracias al contrapeso 1210.

10

De esta manera, es posible conservar una cadena continua de fibra óptica durante toda la medición, sea cual sea la longitud de fibra óptica utilizada y sea cual sea el número de giros realizados por el sensor confocal, haciendo de este modo que la utilización de un sensor confocal sea óptima para la medición tridimensional sin contacto de piezas huecas con superficie interna de revolución.

15

5.3 Procedimiento de control

La utilización de un dispositivo 1 de control tal como se describió anteriormente, según los diferentes modos de realización de la invención, permite por tanto la puesta en práctica de un procedimiento de control tridimensional sin contacto de una pieza hueca con superficie interna de revolución, denominada pieza hueca que va a controlarse, que utiliza un sensor confocal (de codificación cromática o interferométrico) y una gran longitud de fibra óptica.

20

Para ello, un procedimiento de control comprende concretamente una etapa de activación de un motor de enrollado y de desenrollado que activa, de manera sincronizada:

25

- el desplazamiento simultáneo en traslación y en rotación del sensor confocal conectado a la fibra óptica de recopilación de datos;

30

- la adquisición, por el sensor confocal, de datos de medición en tres dimensiones de las formas interiores de la pieza hueca;

- la activación de un módulo de enrollado y de desenrollado que también pone en práctica de manera sincronizada:

35

- el enrollado (o el desenrollado) de la fibra óptica alrededor de un tambor;

- el accionamiento de un conjunto de enrollado y de desenrollado de la fibra óptica;

40

- para la distribución (o el almacenamiento) de la fibra óptica por un módulo de devanado y de almacenamiento.

El procedimiento de control según la invención, tal como el definido por la reivindicación independiente 7, permite por tanto obtener mediciones tridimensionales de piezas huecas con superficie interna de revolución, precisas, rápidas y reproducibles, gracias a la utilización óptima de un sensor confocal asociado a una gran longitud de fibra óptica.

45

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1) de control tridimensional sin contacto de una pieza (2) hueca con superficie interna de revolución, denominada pieza hueca que va a controlarse, comprendiendo dicho dispositivo:

- un cabezal de medición (10) que comprende:
 - un sensor confocal (100) conectado a un cable óptico (3) de recopilación de datos y destinado a inspeccionar, por un movimiento simultáneo de rotación y de traslación, la superficie interna de dicha pieza hueca que va a controlarse;
 - un tambor de enrollado (103) de dicho cable óptico (3);
- un módulo de enrollado y de desenrollado (11) de dicho cable óptico (3) en dicho tambor de enrollado (103), estando dicho módulo de enrollado y de desenrollado (11) sincronizado, por medio de un motor de enrollado y de desenrollado (110), con dicho cabezal de medición (10) para dicha rotación de dicho sensor confocal (100);

estando dicho dispositivo caracterizado por que comprende, además:

- un módulo de devanado y de almacenamiento (12) de dicho cable óptico (3), conectado a dicho módulo de enrollado y de desenrollado por dicho cable óptico (3).

2. Dispositivo (1) de control tridimensional según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho motor de enrollado y de desenrollado (110) de dicho módulo de enrollado y de desenrollado (11) está conectado respectivamente a unos primeros medios de accionamiento (111) de rotación de dicho sensor confocal (100) y de dicho cable óptico (3) y a unos segundos medios de accionamiento (112), sincronizados con dichos primeros medios de accionamiento (111), de un conjunto (113) de enrollado y de desenrollado de dicho cable óptico (3).

3. Dispositivo (1) de control tridimensional según la reivindicación 2, caracterizado por que dichos primeros medios de accionamiento (111) corresponden a una correa (111a) y un acoplador de rotación (111b) entre dicho sensor confocal (100) y dicho cable óptico (3).

4. Dispositivo (1) de control tridimensional según la reivindicación 2 o la reivindicación 3, caracterizado por que dicho conjunto de enrollado y de desenrollado (113) de dicho cable óptico comprende una roldana (113a) y unos medios de traslación (113b) de dicha roldana (113a).

5. Dispositivo (1) de control tridimensional según la reivindicación 4, caracterizado por que:

- cuando dicha roldana (113a) se acciona hacia abajo por dichos medios de traslación (113b), dicho cable óptico (3) se enrolla alrededor de dicho tambor de enrollado (103), en un sentido de enrollado E;
- cuando dicha roldana (113a) se acciona hacia arriba por dichos medios de traslación (113b), dicho cable óptico (3) se desenrolla de dicho tambor de enrollado (103), en un sentido de desenrollado D.

6. Dispositivo (1) de control tridimensional según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho módulo de devanado y de almacenamiento (12) comprende una primera pluralidad de roldanas (120) que presentan un eje fijo, denominada pluralidad de roldanas fijas, y una segunda pluralidad de roldanas (121) que presentan un eje móvil, denominada pluralidad de roldanas móviles, estando dichas pluralidades de roldanas fijas y móviles conectadas por dicho cable óptico (3) tenso,

y por que dicha pluralidad de roldanas móviles (121) se acciona en traslación por los movimientos de enrollado y de desenrollado de dicho cable óptico (3).

7. Procedimiento de control tridimensional sin contacto de una pieza hueca con superficie interna de revolución, denominada pieza hueca que va a controlarse, caracterizado por que comprende una etapa de activación de un motor de enrollado y de desenrollado que activa, de manera sincronizada, las siguientes etapas:

- desplazar simultáneamente en traslación y en rotación un sensor confocal conectado a un cable óptico de recopilación de datos;
- adquirir, por dicho sensor confocal, datos de medición en tres dimensiones de las formas interiores de dicha pieza hueca;
- activar un módulo de enrollado y de desenrollado que pone en práctica las siguientes subetapas, de manera sincronizada:

5

- enrollar o desenrollar dicho cable óptico alrededor de un tambor;
- accionar un conjunto de enrollado y de desenrollado de dicho cable óptico;
- almacenar o distribuir dicho cable óptico por un módulo de devanado y de almacenamiento.

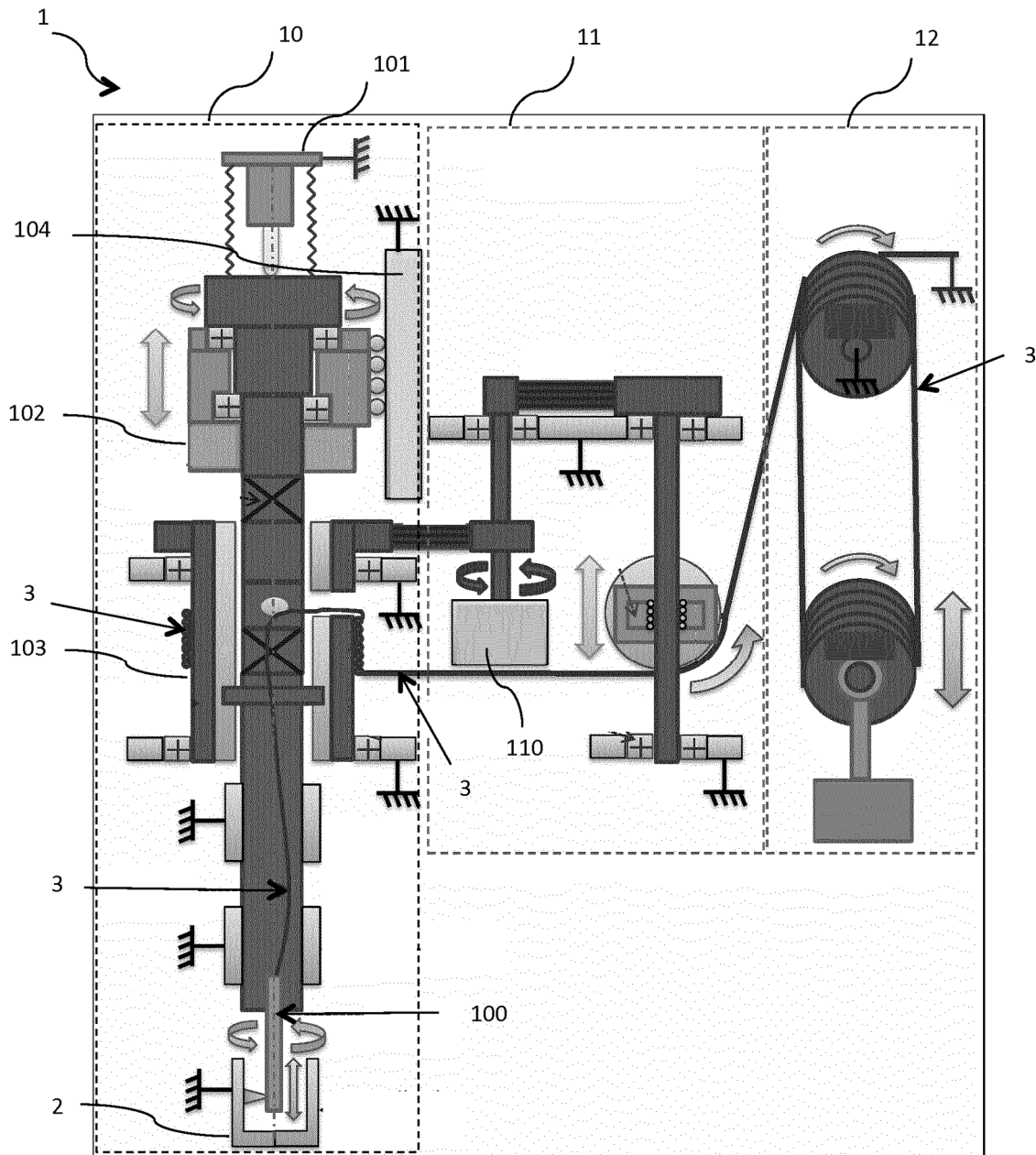


Figura 1

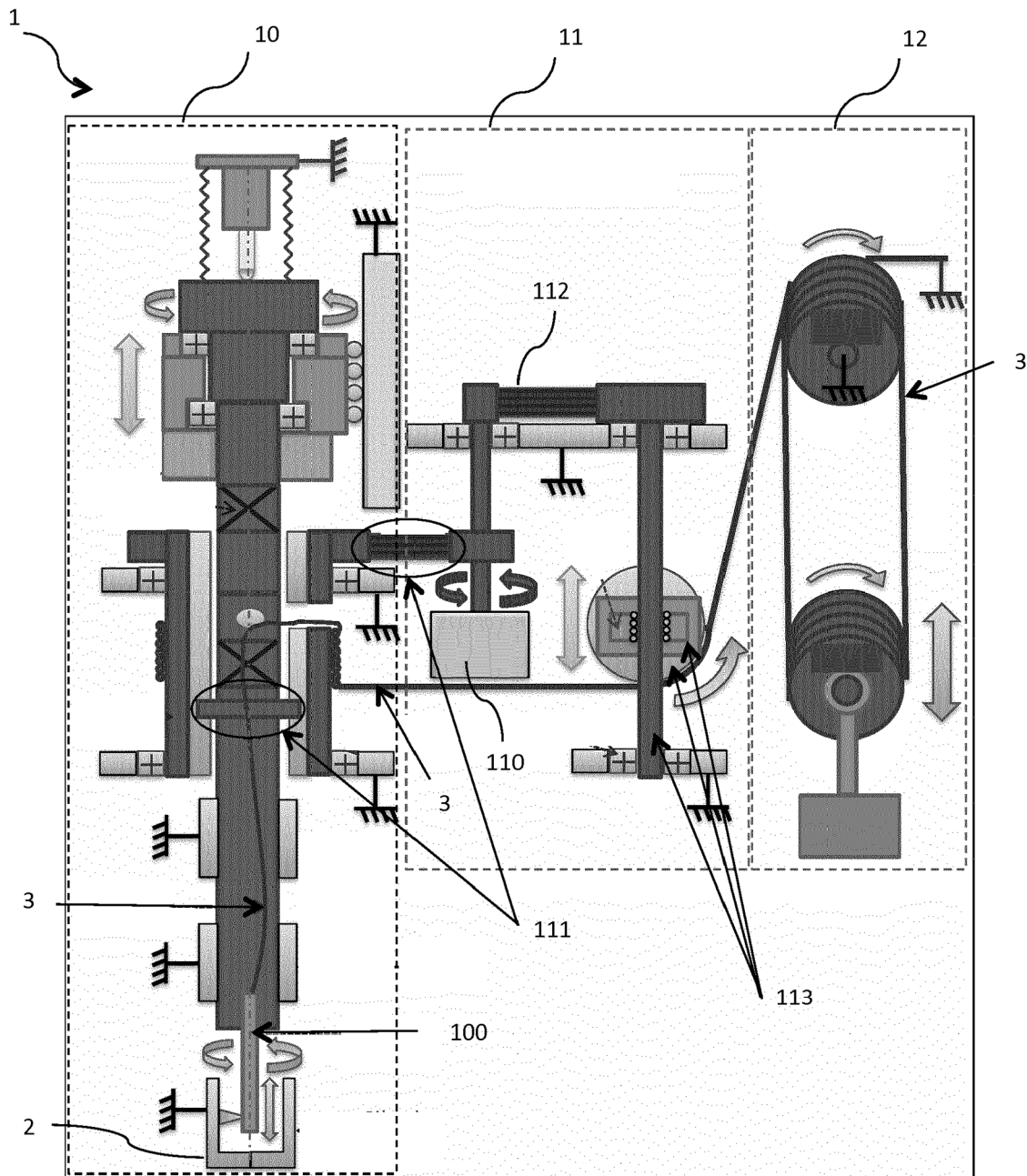


Figura 2

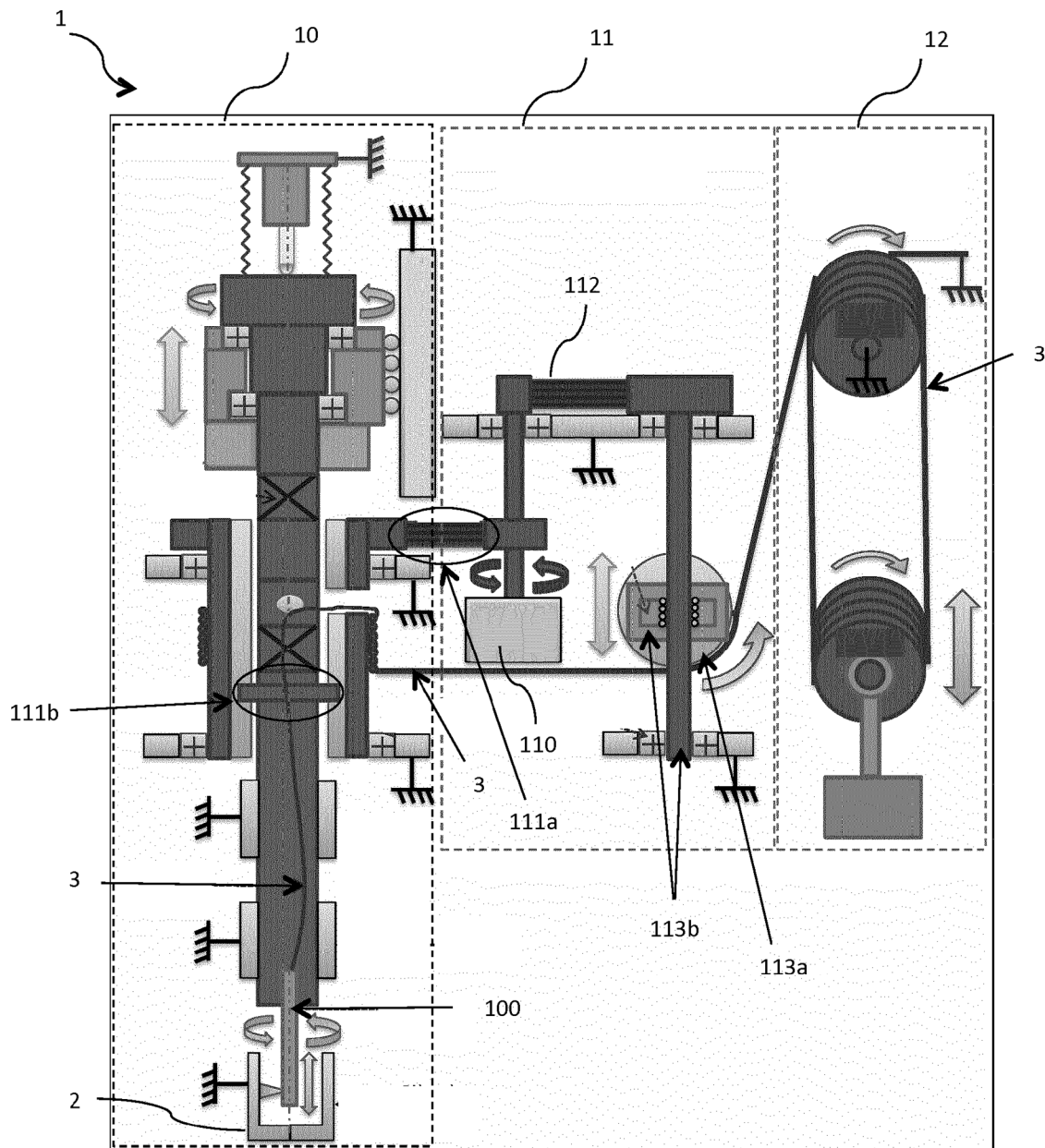


Figura 3

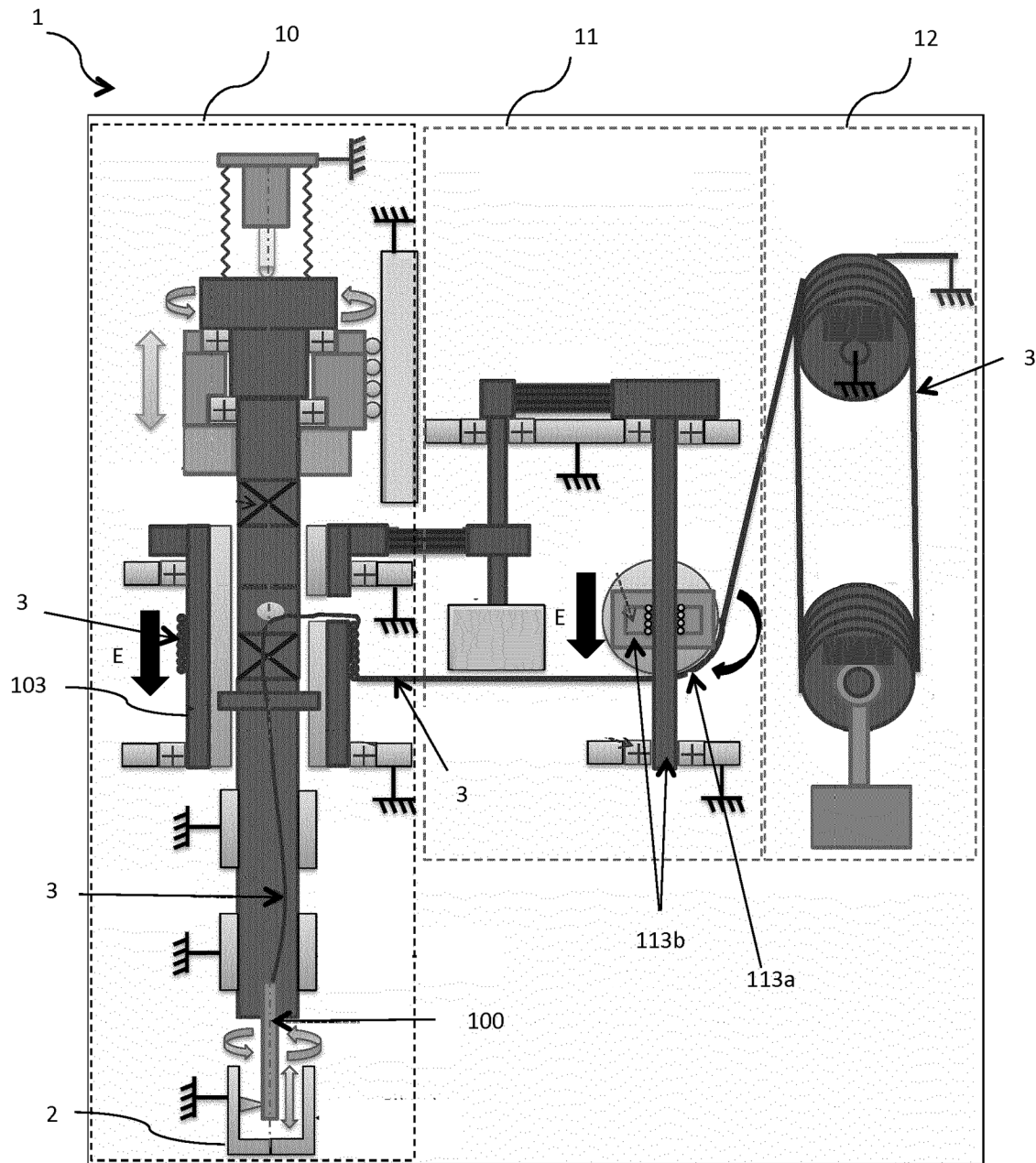


Figura 4a

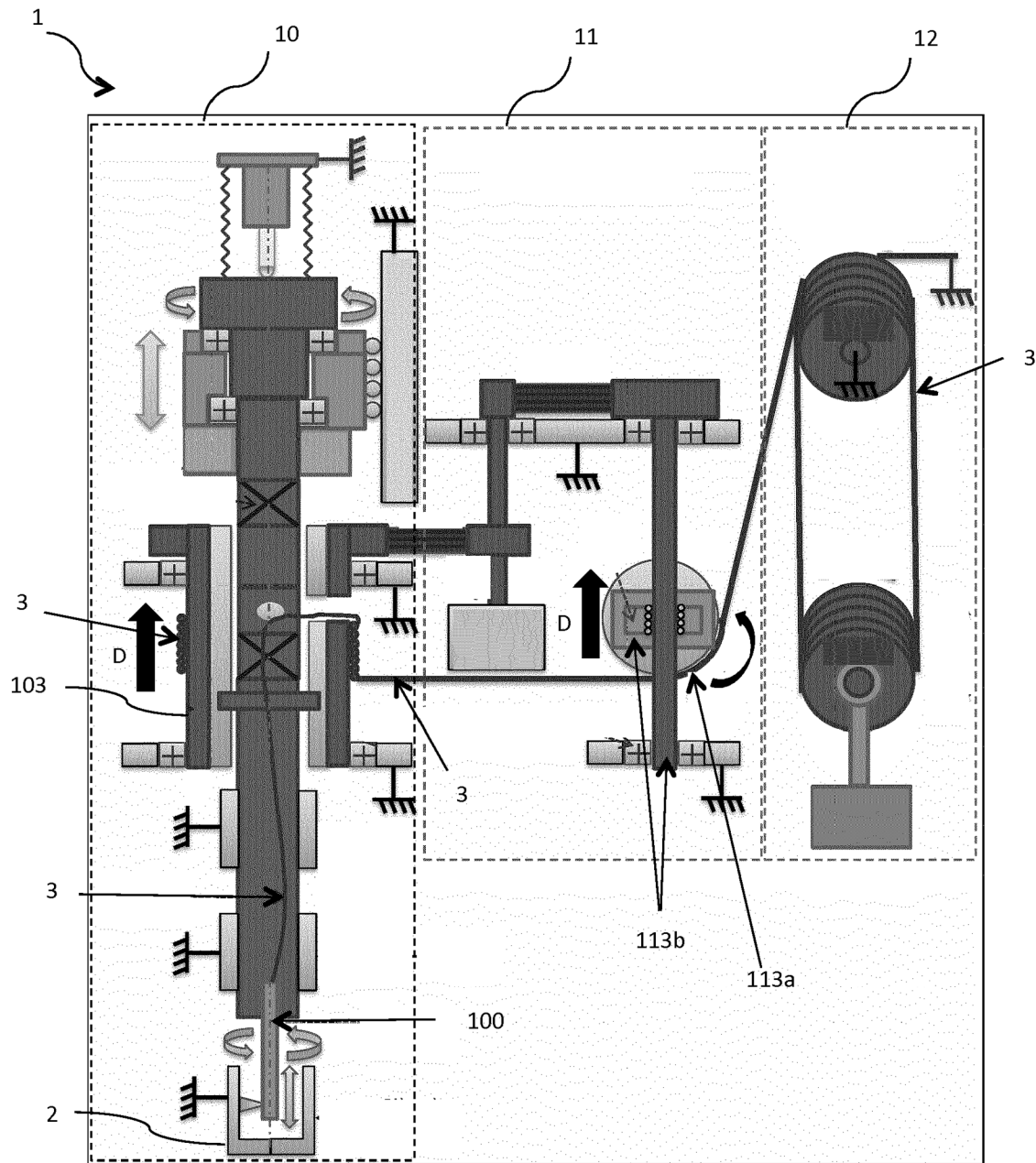


Figura 4b

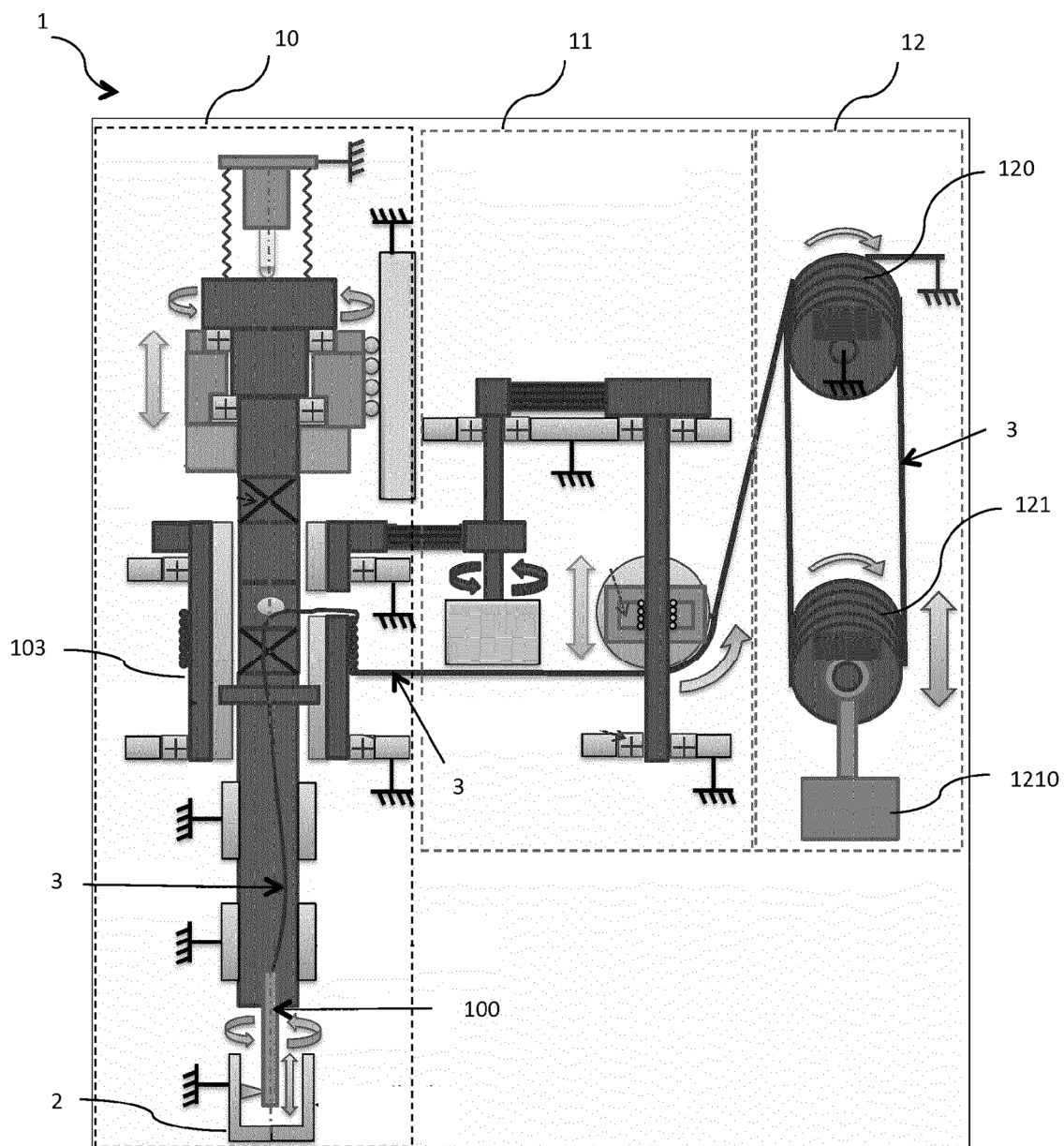


Figura 5

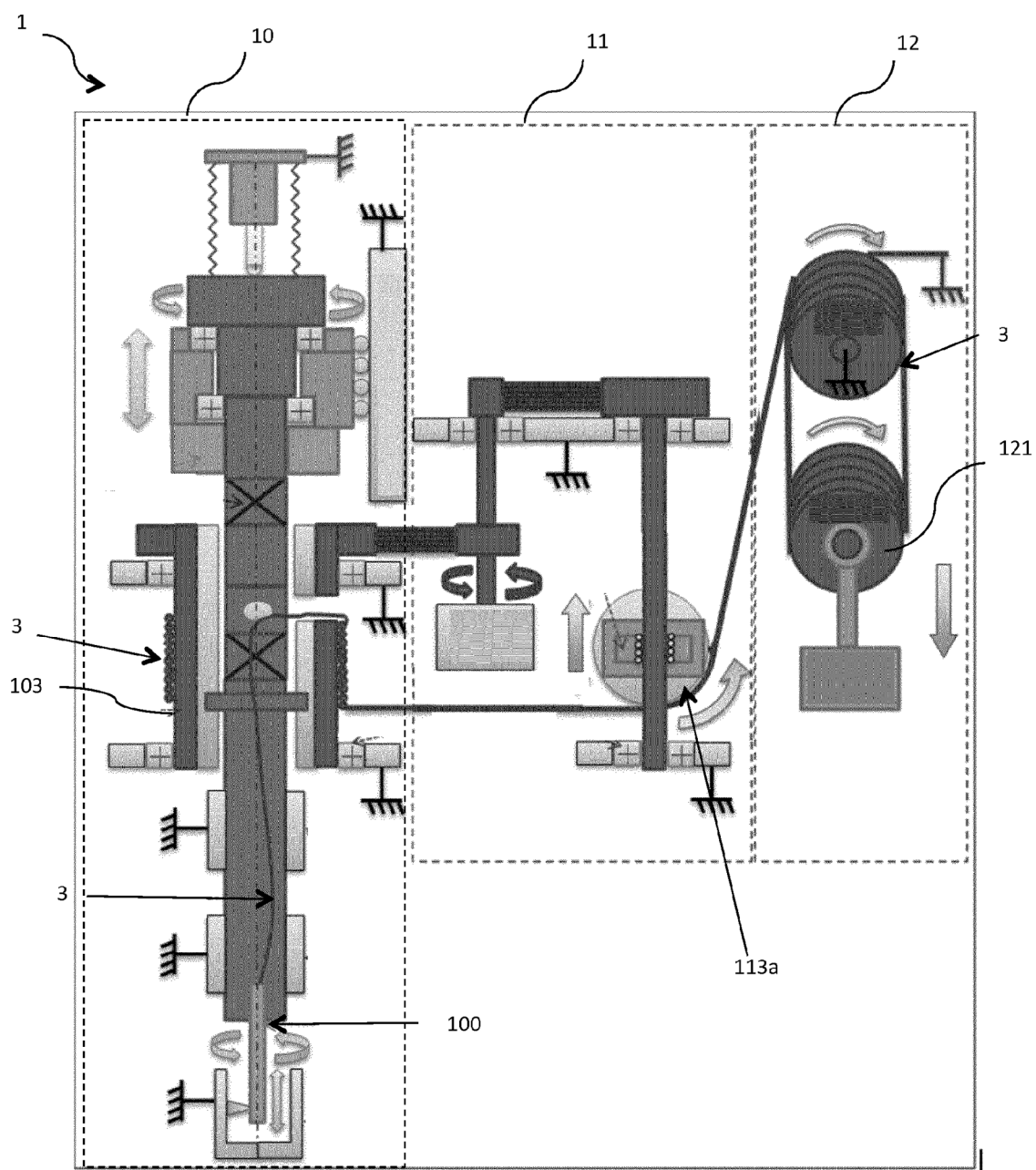


Figura 6a

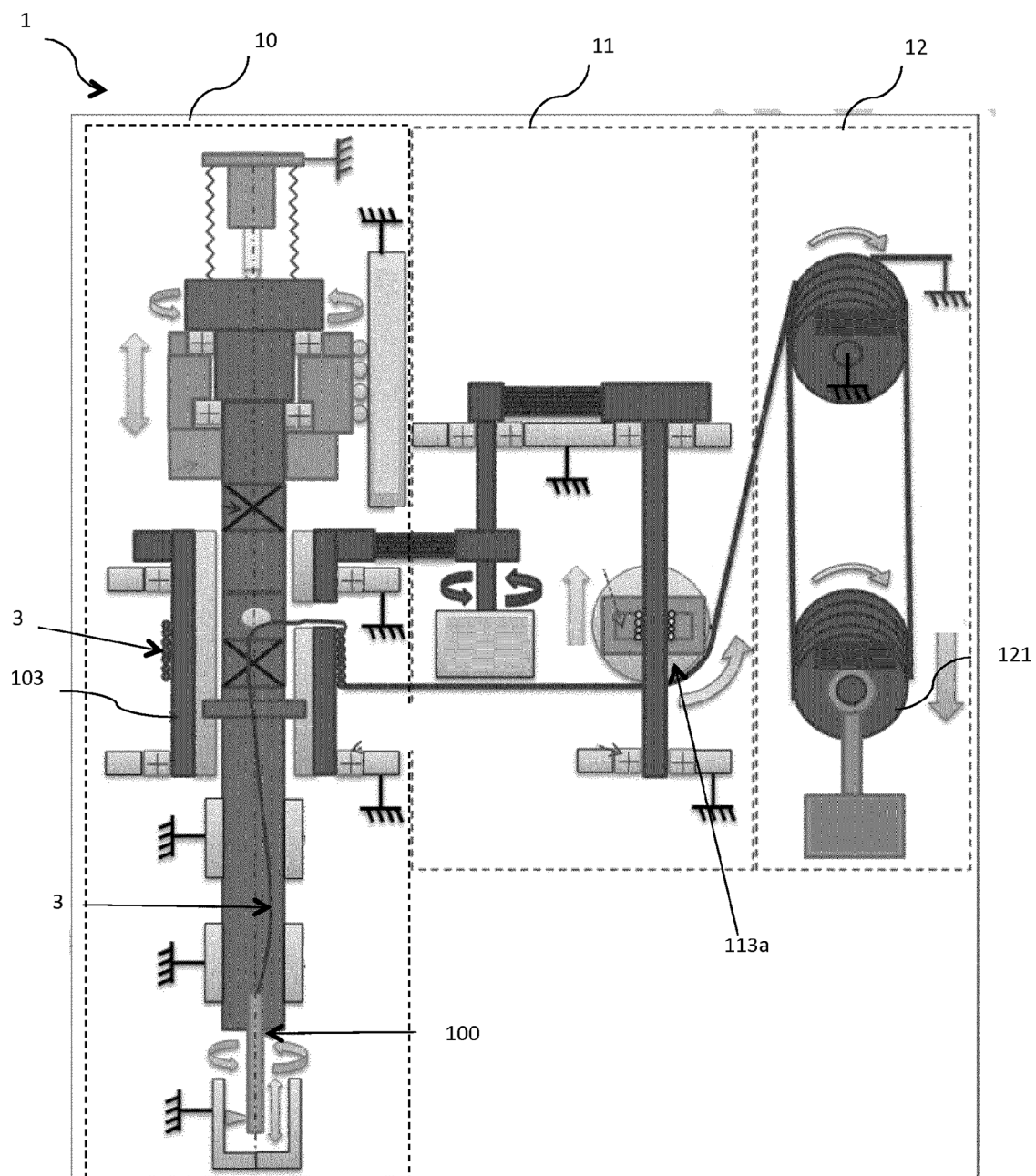


Figura 6b