

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 028 794**

51 Int. Cl.:

G01N 3/20 (2006.01)

G09G 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.06.2020 PCT/US2020/037710**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.12.2020 WO20263606**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2020 E 20751797 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2025 EP 3987270**

54 Título: **Métodos y aparatos para realizar mediciones de carga en sustratos flexibles**

30 Prioridad:

24.06.2019 US 201962865641 P
12.06.2020 US 202016900210

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.06.2025

73 Titular/es:

ILLINOIS TOOL WORKS, INC. (100.00%)
155 Harlem Avenue
Glenview, Illinois 60025, US

72 Inventor/es:

LEVESQUE, PHILIPPE y
CARBONE, ALEXANDER T.

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ POU, Felipe

ES 3 028 794 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

Métodos y aparatos para realizar mediciones de carga en sustratos flexibles

5 Antecedentes

Esta descripción se refiere generalmente a las pruebas de materiales y, más particularmente, a los métodos y aparatos para realizar mediciones de carga en sustratos flexibles.

10 La prueba de confiabilidad de un ensamble, o componentes móviles de un ensamble, puede implicar realizar repetidamente movimientos previstos y/o no previstos de los componentes para verificar que los componentes y/o el ensamble funcionen de manera confiable durante un número mínimo definido de ciclos de los movimientos. Por ejemplo, las pruebas de confiabilidad de un sustrato flexible pueden implicar flexionar repetidamente el sustrato de una o más maneras, mientras se prueba el funcionamiento continuo del dispositivo y/o se monitorean varios modos de falla. El estado de la técnica relacionado comprende el documento JP 2019 039743 A, el documento US 2019/154555 A1, el documento US 2017/013729 A1, el documento US 2010/116064 A1, el documento US 8 919 205 B2 y el documento KR 101 489 667 B1.

20 Resumen

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas. Los métodos y aparatos para realizar mediciones de carga en sustratos flexibles se describen, sustancialmente como se ilustra y se describe en relación con al menos una de las figuras, como se establece más completamente en las reivindicaciones.

25 Breve descripción de los dibujos

Estas y otras características, aspectos y ventajas de la presente descripción se comprenderán mejor cuando se lea la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos adjuntos en los que los caracteres similares representan partes similares a lo largo de los dibujos, en donde:

30 Las Figuras 1A y 1B son diagramas de bloques que ilustran un sistema de prueba de sustrato flexible ilustrativo para realizar pruebas de propiedades mecánicas en un sustrato flexible, de acuerdo con aspectos de esta descripción.

La Figura 1C es un diagrama de bloques de otro sistema de prueba de sustrato flexible ilustrativo configurado para realizar múltiples pliegues en el sustrato.

35 La Figura 2 es un diagrama de bloques de una implementación de ejemplo del sistema de prueba de sustrato flexible de la Figura 1.

La Figura 3 es una vista en perspectiva de una implementación de ejemplo del sistema de prueba de sustrato flexible de la Figura 1, que ilustra la primera y segunda placas en una posición abierta o plana.

40 La Figura 4 es una vista en perspectiva del sistema de prueba de sustrato flexible ilustrativo de la Figura 3, en la posición abierta o plana y omitiendo la primera y segunda placas.

La Figura 5 es una vista en perspectiva del sistema de prueba de sustrato flexible ilustrativo de la Figura 3, en una posición intermedia.

45 La Figura 6 es otra vista en perspectiva del sistema de prueba de sustrato flexible ilustrativo de la Figura 3, en la posición intermedia.

La Figura 7 es una vista en perspectiva del sistema de prueba de sustrato flexible ilustrativo de la Figura 3, en una posición cerrada o plegada.

La Figura 8 es una vista en alzado lateral del sistema de prueba de sustrato flexible ilustrativo de la Figura 3, en la posición cerrada o plegada.

50 La Figura 9 es una vista parcialmente despiezada del enlace de traslación de la Figura 3.

La Figura 10 es un diagrama de flujo representativo de un método ilustrativo para medir cargas en un sustrato flexible, que puede realizarse mediante los sistemas de prueba de sustrato flexible ilustrativos de las Figuras 1-9.

Las figuras no están necesariamente a escala. Donde cada vez que sea apropiado, se usan números de referencia similares o idénticos para referirse a componentes similares o idénticos.

55 Descripción detallada

60 Los sistemas de prueba de sustratos flexibles convencionales no miden las cargas o tensiones en los sustratos flexibles durante el plegado o el despliegue. En cambio, los sistemas de prueba de sustrato flexible convencionales pueden implicar pruebas tales como análisis de defectos y otras pruebas y análisis estáticos.

65 Los sistemas y métodos de prueba de sustratos flexibles ilustrativos descritos proporcionan pruebas de tensión para sustratos flexibles, que incluyen la medición de cargas dinámicas y/o estáticas en el sustrato flexible durante la deformación tal como el plegado y/o el desplegado. Algunos sistemas y métodos ilustrativos descritos reducen o minimizan el estrés adicional inducido en el sustrato flexible por el propio sistema de prueba de sustrato flexible. Por ejemplo, algunos sistemas de prueba de sustratos flexibles descritos incluyen un dispositivo de sujeción que

proporciona un plegado y desplegado repetitivo de un sustrato flexible, tal como una pantalla de visualización flexible. Los ejemplos descritos configuran el enmarcado, tal como la guía de las partes móviles, de manera que el enmarcado no crea compresión o tensión adicional en el sustrato flexible a medida que los extremos del sustrato se pliegan o despliegan juntos.

5 A diferencia de los sistemas de prueba de sustrato flexible convencionales que realizan dos curvas de 90 grados, los sistemas de prueba ilustrativos descritos reducen o evitan el estrés inducido en el sustrato bajo prueba de la instalación de prueba (por ejemplo, el estrés distinto del estrés que experimenta naturalmente y necesariamente el material debido al plegado). Algunos sistemas de prueba convencionales que realizan dos curvas de 90 grados intentan eliminar tal tensión manteniendo el material de manera que la sección del sustrato se use para funcionar como un amortiguador contra la tensión y la compresión del material.

15 A diferencia de los sistemas de prueba convencionales, los sistemas de prueba ilustrativos descritos se configuran geoméricamente para girar las porciones del sustrato de manera que el sustrato pueda extenderse completamente en la posición abierta o desplegada, pero no experimentan tensión provocada por la rotación del accesorio de prueba. Como resultado, los sistemas de prueba ilustrativos y los accesorios de prueba para sustratos flexibles descritos proporcionan mediciones más precisas del estrés en sustratos flexibles durante las mediciones repetitivas del estrés.

20 Los sistemas de prueba de sustrato flexible ilustrativos descritos incluyen una primera estructura de soporte de sustrato configurada para contener una primera porción de un sustrato flexible en prueba, una segunda estructura de soporte de sustrato configurada para contener una segunda porción del sustrato flexible, uno o más actuadores configurados para mover la primera y la segunda estructuras de soporte de sustrato en ángulos respectivos para plegar el sustrato flexible, y celdas de carga configuradas para medir las cargas en la primera estructura de soporte de sustrato y la segunda estructura de soporte de sustrato mientras el actuador mueve la primera estructura de soporte de sustrato y la segunda estructura de soporte de sustrato.

30 En algunos sistemas de prueba de sustrato flexible ilustrativos, la primera y la segunda estructuras de soporte de sustrato se configuran para plegar el sustrato a un ángulo de más de 0 grados y menos de o igual a 360 grados. En algunos sistemas de prueba de sustrato flexible ilustrativos, la primera estructura de soporte de sustrato se configura para girar hasta 90 grados y la segunda estructura de soporte de sustrato se configura para girar hasta 90 grados para plegar el sustrato en un ángulo de hasta 180 grados. En algunos sistemas de prueba de sustrato flexible ilustrativos, el uno o más actuadores se configuran para mover la primera y segunda estructuras de soporte de sustrato simultáneamente.

35 En algunos sistemas de prueba de sustratos flexibles ilustrativos, el uno o más accionadores se configuran para mover la primera y segunda estructuras de soporte de sustrato al accionar un único eje de entrada. En algunos sistemas de prueba de sustrato flexible ilustrativos, el eje de entrada se acopla a un primer eje secundario configurado para mover la primera estructura de soporte de sustrato y a un segundo eje secundario configurado para mover la segunda estructura de soporte de sustrato. En algunos sistemas de prueba de sustrato flexible ilustrativos, el primer eje secundario se acopla a la primera estructura de soporte de sustrato a través de un primer sistema de engranaje configurado para hacer girar la primera estructura de soporte de sustrato alrededor de un primer eje definido por el primer sistema de engranaje, y el segundo eje secundario se acopla a la segunda estructura de soporte de sustrato a través de un segundo sistema de engranaje configurado para hacer girar la segunda estructura de soporte de sustrato alrededor de un segundo eje definido por el segundo sistema de engranaje. En algunos sistemas de prueba de sustrato flexible ilustrativos, el primer y segundo sistemas de engranajes se configuran para girar la primera porción del sustrato flexible y la segunda porción del sustrato flexible simultánea y proporcionalmente. En algunos sistemas de prueba de sustrato flexible ilustrativos, el primer eje y el segundo eje se separan para crear múltiples pliegues en el sustrato.

50 Algunos sistemas de prueba de sustratos flexibles ilustrativos incluyen circuitos de control configurados para determinar las cargas en el sustrato flexible en base a la información de carga de las celdas de carga.

55 En algunos sistemas de prueba de sustrato flexible ilustrativos, la primera estructura de soporte de sustrato incluye una primera placa que tiene una primera superficie y la segunda estructura de soporte de sustrato incluye una segunda placa que tiene una segunda superficie. En algunos sistemas de prueba de sustrato flexible ilustrativos, el sistema de prueba de sustrato flexible se configura para colocar un primer plano de la primera superficie y un segundo plano de la segunda superficie verticalmente durante el plegado y el desplegado.

60 Algunos sistemas de prueba de sustrato flexible ilustrativos incluyen un primer enlace de traslación configurado para contener la primera estructura de soporte de sustrato y para limitar el movimiento de la primera estructura de soporte de sustrato en direcciones paralelas a la primera superficie de la primera estructura de soporte de sustrato. Algunos sistemas de prueba de sustrato flexible ilustrativos incluyen un segundo enlace de traslación configurado para contener la segunda estructura de soporte de sustrato y para limitar el movimiento de la segunda estructura de soporte de sustrato en direcciones paralelas a la segunda superficie de la segunda estructura de soporte de sustrato. En algunos sistemas de prueba de sustrato flexible ilustrativos, el primer enlace de traslación incluye un

primer enlace de cuatro varillas acoplado a la primera estructura de soporte de sustrato y el segundo enlace de traslación incluye un segundo enlace de cuatro varillas acoplado a la segunda estructura de soporte de sustrato.

5 Algunos sistemas de prueba de sustrato flexible ilustrativos incluyen circuitos de control configurados para determinar las cargas en el sustrato flexible en base a una carga dinámica medida por las celdas de carga durante el plegado o despliegue del sustrato flexible. Algunos sistemas de prueba de sustrato flexible ilustrativos incluyen circuitos de control configurados para determinar la carga sobre el sustrato flexible en base a una carga estática medida por las celdas de carga al completar el plegado o el despliegue del sustrato flexible.

10 Los métodos ilustrativos descritos para medir cargas en un sustrato flexible implican: mover, a través de un actuador, una primera porción de un sustrato flexible bajo prueba y una segunda porción del sustrato flexible para plegar o desplegar el sustrato flexible; y medir una carga en el sustrato flexible resultante del movimiento.

15 En algunos métodos ilustrativos, mover la primera porción del sustrato flexible implica girar una primera estructura de soporte de sustrato que contiene la primera porción del sustrato flexible, y mover la segunda porción del sustrato flexible implica girar una segunda estructura de soporte de sustrato que contiene la segunda porción del sustrato flexible.

20 Algunos otros sistemas de prueba de sustrato flexible ilustrativos descritos incluyen: una primera placa que comprende una primera superficie configurada para contener un primer lado de un sustrato flexible en prueba; un primer enlace de traslación configurado para contener la primera placa y para limitar el movimiento de la segunda placa en direcciones paralelas a la primera superficie de la primera placa; una segunda placa que comprende una segunda superficie configurada para contener un segundo lado del sustrato flexible; un segundo enlace de traslación configurado para contener la segunda placa y para limitar el movimiento de la segunda placa en direcciones paralelas a la segunda superficie de la segunda placa; uno o más actuadores configurados para mover la primera y la segunda placas en ángulos respectivos para plegar el sustrato en un ángulo mayor que 0 grados y menor que o igual a 180 grados; y celdas de carga configuradas para medir las cargas en la primera placa y la segunda placa mientras el actuador mueve la primera placa y la segunda placa.

30 Las Figuras 1A y 1B son diagramas de bloques que ilustran un sistema de prueba de sustrato flexible 100 ilustrativo para realizar pruebas de propiedades mecánicas en un sustrato flexible 102. La Figura 1A ilustra el sistema de prueba de sustrato flexible 100 en una posición abierta, plana o desplegada. La Figura 1B ilustra el sistema de prueba 100 en una posición cerrada o plegada. El sustrato flexible ilustrativo 102 puede ser una pantalla de visualización flexible u otro dispositivo, tela, material y/o cualquier otro sustrato. El sistema 100 de la Figura 1 se configura para plegar y desplegar repetidamente el sustrato flexible 102 para medir la tensión (por ejemplo, la fuerza de plegado) en el sustrato 102.

40 El sistema de ejemplo 100 incluye una primera placa 104, una segunda placa 106, un actuador 110, una primera y segunda celdas de carga 112a, 112b, y un primer y segundo enlace de traslación 114a, 114b. El sistema 100 puede incluir características adicionales, tales como soporte estructural o enmarcado, circuitos de procesamiento, comunicaciones y/o circuitos de entrada/salida (E/S), y/o cualquier otro componente. Las celdas de carga 112a, 112b pueden emitir mediciones de carga durante el plegado y/o despliegue (por ejemplo, mediciones de carga dinámica) y/o al concluir un proceso de plegado y/o despliegue (por ejemplo, mediciones de carga estática).

45 Cuando se pliega, se considera que el sustrato flexible 102 tiene un primer lado 116 y un segundo lado 118 en los extremos opuestos del doblado 120 o pliegue en el sustrato 102. El primer lado 116 y el segundo lado 118. La Figura 1 ilustra el sustrato en una posición desplegada o plana (línea continua) y en una posición plegada (línea de puntos).

50 La primera placa 104 es una primera estructura de soporte de sustrato, y tiene una primera superficie 122 a la que se une o fija el primer lado 116 del sustrato 102, y se mantiene estacionaria con respecto a la primera superficie 122. La segunda placa 106 es una segunda estructura de soporte de sustrato, y tiene una segunda superficie 124 a la que se une o fija el segundo lado 118 del sustrato 102, y se mantiene estacionaria con respecto a la segunda superficie 124. Las placas 104, 106 están separadas por un espacio, que se une mediante una porción del sustrato 102 que forma la curva 120 cuando el sustrato 102 se pliega.

55 Si bien la primera y la segunda estructuras de soporte de sustrato en la Figura 1A son la primera y la segunda placas, en otros ejemplos la primera y la segunda estructuras de soporte de sustrato pueden ser diferentes. Por ejemplo, otras estructuras de soporte de sustrato primero y segundo pueden incluir clips o abrazaderas para sujetar porciones del sustrato 102 para permitir el plegado sin unir el sustrato 102 a la placa.

60 El actuador 110 se acopla a la primera placa 104 y la segunda placa 106 para mover las placas 104, 106. Como se ilustra en las Figuras 1A y 1B, el actuador 110 mueve las placas 104, 106 entre una posición abierta, plana o desplegada, en la que el sustrato 102 se despliega (Figura 1A) y una posición cerrada o plegada, en la que el sustrato 102 se pliega (Figura 1B). En algunos ejemplos, el actuador 110 puede ser un motor unido a la primera y segunda placas 104, 106 a través de enlaces respectivos.

65

Las celdas de carga 112a, 112b miden las cargas en la primera placa 104 y la segunda placa 104, respectivamente, mientras que el actuador 110 mueve las placas 104, 106. En particular, las celdas de carga 112a, 112b miden la tensión en el sustrato 102 a medida que el sustrato 102 se pliega al medir la carga ejercida por el primer lado 116 del sustrato 102 sobre la primera placa 104 y la carga ejercida por el segundo lado 118 del sustrato 102 sobre la segunda placa 106.

Los enlaces de traslación 114a, 114b limitan el movimiento de la primera placa 104 y la segunda placa 106 en direcciones distintas de las direcciones en las que las celdas de carga 112a, 112b son cargadas por la primera placa 104 y la segunda placa 106, respectivamente. Por ejemplo, si la celda de carga 112a se configura para medir cargas en una dirección perpendicular al plano de la primera superficie 122, el enlace de traslación 114a limita el movimiento de la primera placa 104 en direcciones paralelas al plano de la primera superficie 122 mientras permite que la carga se transfiera de la primera placa 104 a la celda de carga 112a (por ejemplo, en una dirección perpendicular a una superficie de la primera placa 104 y/o el sustrato 102). De manera similar, si la celda de carga 112b se configura para medir cargas en una dirección perpendicular al plano de la segunda superficie 124, el enlace de traslación 114b limita el movimiento de la segunda placa 106 en direcciones paralelas al plano de la segunda superficie 124 mientras permite que la carga se transfiera de la segunda placa 106 a la celda de carga 112b (por ejemplo, en una dirección perpendicular a una superficie de la segunda placa 106 y/o el sustrato 102).

Los enlaces de ejemplo 114a, 114b cada uno puede incluir uno o más enlace de cuatro varillas acoplados a marcos que están fijos con respecto a las celdas de carga 112a, 112b. En algunos ejemplos, los enlaces de traslación 114a, 114b se limitan además en una dirección hacia la celda de carga 112a, 112b para evitar la sobrecarga de las celdas de carga 112a, 112b. Por ejemplo, un punto de parada puede unirse al marco para evitar el movimiento del(de los) enlace(s) de cuatro varillas y la primera placa 104 hacia la celda de carga 112a más allá de los puntos de parada.

En funcionamiento, las celdas de carga de ejemplo 112a, 112b pueden polarizarse o compensarse, después de asegurar el sustrato 102 a la primera placa 104 y la segunda placa 106, para restar una precarga de las mediciones de prueba. Por ejemplo, la precarga en las celdas de carga 112a, 112b puede ocurrir debido al peso de las placas 104, 106, el peso de los enlaces de traslación 114a, 114b, y el peso del primer lado 116 del sustrato 102 en la primera placa 104 y el peso del segundo lado del sustrato 102 en la segunda placa 106. Al determinar las cargas previas en las celdas de carga 112a, 112b, las celdas de carga 112a, 112b pueden calibrarse o compensarse para medir el esfuerzo sobre el sustrato 102 durante el plegado y el desplegado.

En algunos ejemplos, el sistema de prueba 100 se coloca de manera que la primera placa 104 y la segunda placa 106 se colocan verticalmente, y las placas 104, 106 se mueven horizontalmente. Por ejemplo, el eje de rotación de las placas 104, 106 es vertical, o recto hacia arriba y hacia abajo, y los pesos de las placas 104, 106 no están dirigidos hacia las celdas de carga 112a, 112b.

Para reducir o evitar inducir tensión sobre el sustrato 102 debido a la fijación, los ejes de rotación 126a, 126b (por ejemplo, puntos de pivote) se desplazan del sustrato 102. La longitud del desplazamiento puede basarse, por ejemplo, en un radio de plegado r del sustrato 102. Cuando el sustrato 102 se despliega en la posición abierta, la distancia entre las placas 104, 106 (por ejemplo, una distancia unida por el sustrato 102) también puede basarse en el radio, tal como una distancia de aproximadamente $3,14*r$, que es aproximadamente igual a la circunferencia de la porción plegada del sustrato 102 en la posición plegada o cerrada. Adicional o alternativamente, el desplazamiento entre los ejes 126a, 126b y las placas 104, 106 puede configurarse en base al radio, de manera que la distancia entre las placas 104, 106 sea de aproximadamente $2*r$. Al configurar los ejes 126a, 126b, y/o configurar las placas 104, 106 en base a los ejes estacionarios 126a, 126b y el radio de plegado deseado, el sistema de prueba 100 permite que el sustrato 102 se extienda completamente cuando se despliega y se pliegue a un radio de plegado deseado, sin inducir tensión o compresión en el sustrato 102 debido al plegado. En algunos ejemplos, el radio de plegado puede hacer que el sustrato 102 falle prematuramente, lo que puede medirse como parte de la prueba.

En el ejemplo de la Figura 1A, las mediciones emitidas por las celdas de carga 112a, 112b se compensan para los pesos de la primera placa 104 y la segunda placa 106 y/o la carga inercial de la primera placa 104 y/o la carga inercial de la segunda placa 106, para proporcionar una medición de las fuerzas, tensiones o cargas sobre el sustrato flexible 102. Por ejemplo, la porción del peso de la segunda placa 106 y la porción de la carga inercial de la segunda placa 106 que da como resultado una fuerza medible por la celda de carga 112 puede cambiar continuamente durante el movimiento de plegado. Un sistema de procesamiento (por ejemplo, el procesador 203 descrito más abajo) puede configurarse para compensar las mediciones recibidas de las celdas de carga 112a, 112b en base a las características, las direcciones de plegado, las velocidades de plegado y/o las trayectorias de plegado de la primera placa 104, la segunda placa 106 y/o el actuador 110, y/o cualquier otra fuerza dinámica que se produzca durante los procesos de plegado y/o despliegue.

La Figura 1C es un diagrama de bloques de otro sistema de prueba de sustrato flexible 150 de ejemplo configurado para realizar múltiples pliegues en el sustrato 102. El sistema de prueba de sustrato flexible ilustrativo 150 de la Figura 1C incluye la primera y segunda placas 104, 106, y además incluye una tercera estructura de soporte de sustrato 152, tal como una tercera placa.

En el ejemplo de la Figura 1C, los ejes 126a, 126b se desplazan lo suficiente como para provocar múltiples pliegues en el sustrato 102 (por ejemplo, tríplico o más). Por ejemplo, una tercera porción 154 del sustrato 102, tal como una porción central del sustrato 102, se asegura a la estructura de soporte estacionaria 152, mientras que las placas 104, 106 se accionan para realizar pliegues a lo largo de múltiples ejes correspondientes a los ejes 126a, 126b.

5 Adicional o alternativamente, mientras que los ejes de plegado simple y los ejes de plegado doble se describen anteriormente, otros ejemplos pueden tener tres o más ejes de plegado mediante el uso de estructuras de soporte de sustrato correspondientes (por ejemplo, placas) y sistemas de engranaje correspondientes para controlar la rotación de las estructuras de soporte de sustrato. Además, mientras que el ejemplo de la Figura 1C se configura para plegar ambas secciones del sustrato 116, 118 hacia un mismo lado de la tercera sección 154, en otros ejemplos las placas 104, 106 y los ejes 126a, 126b se configuran para plegar las secciones 116, 118 hacia lados opuestos de la tercera sección 154 (por ejemplo, un pliegue en forma de Z en lugar de un pliegue en forma de U).

15 La Figura 2 es un diagrama de bloques de una implementación de ejemplo del sistema de prueba de sustrato flexible 100 de la Figura 1A. Como se ilustra en la Figura 2, el sistema de prueba de sustrato flexible 100 incluye un accesorio de prueba 201 y un dispositivo informático 202.

El dispositivo informático ilustrativo 202 puede ser un ordenador de propósito general, un ordenador portátil, una tableta, un dispositivo móvil, un servidor, un ordenador todo en uno y/o cualquier otro tipo de dispositivo informático. El dispositivo de cálculo 202 de la Figura 2 incluye un procesador 203, que puede ser una unidad de procesamiento central (CPU) de propósito general. En algunos ejemplos, el procesador 203 puede incluir una o más unidades de procesamiento especializadas, tales como FPGA, procesadores RISC con un núcleo ARM, unidades de procesamiento gráfico, procesadores de señales digitales y/o sistemas en un chip (SoC). El procesador 203 ejecuta instrucciones legibles por máquina 204 que pueden almacenarse localmente en el procesador (por ejemplo, en una caché incluida o SoC), en una memoria de acceso aleatorio 206 (u otra memoria volátil), en una memoria de solo lectura 208 (u otra memoria no volátil tal como la memoria FLASH), y/o en un dispositivo de almacenamiento masivo 210. El dispositivo de almacenamiento masivo del ejemplo 210 puede ser un disco duro, un disco de estado sólido, un disco híbrido, una matriz RAID y/o cualquier otro dispositivo de almacenamiento de datos masivo. Un bus 212 permite las comunicaciones entre el procesador 203, la RAM 206, la ROM 208, el dispositivo de almacenamiento masivo 210, una interfaz de red 214 y/o una interfaz de entrada/salida 216.

Una interfaz de red de ejemplo 214 incluye hardware, microprograma y/o software para conectar el dispositivo informático 201 a una red de comunicaciones 218 tal como la Internet. Por ejemplo, la interfaz de red 214 puede incluir hardware de comunicaciones inalámbricas y/o cableadas compatible con IEEE 802.X para transmitir y/o recibir comunicaciones.

Una interfaz de E/S de ejemplo 216 de la Figura 2 incluye hardware, microprograma y/o software para conectar uno o más dispositivos de entrada/salida 220 al procesador 203 para proporcionar entrada al procesador 203 y/o proporcionar salida del procesador 203. Por ejemplo, la interfaz E/S 216 puede incluir una unidad de procesamiento de gráficos para la interfaz con un dispositivo de visualización, un puerto de bus serie universal para la interfaz con uno o más dispositivos compatibles con USB, un FireWire, un bus de campo, y/o cualquier otro tipo de interfaz. El sistema extensómetro de ejemplo 10 incluye un dispositivo de visualización 224 (por ejemplo, una pantalla LCD) acoplado a la interfaz de E/S 216. Otro(s) ejemplo(s) de dispositivo(s) de entrada/salida 220 puede incluir un teclado, un teclado numérico, un ratón, una bola de seguimiento, un dispositivo de señalización, un micrófono, un altavoz de audio, un dispositivo de visualización, una unidad de medios ópticos, una pantalla táctil de múltiples toques, una interfaz de reconocimiento de gestos, una unidad de medios magnéticos, y/o cualquier otro tipo de dispositivo de entrada y/o salida.

El dispositivo informático 202 puede acceder a un medio legible por máquina no transitorio 222 a través de la interfaz de E/S 216 y/o el(los) dispositivo(s) de E/S 220. Los ejemplos del medio legible por máquina 222 de la Figura 2 incluyen discos ópticos (por ejemplo, discos compactos (CD), discos digitales versátiles/de vídeo (DVD), discos Blu-ray, etc.), medios magnéticos (por ejemplo, disquetes), medios de almacenamiento portátiles (por ejemplo, unidades flash portátiles, tarjetas Secure Digital (SD), etc.) y/o cualquier otro tipo de medio legible por máquina extraíble y/o instalado.

55 El dispositivo de prueba 201 se acopla al dispositivo informático 202. En el ejemplo de la Figura 2, el dispositivo de prueba 201 se acopla al dispositivo de cálculo a través de la interfaz de E/S 216, tal como a través de un puerto USB, un puerto Thunderbolt, un puerto FireWire (IEEE 1394) y/o cualquier otro tipo de puerto de datos serie o paralelo. En algunos ejemplos, el dispositivo de prueba 201 se acopla a la interfaz de red 214 y/o a la interfaz de E/S 216 a través de una conexión cableada o inalámbrica (por ejemplo, Ethernet, Wi-Fi, etc.), ya sea directamente o a través de la red 218.

65 El dispositivo de prueba 201 incluye un marco 228, una celda de carga 230, accesorios de material 236 y un procesador de control 238. El marco 228 proporciona un soporte estructural rígido para los otros componentes del dispositivo de prueba 201 que realizan la prueba. La celda de carga 230 puede implementar la celda de carga 112 de la Figura 1A, y mide la fuerza aplicada a un material bajo prueba (por ejemplo, el sustrato 102) mediante un actuador 246 a través de las mordazas 248 (por ejemplo, las placas 104, 106).

El actuador 246 aplica fuerza al material en prueba y/o fuerza el desplazamiento del material en prueba, mientras que las mordazas 246 agarran o acoplan de otro modo el material en prueba al actuador 234.

5 Los actuadores ilustrativos que pueden usarse para proporcionar fuerza y/o movimiento de un componente del dispositivo de prueba 201 incluyen motores eléctricos, actuadores neumáticos, actuadores hidráulicos, actuadores piezoeléctricos, relés y/o interruptores. Mientras que el dispositivo de prueba de ejemplo 201 utiliza un motor, tal como un motor lineal servo o de accionamiento directo, otros sistemas pueden usar diferentes tipos de actuadores. Por ejemplo, pueden usarse actuadores hidráulicos, neumáticos y/o de cualquier otro tipo, con base en los requerimientos del sistema.

10 Las mordazas ilustrativas 236 incluyen platinas, abrazaderas y/u otros tipos de accesorios, en dependencia de la propiedad mecánica que se prueba y/o el material bajo prueba. Las empuñaduras 236 pueden configurarse manualmente, controlarse a través de la entrada manual y/o controlarse automáticamente por el procesador de control 238.

15 El sistema de prueba 100 puede incluir además uno o más paneles de control 250, que incluyen uno o más dispositivos de entrada 252. Los dispositivos de entrada 252 pueden incluir botones, interruptores y/u otros dispositivos de entrada ubicados en un panel de control del operador. Por ejemplo, los dispositivos de entrada 252 pueden incluir botones que controlan el actuador 242 para accionar (por ejemplo, colocar) los agarres 248 en una posición deseada, interruptores (por ejemplo, interruptores de pie) que controlan los agarres 248 para cerrar o abrir (por ejemplo, a través de otro actuador), y/o cualquier otro dispositivo de entrada para controlar el funcionamiento del dispositivo de prueba 201.

20 El procesador de control de ejemplo 238 se comunica con el dispositivo informático 202 para, por ejemplo, recibir parámetros de prueba del dispositivo informático 202 y/o informar mediciones y/u otros resultados al dispositivo informático 202. Por ejemplo, el procesador de control 238 puede incluir una o más interfaces de comunicación o E/S para permitir la comunicación con el dispositivo informático 202. El procesador de control 238 puede controlar el actuador 246 para moverse en una dirección dada y/o para controlar la velocidad del actuador 246, controlar el(los) accesorio(s) 236 para agarrar o liberar un material bajo prueba, y/o recibir mediciones del transductor de desplazamiento 232, la celda de carga 230 y/u otros transductores. En algunos ejemplos, el procesador de control 238 monitorea un ángulo de plegado al monitorear un codificador de motor del actuador 246, que puede usarse para establecer una relación de grado de plegado por pulso.

25 El procesador de control ilustrativo 238 se configura para implementar un proceso de prueba de movimiento repetitivo en el que una muestra de prueba (por ejemplo, el sustrato 102) se somete a prueba en el dispositivo de prueba 201. Por ejemplo, para medir el estrés en el sustrato 102 durante o después de una serie de movimientos de plegado y desplegado, el procesador de control 238 controla el actuador 246 para mover las pinzas 248 (por ejemplo, las primera y segunda placas 104, 106) mientras monitorea la celda de carga 230 para medir el estrés en el sustrato 102.

30 El procesador de ejemplo 203 puede determinar una carga estática en el sustrato flexible 102 en base a una carga medida por la celda de carga 230 al terminar el plegado o el despliegue del sustrato flexible 102. La medición de la carga estática puede ocurrir después de que se haya permitido que expire el tiempo de relajación para permitir que el sustrato 102 se relaje después de un proceso de plegado o despliegue. Adicional o alternativamente, el procesador de ejemplo 203 puede determinar una carga dinámica sobre el sustrato flexible 102 en base a las cargas medidas por la celda de carga 230 durante el plegado o despliegue del sustrato flexible 102. El procesador de ejemplo 203 puede realizar la compensación de las mediciones de la(s) celda(s) de carga 230, tal como eliminar los efectos del peso de la primera placa 104, y/o el peso y la carga inercial de la segunda placa 106, de las mediciones de carga.

35 La Figura 3 es una vista en perspectiva de una implementación de ejemplo del sistema de prueba de sustrato flexible 100 de la Figura 1A, que ilustra las primeras y segundas placas 104, 106 en una posición abierta o plana. La Figura 4 es una vista en perspectiva del sistema de prueba de sustrato flexible ilustrativo 100 de la Figura 3, en la posición abierta o plana y omitiendo la primera y segunda placas. La Figura 5 es una vista en perspectiva del sistema de prueba de sustrato flexible ilustrativo 100 de la Figura 3, en una posición intermedia (por ejemplo, entre la posición abierta y la posición cerrada). La Figura 6 es otra vista en perspectiva del sistema de prueba de sustrato flexible ilustrativo de la Figura 3, en la posición intermedia. La Figura 7 es una vista en perspectiva del sistema de prueba de sustrato flexible ilustrativo 100 de la Figura 3, en una posición cerrada o plegada. La Figura 8 es una vista en alzado lateral del sistema de prueba de sustrato flexible ilustrativo 100 de la Figura 3, en la posición cerrada o plegada.

40 Los enlaces de ejemplo 114a, 114b incluyen cada uno un primer enlace de cuatro varillas 302a, 302b, un segundo enlace de cuatro varillas 304a, 304b y un marco 306a, 306b. El marco 306a y la celda de carga 112a son estacionarios con respecto entre sí mediante la unión a un conjunto giratorio 310a. El marco 306b y la celda de carga 112b son estacionarios con respecto entre sí mediante la unión a un conjunto giratorio 310b. El primer y

segundo enlace de cuatro varillas 302a, 302b, 304a, 304b están cada uno configurados para unir la primera placa 104 o la segunda placa 106 a través de los enlaces más internos. El primer y segundo enlace de cuatro varillas 302a, 304a limitan el movimiento de la primera placa 104 en direcciones paralelas a la superficie de la primera placa 104 sobre la que se monta el sustrato 102, mientras que permiten que las cargas de la primera placa 104 se transfieran a la celda de carga 112a (por ejemplo, a través de un poste de extensión 308a acoplado a la celda de carga 112a) en una dirección perpendicular a la superficie de la primera placa 104 (ilustrada como dirección Z en la Figura 3).

Para evitar la sobrecarga de las celdas de carga 112a, 112b, los marcos 306a, 306b incluyen puntos de parada configurados para evitar que el primer y segundo enlace de cuatro varillas 302, 304 y/o la primera placa 104 o la segunda placa 106 se desplacen hacia la celda de carga 112a, 112b más allá del punto de parada. El punto de parada puede implementarse mediante el uso de, por ejemplo, un pasador u otro sujetador rígido configurado para entrar en contacto con una parte inferior de los primeros y/o segundos enlace de cuatro varillas 302a, 302b, 304a, 304b, una superficie superior del marco 306a, 306b, un parachoques o desplazamiento rígido acoplado a una superficie superior del marco 306a, 306b para proporcionar el punto de parada mediante el contacto con la primera placa 104 o la segunda placa 106, y/o cualquier otra técnica.

Los brazos giratorios 301a, 301b se configuran para girar y trasladar la primera placa 104 y la segunda placa 106 para plegar y desplegar el sustrato 102. Los brazos giratorios 301a, 301b están acoplados a ejes de rotación 312a, 312b (por ejemplo, puntos de pivote). Un actuador puede girar ambos brazos giratorios 301a, 301b simultáneamente al accionar un eje de entrada 314. El eje de entrada 314 se acopla a los ejes secundarios 316a, 316b, que accionan los respectivos sistemas de engranajes 318a, 318b acoplados a los brazos giratorios 301a, 301b. En algunos ejemplos, las relaciones de engranajes son las mismas entre el eje de entrada 314 y los brazos giratorios 301a, 301b para hacer que ambas placas 104, 106 se plieguen simultánea y proporcionalmente.

Si bien el ejemplo de la Figura 3 incluye los sistemas de engranajes 318a, 318b para definir la trayectoria de plegado del sustrato 102, en otros ejemplos la guía puede ser diferente. Por ejemplo, otras guías pueden incluir tener múltiples engranajes, en los que un primer engranaje puede girar libremente y está alineado con el borde del primer lado del sustrato 102, y un segundo engranaje se engrana con el primer engranaje y se fija con respecto a la segunda mitad del sustrato 102. Otras guías ilustrativas pueden incluir combinaciones de dos actuadores lineales dispuestos perpendiculares entre sí, con un actuador lineal en una combinación montado en el otro actuador lineal. La primera placa 104 y la segunda placa 106 están unidas a las respectivas combinaciones de actuadores, y podrían moverse libremente en un plano x-y, y trazar la trayectoria de plegado. Múltiples actuadores lineales pueden permitir que la guía implemente diferentes tipos de trayectorias, que incluyen pliegues de diferentes radios y/o pliegues no circulares. Algunas otras guías ilustrativas pueden incluir una serie de enlaces que definen la trayectoria de plegado.

La Figura 9 es una vista parcialmente despiezada del enlace de traslación de las Figuras 4-8. En particular, el enlace de la cadena de ejemplo 114a se muestra con los enlaces internos 902, 904 del enlace de cuatro varillas 302, 304 separados de los enlaces intermedios 906, 908, 910, 912, respectivamente. Los enlaces intermedios 906-912 acoplan los enlaces internos 902, 904 al marco 306, que sirve como una porción del enlace de cuatro varillas 302, 304.

La Figura 10 es un diagrama de flujo representativo de un método ilustrativo 1000 para medir cargas en un sustrato flexible, que puede realizarse mediante los sistemas de prueba de sustrato flexible ilustrativos de las Figuras 1A-11. El método ilustrativo 1000 se describe más abajo con referencia a las Figuras 1A y 2.

En el bloque 1002, el procesador 203 y/o el procesador de control 238 calibran la(s) celda(s) de carga 112, 230 para compensar el(los) peso(s) de la primera y/o segunda estructura de soporte de sustrato (por ejemplo, la primera placa 104, la segunda placa 106), el enlace de traslación 114, y/o cualquier otra fuerza que afecte la medición por la(s) celda(s) de carga 112, 230.

En el bloque 1004, la primera estructura de soporte de sustrato (por ejemplo, la primera placa 104) mantiene una primera porción del sustrato flexible 102 estacionaria. En el bloque 1006, la segunda estructura de soporte de sustrato (por ejemplo, la segunda placa 106) contiene una segunda porción del sustrato flexible 102.

En el bloque 1008, el procesador 203 y/o el procesador de control 238 determinan si plegar el sustrato flexible 102. Por ejemplo, el procesador 203 puede determinar si se va a realizar un ciclo de plegado (por ejemplo, plegado y desplegado). Si no se va a realizar el plegado (bloque 1008), el control itera al bloque 1008 para esperar el plegado.

Cuando se pliega, esto se realiza (bloque 1008), en el bloque 1010 el procesador 203 y/o el procesador de control 238 controlan el actuador 110 para mover las estructuras de soporte de sustrato primera y segunda (por ejemplo, las placas primera y segunda 104, 106) en una dirección de plegado para plegar el sustrato flexible 102. En algunos ejemplos, puede usarse un sistema de engranaje u otra guía para controlar el radio de curvatura y/o la trayectoria de plegado del sustrato flexible 102 durante el plegado. En el bloque 1012, la(s) celda(s) de carga 112a, 112b, 230 miden la(s) carga(s) dinámica(s) en el sustrato flexible 102 durante el plegado y/o miden la(s) carga(s) estática(s) en el sustrato flexible 102 después del plegado.

En el bloque 1014, el procesador 203 y/o el procesador de control 238 determinan si desplegar el sustrato flexible 102. Si el desarrollo no se va a realizar (bloque 1014), el control itera al bloque 1014 para esperar el desarrollo.

5 Cuando se va a realizar el desplegado (bloque 1014), en el bloque 1016 el procesador 203 y/o el procesador de control 238 controlan el actuador 110 para mover la primera y segunda estructuras de soporte de sustrato en una dirección de despliegue para desplegar el sustrato flexible 102. En algunos ejemplos, puede usarse un sistema de engranaje u otra guía para controlar el radio de curvatura y/o la trayectoria de plegado del sustrato flexible 102 durante el despliegue. En el bloque 1018, la(s) celda(s) de carga 112, 230 miden la(s) carga(s) dinámica(s) en el sustrato flexible 102 durante el despliegue y/o miden la(s) carga(s) estática(s) en el sustrato flexible 102 después del despliegue.

15 En el bloque 1020, el procesador 203 y/o el procesador de control 238 determinan si repetir el ciclo de plegado. Por ejemplo, el sustrato flexible 102 puede someterse a un proceso de prueba que involucra múltiples ciclos de plegado. Si el ciclo de plegamiento se repite (bloque 1020), el control regresa al bloque 1008. Si el ciclo de plegado no se va a repetir (bloque 1020), el método ilustrativo 1000 termina.

Los presentes métodos y sistemas pueden realizarse en hardware, software y/o una combinación de hardware y software. Los presentes métodos y/o sistemas pueden realizarse de manera centralizada en al menos un sistema informático, o de manera distribuida donde diferentes elementos se distribuyen en varios sistemas informáticos interconectados. Cualquier tipo de sistema informático u otro aparato adaptado para llevar a cabo los métodos descritos en la presente descripción es adecuado. Una combinación típica de hardware y software puede incluir un sistema informático de propósito general con un programa u otro código que, cuando se carga y se ejecuta, controla el sistema informático de manera que lleva a cabo los métodos descritos en la presente descripción. Otra implementación típica puede comprender un circuito integrado o chip de aplicación específica. Algunas implementaciones pueden comprender un medio legible por máquina (por ejemplo, legible por ordenador) no transitorio (por ejemplo, unidad FLASH, disco óptico, disco de almacenamiento magnético o similar) que tiene almacenada una o más líneas de código ejecutables por una máquina, lo que provoca de esta manera que la máquina realice procesos como se describió en la presente descripción. Como se usa en la presente, el término "medio legible por máquina no transitorio" se define para incluir todos los tipos de medios de almacenamiento legibles por máquina y para excluir las señales de propagación.

Como se usa en la presente descripción, los términos "circuitos" y "circuitería" se refieren a componentes electrónicos físicos (es decir, hardware) y a cualquier software y/o microprograma ("código") que pueda configurar el hardware, ser ejecutado por el hardware o estar asociado de cualquier otra manera con el hardware. Como se usa en la presente descripción, por ejemplo, un procesador y memoria particulares pueden comprender un primer "circuito" cuando se ejecuta una primera o más líneas de código y pueden comprender un segundo "circuito" cuando se ejecuta una segunda o más líneas de código. Como se utiliza en la presente descripción, "y/o" significa uno cualquiera o más de los elementos de la lista unidos por "y/o". Como ejemplo, "x y/o y" significa cualquier elemento del conjunto de tres elementos $\{(x), (y), (x, y)\}$. En otras palabras, "x y/o y" significa "uno o ambos de x e y". Como otro ejemplo, "x, y, y/o z" se refiere a cualquier elemento del conjunto de siete elementos $\{(x), (y), (z), (x, y), (x, z), (y, z), (x, y, z)\}$. En otras palabras, "x, y/o z" significa "uno o más de x, y, y z". Como se usa en la presente descripción, el término "ilustrativo" significa que sirve como un ejemplo, caso o ilustración no limitante. Como se usa en la presente descripción, los términos "por ejemplo" y "por ejemplo" se utilizan para enumerar uno o más ejemplos, casos o ilustraciones no limitantes. Como se usa en la presente, el circuito es "operable" para realizar una función siempre que el circuito comprenda el hardware y el código necesarios (si es necesario) para realizar la función, independientemente de si la realización de la función se deshabilita o no se habilita (por ejemplo, mediante una configuración configurable por el usuario, ajuste de fábrica, etc.).

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de prueba de sustrato flexible (100), que comprende:
 5 una primera estructura de soporte de sustrato (104) configurada para contener una primera porción de un sustrato flexible (102) bajo prueba;
 una segunda estructura de soporte de sustrato (106) configurada para contener una segunda porción del sustrato flexible (102);
 uno o más actuadores (110) configurados para mover la primera y segunda estructuras de soporte de sustrato (104, 106) en ángulos respectivos para plegar el sustrato flexible (102);
 10 una primera celda de carga (112a) configurada para medir cargas en la primera estructura de soporte de sustrato (104) y una segunda celda de carga (112b) configurada para medir la carga en la segunda estructura de soporte de sustrato (106) mientras el actuador (110) mueve la primera estructura de soporte de sustrato (104) y la segunda estructura de soporte de sustrato (106), y un solo eje de entrada (314);
 15 un primer eje secundario (316a) configurado para mover la primera estructura de soporte del sustrato (104) y un segundo eje secundario (316b) configurado para mover la segunda estructura de soporte del sustrato (106),
 en donde el uno o más actuadores (110) se configuran para mover la primera y segunda estructuras de soporte de sustrato (104, 106) simultáneamente al accionar el único eje de entrada (314), en donde el eje de entrada (314) se acopla al primer eje secundario (316a) y al segundo eje secundario (316b).
2. El sistema de prueba de sustrato flexible (100) como se define en la reivindicación 1, que comprende además un
 25 circuito de control configurado para determinar las cargas en el sustrato flexible (102) en base a la información de carga de la primera y segunda celdas de carga (112a, 112b).
3. El sistema de prueba de sustrato flexible (100) como se define en la reivindicación 1, en donde el primer eje secundario (316a) se acopla a la primera estructura de soporte de sustrato (104) a través de un primer sistema de engranaje (318a) configurado para girar la primera estructura de soporte de sustrato (104) alrededor de un primer eje definido por el primer sistema de engranaje (318a), y el segundo eje secundario (316b) se acopla a la
 30 segunda estructura de soporte de sustrato (106) a través de un segundo sistema de engranaje (318b) configurado para girar la segunda estructura de soporte de sustrato (106) alrededor de un segundo eje definido por el segundo sistema de engranaje (318b).
4. El sistema de prueba de sustrato flexible (100) como se define en la reivindicación 3, en donde el primer y segundo sistemas de engranajes (318a, 318b) se configuran para girar la primera porción del sustrato flexible y la segunda porción del sustrato flexible simultánea y proporcionalmente, o en donde el primer eje y el segundo eje se separan para crear múltiples pliegues en el sustrato.
5. El sistema de prueba de sustrato flexible (100) como se define en la reivindicación 1, en donde la primera estructura de soporte de sustrato (104) comprende una primera placa que tiene una primera superficie y la segunda estructura de soporte de sustrato (106) comprende una segunda placa que tiene una segunda superficie.
6. El sistema de prueba de sustrato flexible (100) como se define en la reivindicación 5, en donde el sistema de prueba de sustrato flexible (100) se configura para colocar un primer plano de la primera superficie y un segundo plano de la segunda superficie verticalmente durante el plegado y el desplegado.
7. El sistema de prueba de sustrato flexible (100) como se define en la reivindicación 5, que comprende además un primer enlace de traslación (114a) configurado para contener la primera estructura de soporte de sustrato (104) y para limitar el movimiento de la primera estructura de soporte de sustrato (104) en direcciones paralelas a la primera superficie de la primera estructura de soporte de sustrato (104).
8. El sistema de prueba de sustrato flexible (100) como se define en la reivindicación 7, que comprende además un segundo enlace de traslación (114b) configurado para contener la segunda estructura de soporte de sustrato (106) y para limitar el movimiento de la segunda estructura de soporte de sustrato (106) en direcciones paralelas a la segunda superficie de la segunda estructura de soporte de sustrato (106).
9. El sistema de prueba de sustrato flexible (100) como se define en la reivindicación 8, en donde el primer enlace de traslación (114a) comprende un primer enlace de cuatro varillas (302a) acoplado a la primera estructura de soporte de sustrato (104) y el segundo enlace de traslación (114b) comprende un segundo enlace de cuatro varillas (302b) acoplado a la segunda estructura de soporte de sustrato (106).
10. El sistema de prueba de sustrato flexible (100) como se define en la reivindicación 1, en donde la primera y segunda estructuras de soporte de sustrato se configuran para plegar el sustrato (102) a un ángulo de más de 0 grados y menos de o igual a 360 grados.

- 5
11. El sistema de prueba de sustrato flexible (100) como se define en la reivindicación 10, en donde la primera estructura de soporte de sustrato (104) se configura para girar hasta 90 grados y la segunda estructura de soporte de sustrato (106) se configura para girar hasta 90 grados para plegar el sustrato (102) en un ángulo de hasta 180 grados.
- 10
12. El sistema de prueba de sustrato flexible (100) como se define en la reivindicación 1, que comprende además un circuito de control configurado para determinar las cargas en el sustrato flexible en base a una carga dinámica medida por la primera y segunda celdas de carga (112a, 112b) durante el plegado o despliegue del sustrato flexible, o que comprende además un circuito de control configurado para determinar la carga en el sustrato flexible (102) en base a una carga estática medida por las celdas de carga (112) en una terminación del plegado o despliegue del sustrato flexible (102).
- 15
13. Un método para medir cargas sobre un sustrato flexible mediante el uso del sistema de prueba de sustrato flexible (100) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, el método que comprende:
mover, a través del actuador (110), una primera porción de un sustrato flexible (102) bajo prueba y una segunda porción del sustrato flexible (102) para plegar o desplegar el sustrato flexible; y
medir una carga sobre el sustrato flexible resultante del movimiento.
- 20
14. El método como se define en la reivindicación 13, en donde mover la primera porción del sustrato flexible comprende girar una primera estructura de soporte de sustrato (104) que contiene la primera porción del sustrato flexible (102), y mover la segunda porción del sustrato flexible comprende girar una segunda estructura de soporte de sustrato (106) que contiene la segunda porción del sustrato flexible (102).
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

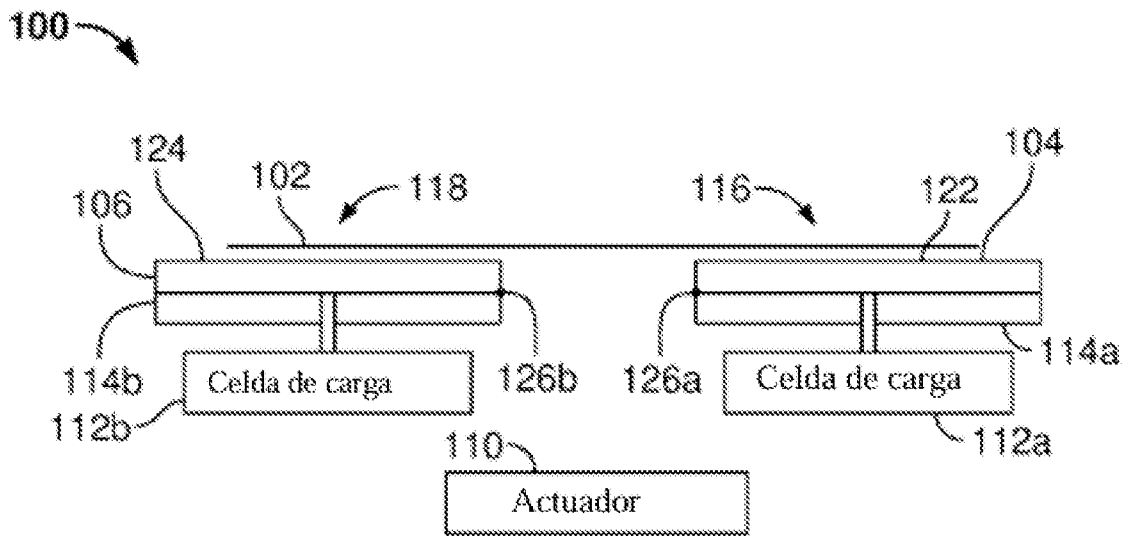


Figura 1A

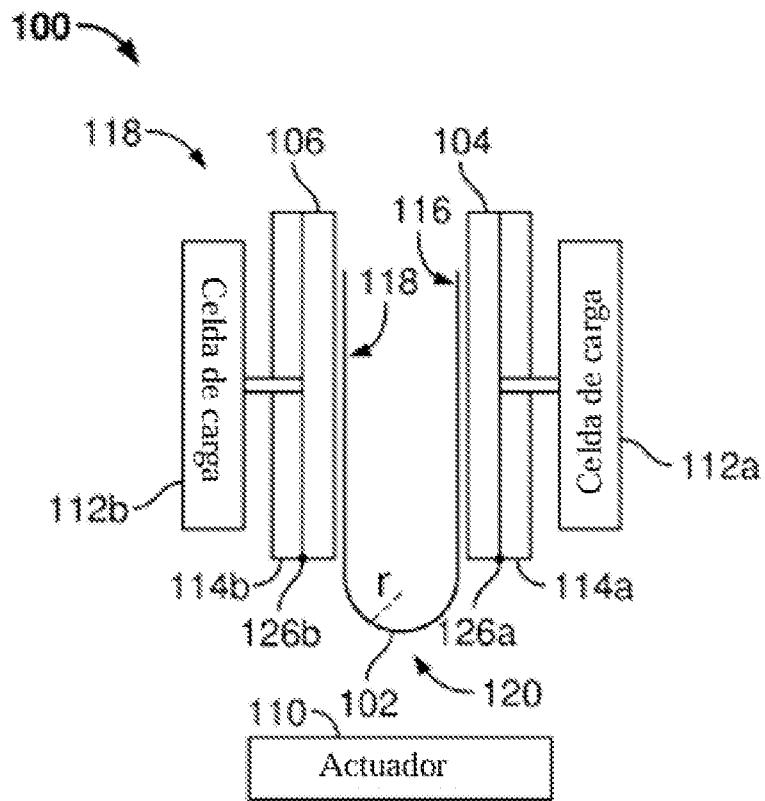


Figura 1B

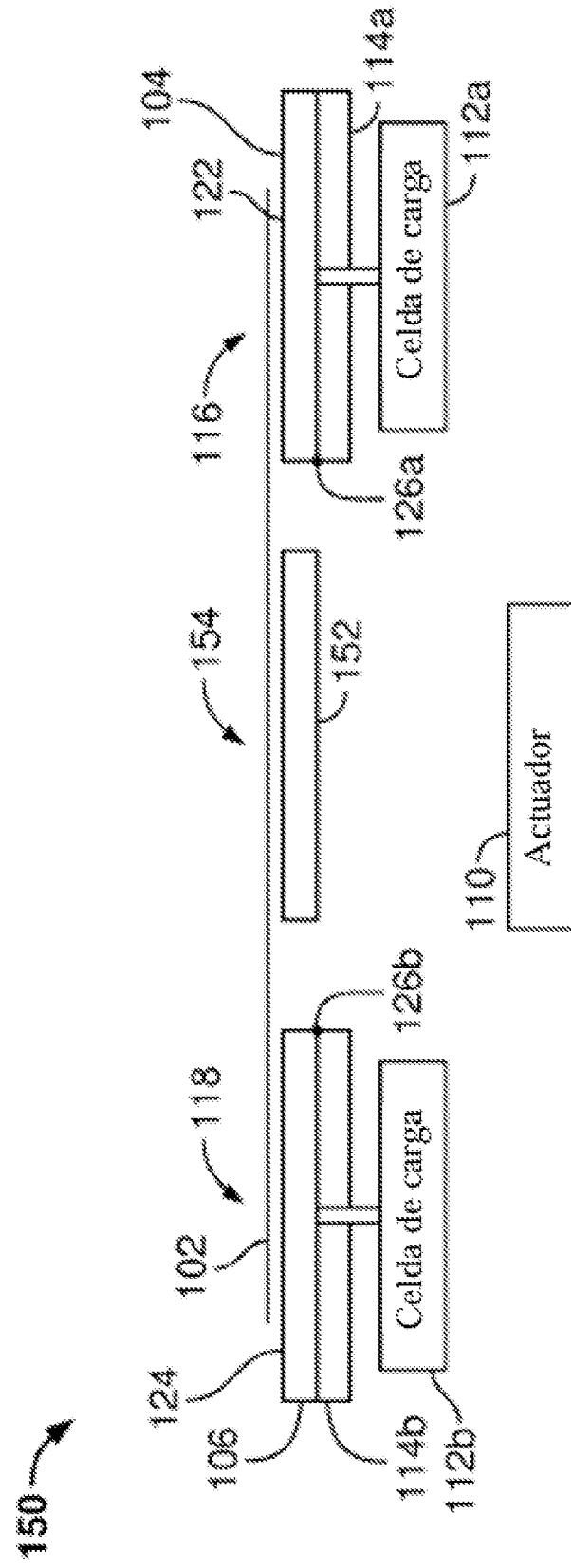


Figura 1C

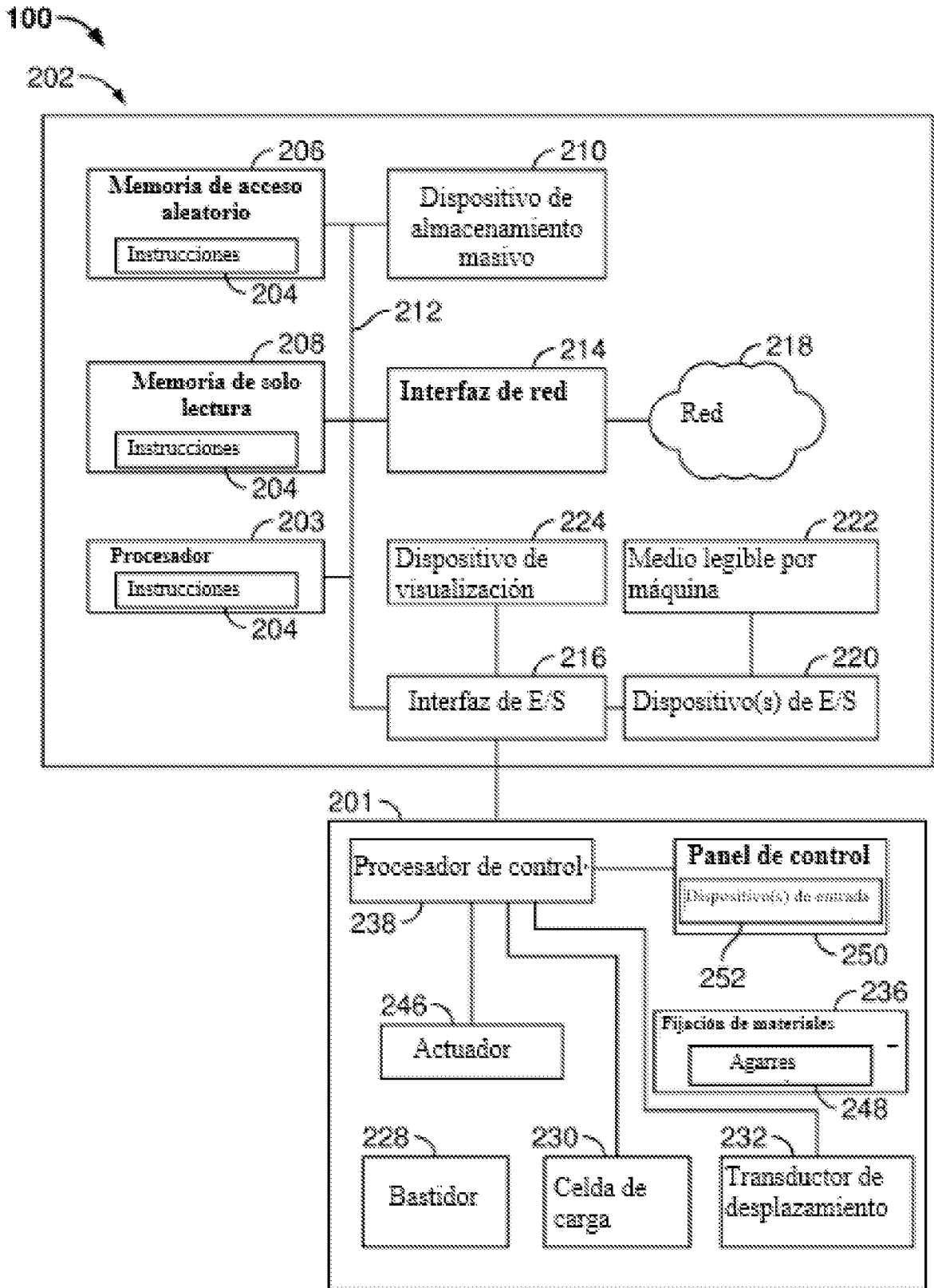


Figura 2

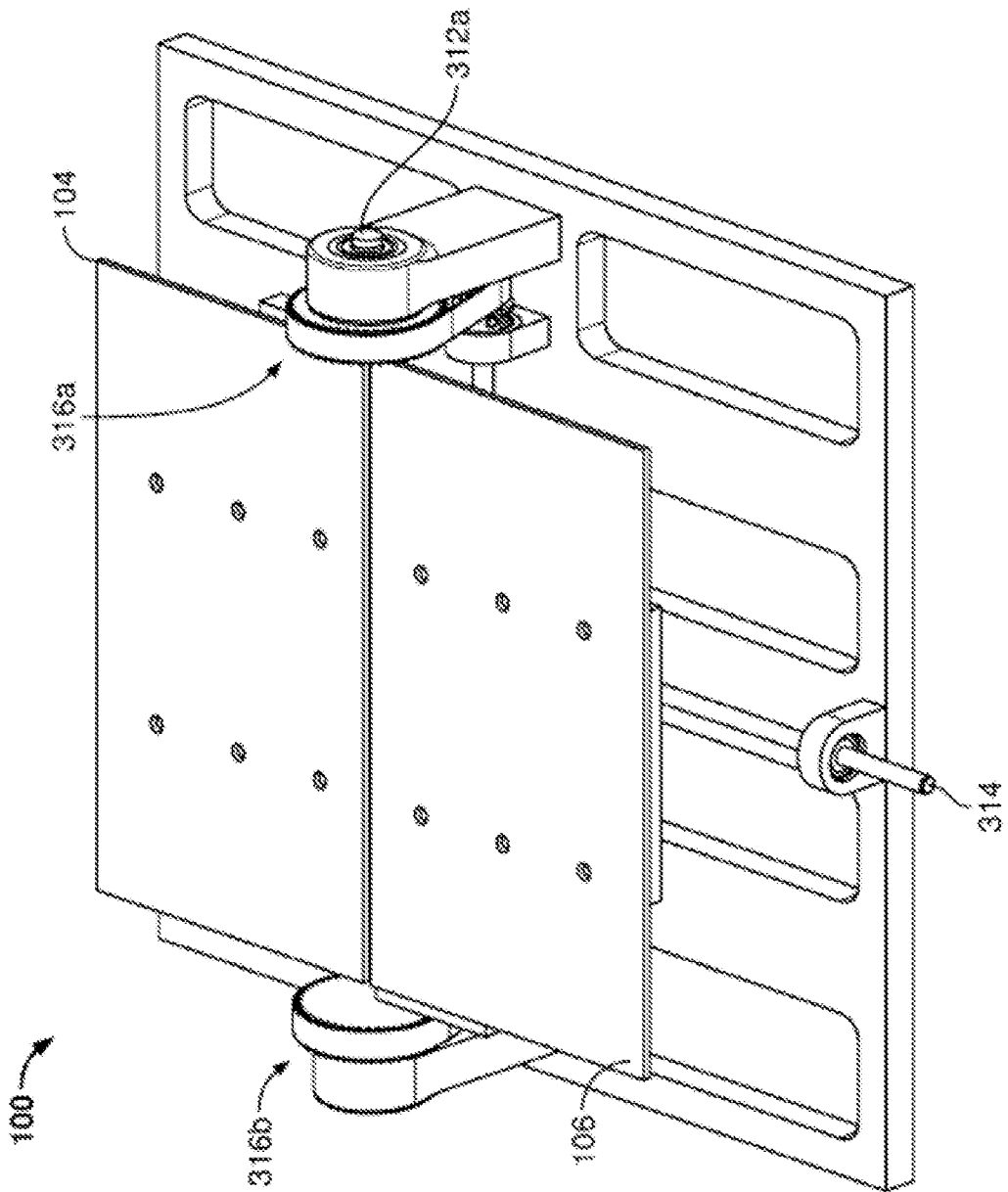


Figure 3

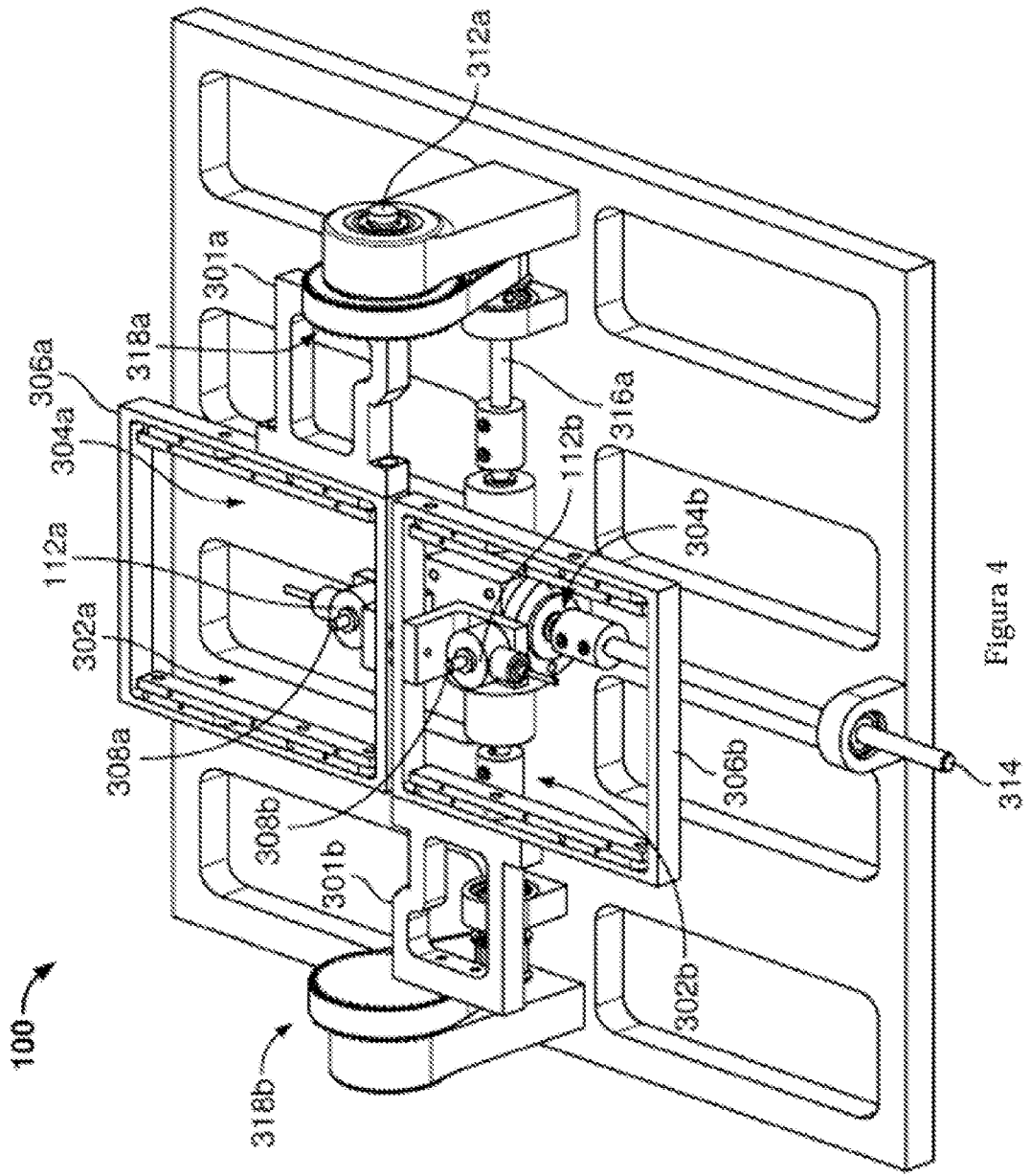


Figura 4

314

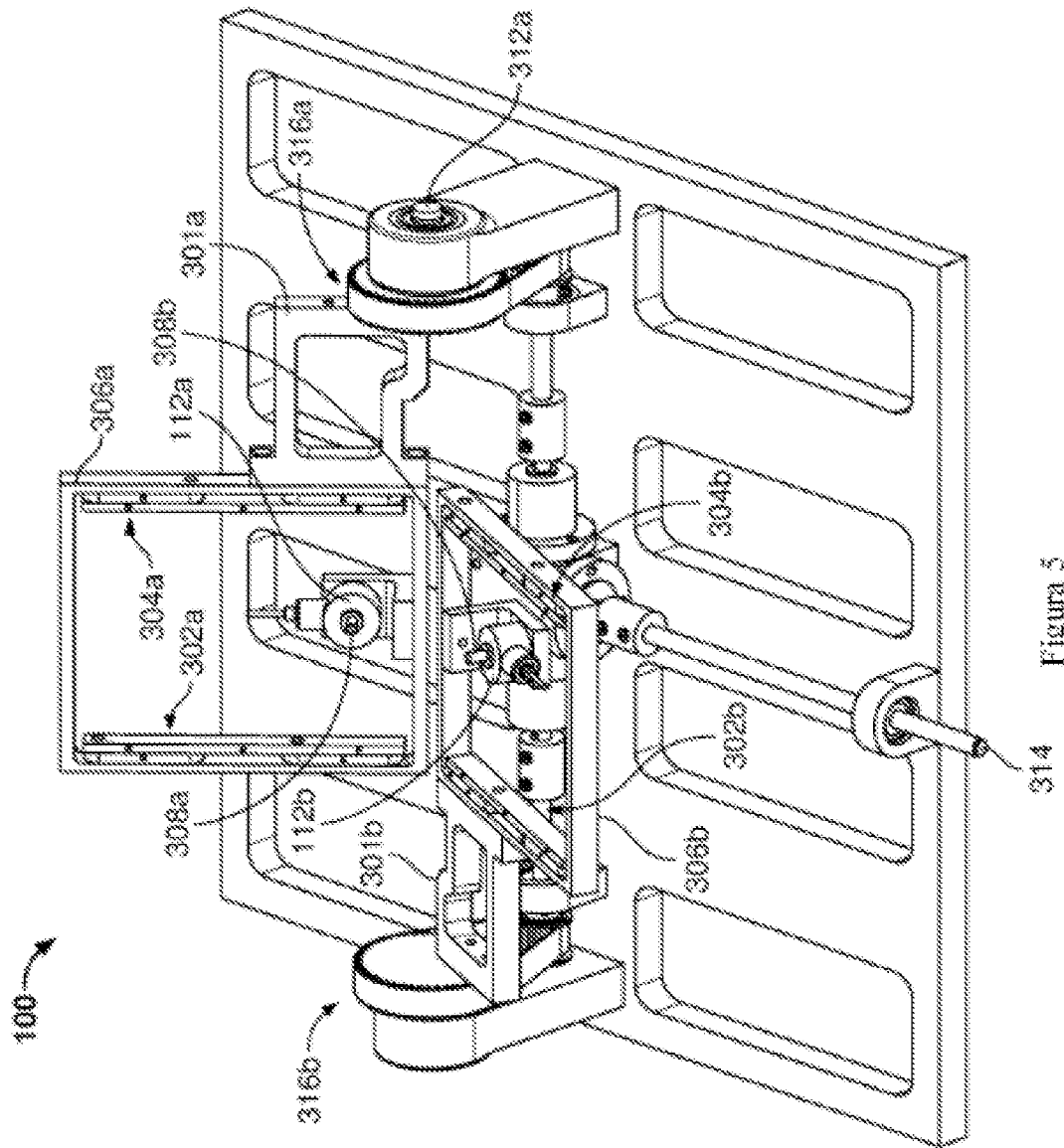


Figura 5

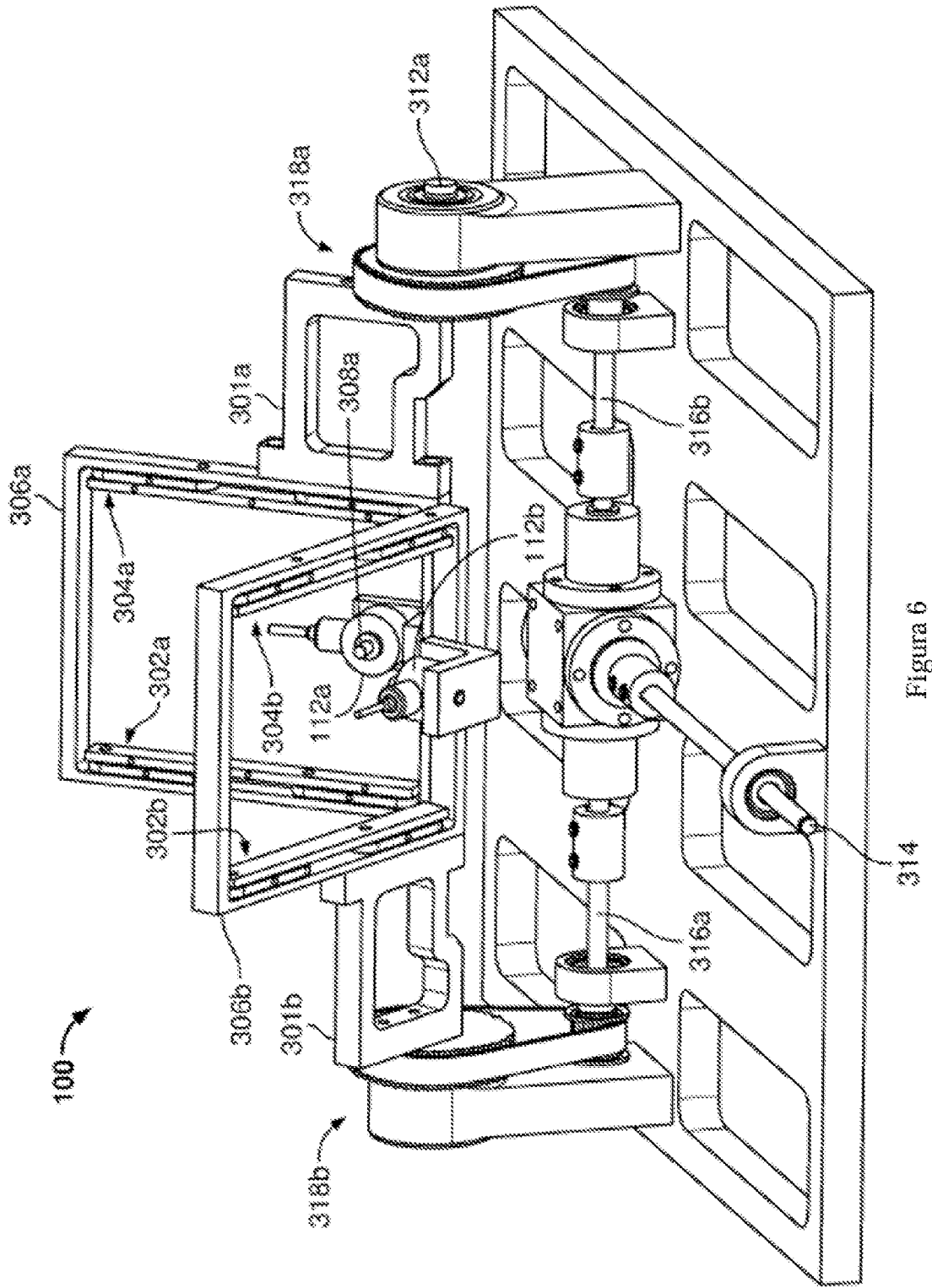


Figura 6

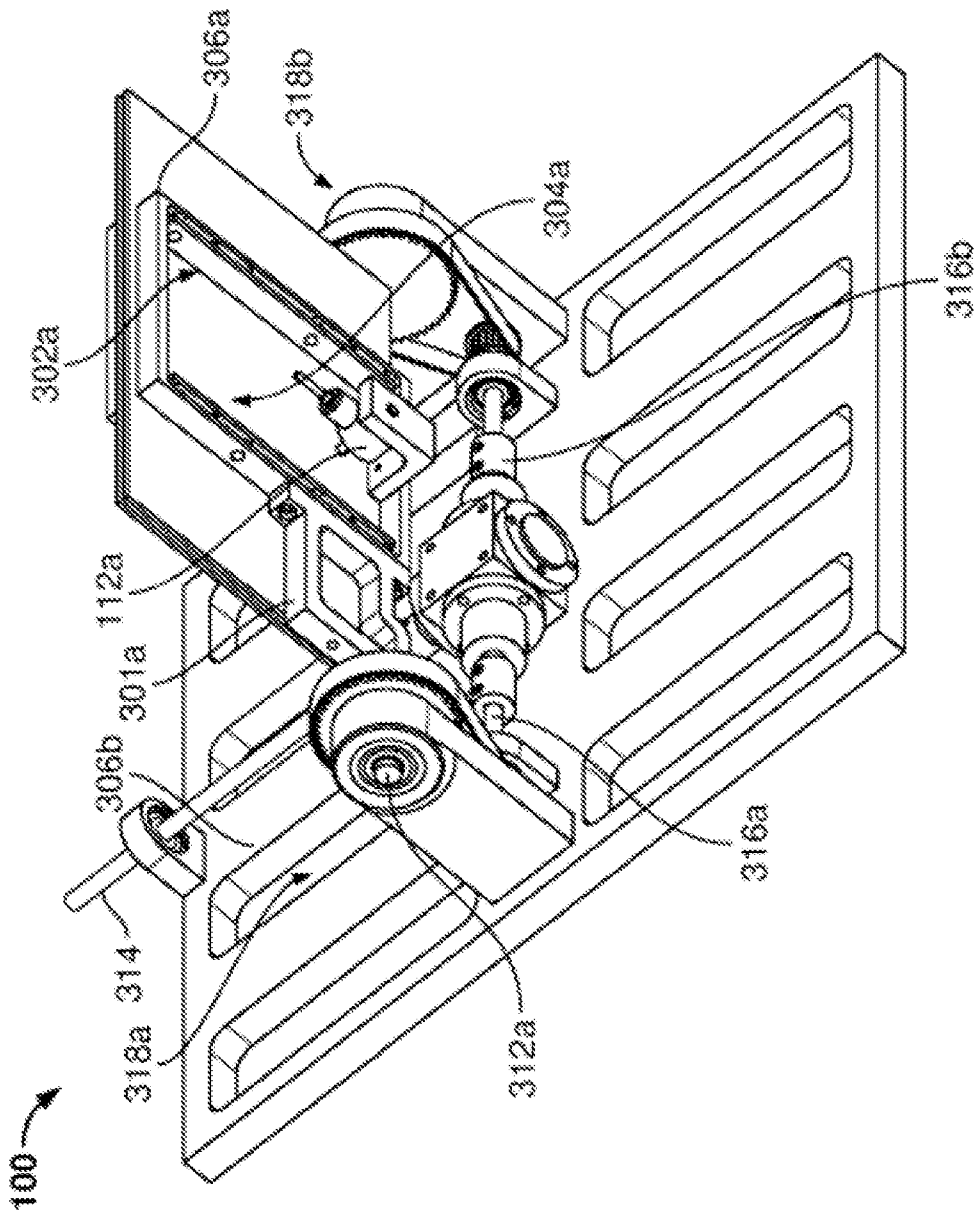


Figura 7

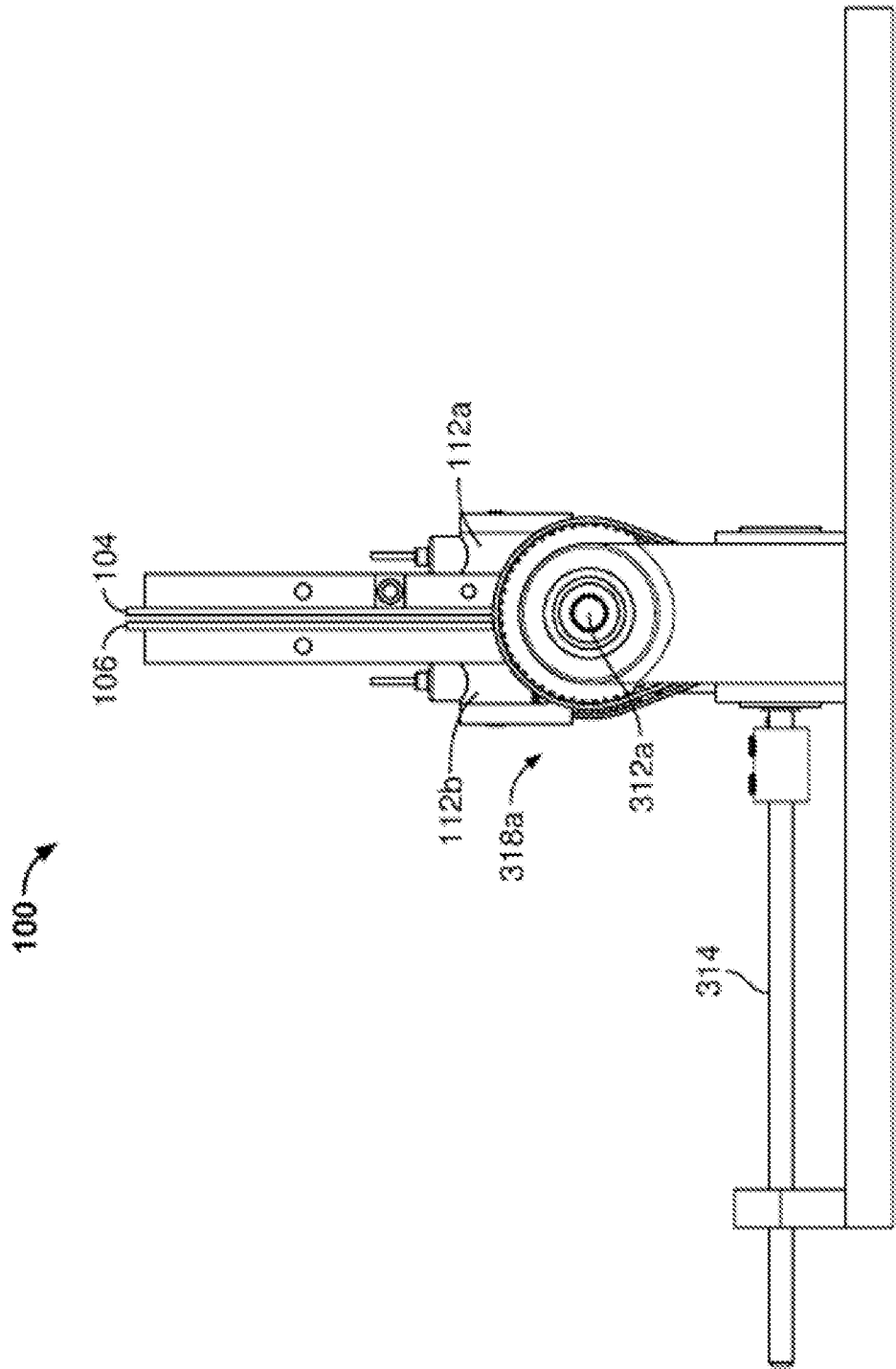


Figura 8

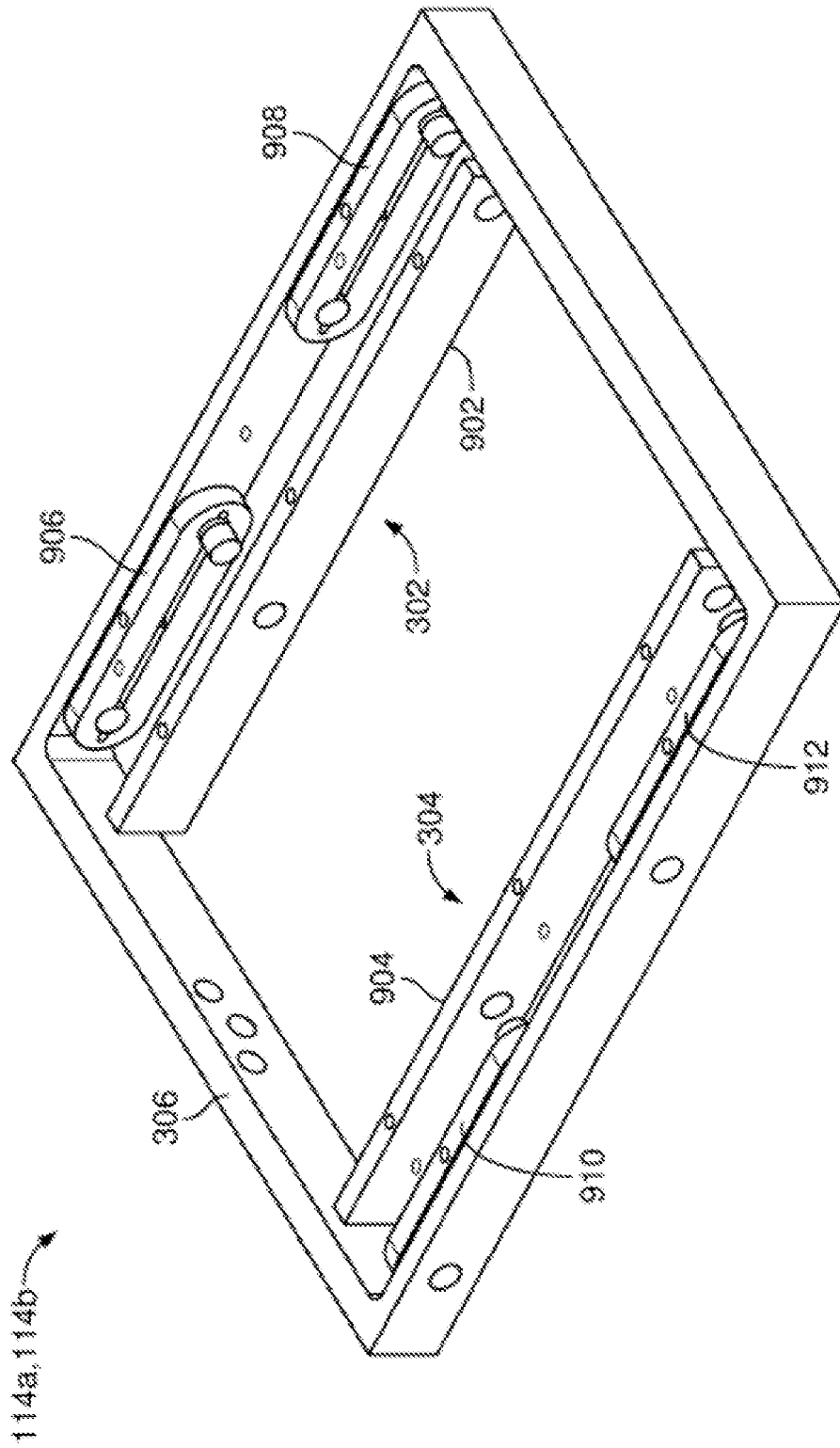


Figura 9

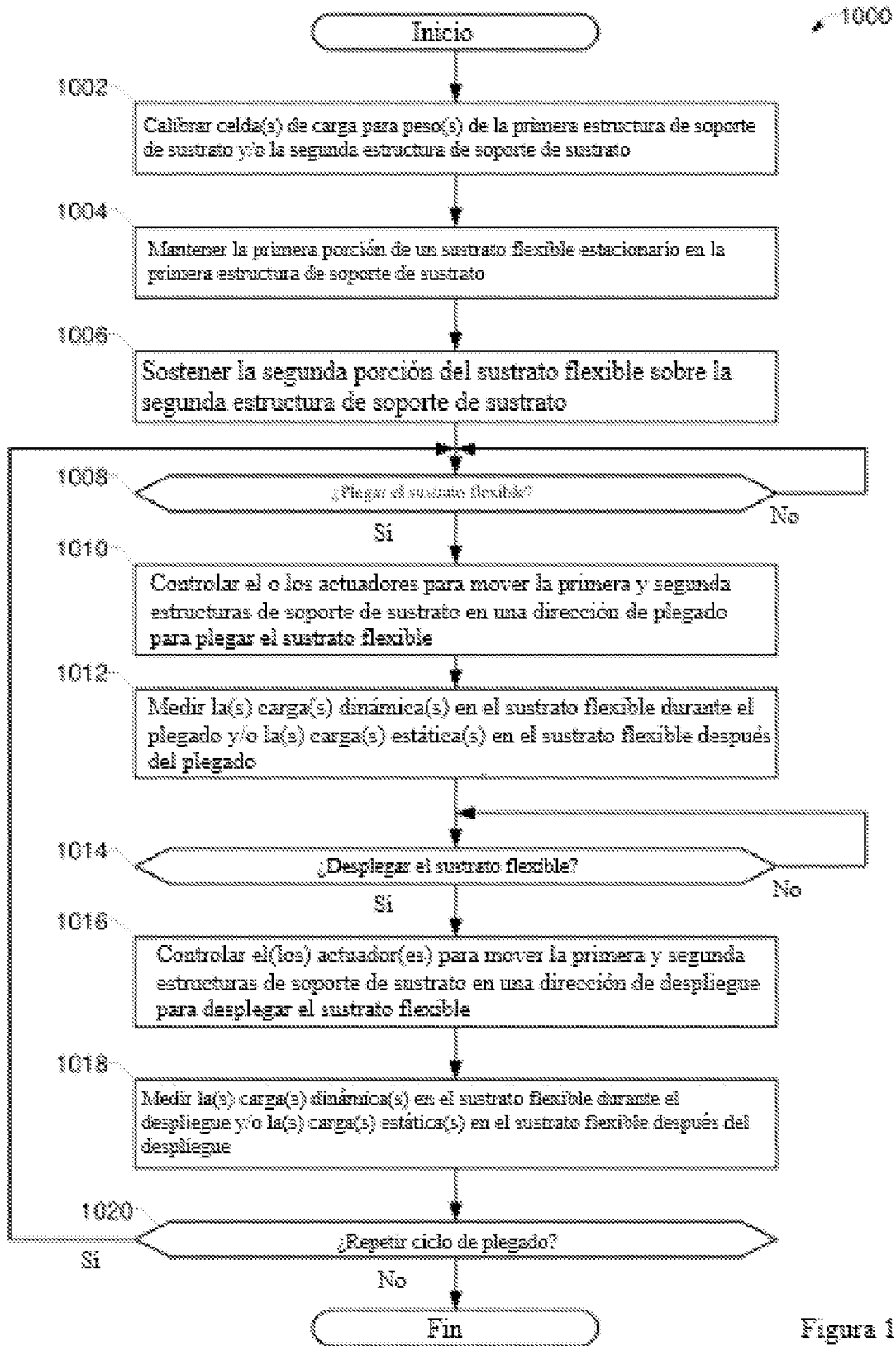


Figura 10