

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 712 556**

51 Int. Cl.:

F16H 21/04 (2006.01)

H02N 2/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.10.2011 PCT/US2011/057243**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.04.2012 WO12054814**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.10.2011 E 11835205 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 2629930**

54 Título: **Mecanismo de conservación de paralelismo para nanoposicionadores**

30 Prioridad:

21.10.2010 US 405391 P

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

13.05.2019

73 Titular/es:

**THORLABS, INC. (100.0%)
435 Route 206 P.o. Box 366
Newton, NJ 07860-0366, US**

72 Inventor/es:

**DHESE, KEITH y
RISTEA, ALIN**

74 Agente/Representante:

RIERA BLANCO, Juan Carlos

ES 2 712 556 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

Mecanismo de conservación de paralelismo para nanoposicionadores

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

5 Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud US n.º de serie 61/405.391, presentada el 21 de octubre de 2010.

CAMPO DE LA INVENCION

10 Esta invención se refiere, en una realización, a un mecanismo mecánico intrínseco para mantener el paralelismo entre las superficies superior e inferior de un dispositivo de traslación tal como una etapa de nanoposicionamiento. Un aspecto clave es que el paralelismo se mantiene entre un mundo en movimiento y fijo, incluso con la aplicación de actuación asimétrica. Dicho mecanismo de mantenimiento paralelo intrínseco elimina la necesidad de elementos complejos de activación múltiple y retroalimentación de posición.

ANTECEDENTES

15 Un mecanismo o etapa de nanoposicionamiento es un dispositivo que requiere una alta precisión de posicionamiento y repetibilidad en el régimen nanométrico. Por lo general, también implementa un sensor de retroalimentación y un actuador con resolución nanométrica similar para ser utilizado en un modo automático o programable para determinar la posición con precisión. El actuador y el sensor de retroalimentación a menudo se cierran usando un bucle de control para mantener una posición precisa compensando la deriva mecánica y otros fenómenos que afectan la estabilidad de la posición. Si la muestra o el dispositivo que se está colocando cubre una longitud o área macroscópica (macroscópica en comparación con el rango de desplazamiento en el eje de movimiento perpendicular a la muestra o el dispositivo), también es un requisito que se mantenga microscópicamente paralelo al plano de referencia mundial fijo cuando se traslada en el eje de desplazamiento. El propósito de la invención descrita es asegurar a través de un medio mecánico intrínseco que una plataforma móvil de gran área (por ejemplo, que contiene la muestra o el dispositivo) se mantiene microscópicamente paralela. Esta es una realización de una variedad más amplia de usos de la invención descrita.

25 Para este propósito, a nivel conceptual, son necesarios dos planos: un plano fijo de referencia y un plano en movimiento. Se requiere que el plano móvil sea paralelo con la referencia a medida que se traslada. Las soluciones tradicionales para lograr esto implementan más de un actuador colocado entre el plano de referencia y el plano móvil. Cada actuador tiene su propio sensor para detectar la carrera. Al tener varios pares de actuadores y sensores, el paralelismo se puede mantener utilizando un sistema de control multicanal, a menudo con un control de bucle cerrado en cada combinación de actuador/sensor. Sin embargo, sería preferible desde una perspectiva de coste y complejidad de control si para estos sistemas solo se requiriera un actuador con un sensor con el paralelismo mantenido de manera intrínseca. El documento US 5 410 207 A divulga un actuador piezoeléctrico que tiene un cuerpo de actuador en forma de zigzag, y un elemento piezoeléctrico expansible unido al cuerpo del actuador. El cuerpo del actuador tiene elementos en zigzag. Los elementos en zigzag se acercan y alejan entre sí mediante la expansión/contracción de los elementos piezoeléctricos expansibles. El cuerpo del actuador se expande y contrae mediante el desplazamiento posicional de los elementos en zigzag.

40 El documento EP 1 646 074 A1 divulga un aparato de exposición EX que proyecta una imagen de patrón sobre un sustrato W a través de un sistema óptico de proyección PL y un líquido LQ, y el sistema óptico de proyección PL tiene un elemento óptico G12 que entra en contacto con el líquido LQ y grupo óptico MPL dispuesto entre el elemento óptico G12 y una retícula R. Un mecanismo de sujeción HG que sujeta el elemento óptico G12 y el grupo óptico MPL sujeta el elemento óptico G12 de modo que sea móvil con relación al grupo óptico MPL.

45 El documento US 4 752 058 A divulga un raíl de soporte de amortiguador en forma de dispositivo mecánico según el preámbulo de la reivindicación 1, que está formado por una tira extrudida de plástico alargada, rígida pero elástica, que tiene forma de M en sección transversal. La forma de M se gira de lado y sus patas son sustancialmente paralelas. Las patas convergentes de la porción central en forma de V de la forma en M forman un vértice de ángulo agudo central donde se unen y forman los vértices superiores e inferiores en sus uniones con las patas paralelas. Las patas convergentes se doblan para formar partes integrales de las patas que forman un ángulo en diferentes ángulos agudos con respecto al eje de la forma de M, de modo que las tasas elásticas por unidad de longitud a lo largo de toda la tira son las mismas.

SUMARIO

55 El objeto mencionado anteriormente se resuelve mediante un dispositivo mecánico para mantener el paralelismo según la reivindicación 1 y las reivindicaciones que dependen de la misma. Esto es posible reemplazando los pares adicionales de actuadores y sensores de posición con mecanismos de conservación paralelos (PCM), el objeto de una realización de la invención descrita en este documento. Los PCM 120 se colocan entre la placa base de referencia 130 (plana) y una placa superior 110 (plana), como en los ejemplos 100a y 100b mostrados en la figura 6 o la figura 7. Cualquier ángulo de inclinación o posible falta de paralelismo entre la placa base 130

5 y la placa superior 110 será compensado por los PCM 120 montados entre estas placas. La estructura 100b mostrada en la figura 7, que comprende cuatro PCM 120 y placas superior/inferior 110, 130 no tiene desplazamiento lateral en absoluto, estando el único grado de libertad limitado a un eje de traslación (eje Z). Este concepto es particularmente aplicable a las etapas de microscopía del eje Z, donde lograr un desplazamiento altamente preciso en el eje Z, con un paralelismo de alta precisión entre la placa base y la placa móvil, sin ningún movimiento lateral parásito, es crítico para la operación. Una etapa de microscopía Z es solo un ejemplo, ya que el PCM y las estructuras que comprenden PCM en cualquier combinación se pueden usar en cualquier aplicación donde sea necesario el paralelismo mencionado anteriormente.

10 El mecanismo de conservación del paralelismo (PCM) de la presente divulgación reduce el número de actuadores/sensores necesarios. Teóricamente, al configurar un sistema con un cierto número de PCM, solo se necesita un actuador y un sensor de posicionamiento para lograr un sistema que tenga un paralelismo entre la referencia y el plano móvil. El sensor utilizado puede ser capacitivo, galga extensiométrica o cualquier otro tipo de sensor que pueda detectar el movimiento en el régimen nanométrico. Los actuadores pueden ser preferiblemente de tipo piezoeléctrico, pero se puede usar cualquier otro tipo de actuador que pueda proporcionar movimiento en el mismo régimen de resolución que el sensor.

15 El uso de PCM para este tipo de sistema también dará la opción de ajustar la rigidez del sistema, cambiando así las frecuencias naturales sin modificar el diseño de los actuadores. Agregar más PCM o aumentar la rigidez de los ya utilizados aumentará la frecuencia natural del conjunto combinado.

20 En una realización mostrada en la figura 1, se proporciona un dispositivo mecánico 120 para mantener el paralelismo. El dispositivo mecánico 120 incluye preferiblemente: una primera barra 122, una segunda barra 124, una tercera barra 126 y una cuarta barra 128, teniendo cada barra una superficie superior, una superficie inferior, una primera superficie lateral y una segunda superficie lateral, formando la parte superior superficie de la primera barra 122 la superficie superior del dispositivo 120 y la superficie inferior de la cuarta barra 128 que forma la superficie inferior del dispositivo; en el que la primera superficie lateral de la primera barra y la primera superficie lateral de la segunda barra están conectadas por una primera flexión 123, dejando un espacio entre la superficie inferior de la primera barra 122 y la superficie superior de la segunda barra 124; estando la segunda superficie lateral de la segunda barra 124 y la segunda superficie lateral de la tercera barra 126 conectadas mediante una segunda flexión 125, dejando un espacio entre la superficie inferior de la segunda barra 124 y la superficie superior de la tercera barra 126; y estando la primera superficie lateral de la tercera barra 126 y la primera superficie lateral de la cuarta barra 128 conectadas mediante una tercera flexión 127, dejando un espacio entre la superficie inferior de la tercera barra 126 y la superficie superior de la cuarta barra 128.

30 El mecanismo es capaz de mantener el paralelismo entre diferentes puntos, en toda su longitud, independientemente del punto que sea directamente el sujeto de una fuerza de empuje. Una representación simple de un mecanismo 120 se puede ver en la figura 1. Esta representación particular muestra una estructura de tipo monolítico 120, pero el mecanismo puede realizarse a partir de diferentes componentes y en diferentes tamaños, según los requisitos de la aplicación. El mecanismo puede fabricarse a partir de cualquier material o material compuesto, siempre y cuando el seleccionado pueda cumplir con los requisitos de la aplicación donde se utilice.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

40 La figura 1 es una vista en perspectiva de una realización de un PCM.

La figura 2A muestra una realización de una parte frontal (sección transversal también) y la figura 2B muestra una realización de una vista lateral del PCM, y la forma en que se desvía cuando se aplica una fuerza de empuje F.

45 La figura 3A muestra una realización de una vista frontal y la figura 3B muestra una realización de una vista lateral que muestra las dimensiones características del PCM.

Las figuras 4A y 4B representan una realización de una representación cinemática equivalente de la sección transversal del PCM.

La figura 5 muestra una realización de un ejemplo constructivo de un PCM como conjunto, con flexiones de acero inoxidable.

50 La figura 6 muestra una realización de un ejemplo de dos placas que se mantienen paralelas con dos PCM.

La figura 7 muestra un ejemplo de una realización de dos placas que se mantienen paralelas a cuatro PCM.

La figura 8 muestra una vista en despiece de una etapa de microscopía de flexión Z piezoactivada que ilustra una realización específica de dos placas que se mantienen paralelas a cuatro PCM.

La figura 9A muestra una vista isométrica de un ejemplo de un diseño en forma de T de acuerdo con una realización de la invención.

Las figuras 9B a 9D muestran vistas ortográficas de un ejemplo de un diseño en forma de T de acuerdo con una realización de la invención.

5 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS MODOS DE REALIZACIÓN PREFERENTES

La descripción de los modos de realización ilustrativos de acuerdo con los principios de la presente invención está destinada a leerse en relación con los dibujos adjuntos, que se consideran parte de la descripción escrita completa. En la descripción de los modos de realización de la invención divulgada en el presente documento, cualquier referencia a la dirección u orientación está destinada simplemente a la conveniencia de la descripción y no pretende limitar de ninguna manera el alcance de la presente invención. Los términos relativos tales como "inferior", "superior", "horizontal", "vertical", "encima", "abajo", "superior" y "inferior", así como sus derivados (por ejemplo, "horizontalmente", "hacia abajo", "hacia arriba", etc.) se deben interpretar como referidos a la orientación como se describe a continuación o como se muestra en el dibujo en análisis. Estos términos relativos son solo para conveniencia de la descripción y no requieren que el aparato se construya o se haga funcionar en una orientación particular a menos que se indique explícitamente como tal. Los términos tales como "unido", "fijado", "conectado", "acoplado", "interconectado" y similares se refieren a una relación en la que las estructuras están aseguradas o unidas entre sí, directa o bien indirectamente a través de estructuras intermedias, así como ambas uniones o relaciones móviles o rígidas, a menos que se describa expresamente de otro modo. Además, las características y beneficios de la invención se ilustran por referencia a los modos de realización ejemplificados. En consecuencia, la invención no se debe limitar expresamente a dichos modos de realización ejemplares que ilustran alguna posible combinación no limitante de características que pueden existir solas o en otras combinaciones de características; estando definido el alcance de la invención por las reivindicaciones adjuntas a la misma.

Esta divulgación describe el mejor modo o modos de practicar la invención como se contempla actualmente. Esta descripción no pretende entenderse en un sentido limitante, sino que proporciona un ejemplo de la invención presentado únicamente con fines ilustrativos por referencia a los dibujos adjuntos para informar a un experto en la técnica de las ventajas y la construcción de la invención. En las diversas vistas de los dibujos, caracteres de referencia similares designan las mismas partes o similares.

El mecanismo PCM que se muestra en las figuras representa un mecanismo de tipo de flexión que se puede usar en una etapa de nanoposicionamiento, por ejemplo, o en cualquier otra aplicación que requiera una desviación uniforme a lo largo de toda la longitud del mecanismo de flexión. Una característica y beneficio del PCM es mantener el mismo valor de desviación δH para los puntos 122a y 122b como se muestra en la figura 1 si se presiona con una fuerza F en solo uno de los dos puntos mencionados. Del mismo modo, el mismo valor de desviación δH en ambos puntos 122a y 122b se mantiene igualmente si la fuerza de empuje se reemplaza por una fuerza de tracción. Esto se logra a través de tres juntas de rotación 140a, 140b y 140c como se muestra en la configuración cinemática equivalente de las figuras 4A y 4B. Estas juntas de rotación 140a, 140b y 140c están representadas en una realización por las flexiones observadas en la vista en sección transversal del diseño de PCM (figura 2A). El diseño del tipo de flexión asegurará que cuando se aplique una fuerza F , estas tres flexiones 140a, 140b y 140c se comportarán como juntas rotacionales. Dada la sección delgada del material de flexión a lo largo de la longitud L (figura 3B), la desviación uniforme se logrará en la misma longitud.

Si se usa un actuador y un par de PCM, sobre la longitud L (ver la figura 2B o 3B), el paralelismo se cumple en toda la carrera, eliminando la necesidad de desplegar más de un actuador y un sensor de retroalimentación para controlar el paralelismo. Otra ventaja de un PCM es que comprende un sistema rígido en toda su longitud, manteniendo así las frecuencias naturales en valores más altos. Todas las ventajas anteriores se han descrito para un PCM. Se pueden usar varios PCM para restringir el movimiento mecánico de una placa móvil paralela con respecto a otra placa (ver, por ejemplo, las realizaciones de las figuras 6, 7 y 8).

Estos pueden configurarse dependiendo de las particularidades de la aplicación donde se usa, y la configuración puede tener cualquier forma y tamaño en términos del número de PCM utilizados, su rigidez y masa. La rigidez y la masa son importantes, dadas las frecuencias naturales que resultarán de su relación. El actuador utilizado en sistemas que utilizan PCM puede ser preferiblemente piezoeléctrico para precisión nanométrica, pero también puede usarse cualquier otro tipo de actuadores para lograr el movimiento deseado.

En términos de fabricación, el PCM se puede fabricar mediante procesos tales como erosión de alambre, moldeo o cualquier otro proceso de fabricación adecuado si el objetivo es tener una estructura monolítica (ver la figura 1). De lo contrario, se puede construir como un conjunto 200, como en la figura 5 mediante el uso de flexiones 240, tiras de retención de flexión 220 para lograr una distribución uniforme de la fuerza de compresión de los tornillos 230 y también los elementos estructurales principales 210 que se conectarán a las flexiones 240.

La masa y la rigidez del PCM 120 se pueden variar cambiando los parámetros geométricos 122w, 123h y 123t de la figura 3A. Disminuir la anchura 122w disminuirá la masa y aumentará la rigidez (fuerza de reacción) del

conjunto PCM 120 debido a la mayor tensión y tracción experimentada por las juntas de flexión. A medida que la anchura 122w se reduce, para la misma deflexión lograda, el brazo de momento dado por la misma fuerza de empuje F será mayor, por lo que la fuerza de reacción del PCM para la misma deflexión lograda será mayor. Aumentar el espesor 123t aumentará la rigidez del PCM, pero con una masa adicional agregada. Aumentar la altura 123 h disminuirá la rigidez del PCM, dadas las fuerzas de reacción más pequeñas. Todos estos parámetros se pueden variar para lograr la masa y la rigidez deseadas y, por lo tanto, la frecuencia natural para un diseño de sistema particular.

En términos de implementación de PCM en conjuntos integrados, hay un número infinito de combinaciones. Dos ejemplos se ilustran en las realizaciones 100a y 100b de las figuras 6 y 7, respectivamente. La figura 6 muestra una realización de un ejemplo de dos placas 110 y 130 que se mantienen paralelas con dos PCM 120 cuando se aplica una fuerza F a uno de los puntos de la línea central 110a o 110b (si se aplica la fuerza en 110a, entonces 110b se desviará en la misma cantidad, y viceversa). La figura 7 muestra un ejemplo de una realización de dos placas 110 y 130 que se mantienen paralelas a cuatro PCM 120 cuando se aplica una fuerza F a una de las esquinas representadas por los puntos 110c, 110d, 110e y 110f. La figura 8 muestra una realización específica de un conjunto 300 en forma de un microscopio de nanoposicionamiento en la etapa Z, esencialmente un ejemplo de dos placas que se mantienen paralelas a cuatro PCM 340. El ejemplo de producto mostrado en la figura 8 comprende una carcasa superior 310, actuadores piezoamplificadores 320, un subconjunto de placa de control impresa (PCB) 330, un panel eléctrico 350, una placa de pozo 360, un soporte de placa de pozo (mundo móvil) 370, espaciadores 380 para el montaje de la PCB y un sistema de sujeción de placa de pozo de muestra 390. También son posibles otras etapas y conjuntos de eje único y múltiples ejes. En un sistema de múltiples ejes, se prevé que varias estructuras PCM se puedan apilar ortogonalmente para proporcionar los grados necesarios de libertad de movimiento.

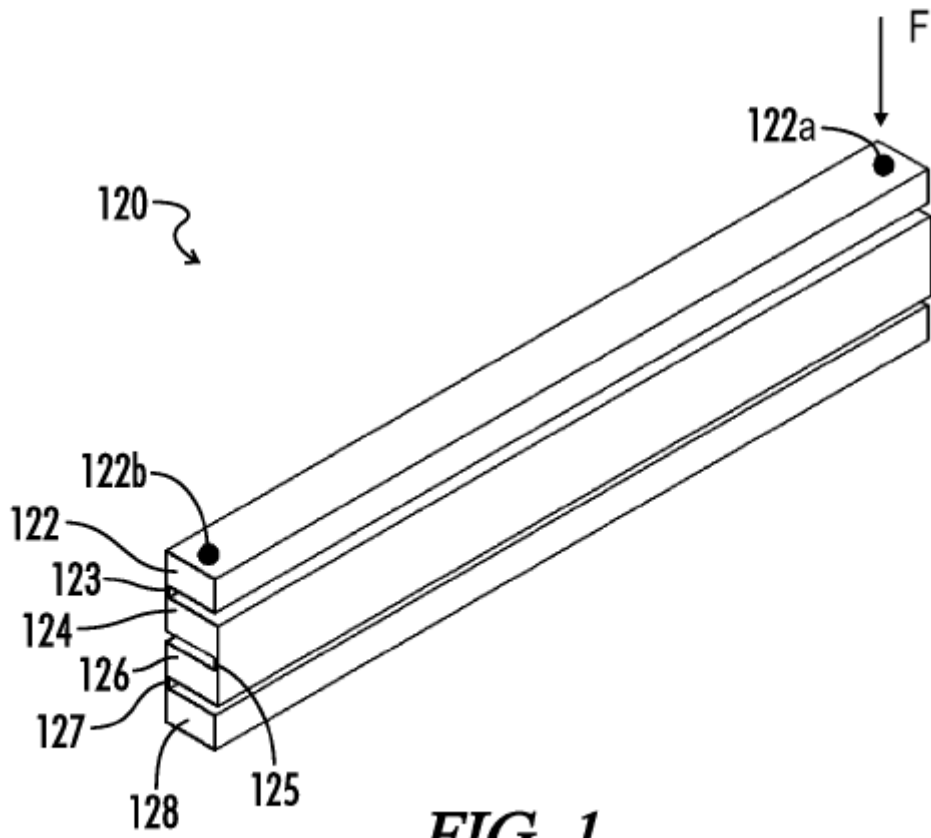
En una extensión del concepto PCM, se puede contemplar una estructura de brazo compuesto de múltiples PCM. De esta manera, en lugar del uso de múltiples PCM lineales separados 340 fijados entre las placas fijas 310 y móviles 370 de una etapa de posicionamiento o conjunto 300 como se muestra en las figuras 6, 7 y 8, por ejemplo, se considera un único conjunto 400 de PCM compuesto con múltiples brazos 410, 420 y 430 que tienen una orientación angular entre los mismos. Esto se ilustra en un ejemplo específico en las figuras 9A a 9D, que muestra un PCM de estructura monolítica en forma de T 400. Se contemplan otras configuraciones de PCM compuesto de múltiples brazos, como las estructuras en forma de L y H. Debe tenerse en cuenta que en todas las configuraciones compuestas de este tipo, cada brazo PCM conserva el principio básico de operación y construcción como un único conjunto de brazo PCM lineal. En la realización de las figuras 9A - 9D, también se muestra el espacio 440 que es necesario para los soportes de flexión media, para que el mecanismo de brazo de múltiples PCM combinado tenga los grados de libertad necesarios. Este espacio 400, por ejemplo, será necesario en cualquier configuración compuesta de múltiples PCM donde haya una orientación angular de un brazo de PCM con respecto a otro.

Aunque la presente invención se ha descrito con cierta extensión y con cierta particularidad con respecto a los diversos modos de realización descritos, no se pretende que se limite a ninguna de dichas particularidades o modos de realización o ningún modo de realización particular, sino que debe interpretarse con referencias a las reivindicaciones adjuntas para proporcionar la interpretación más amplia posible de dichas reivindicaciones en vista de la técnica anterior y, por lo tanto, para abarcar efectivamente el alcance previsto de la invención. Además, lo anterior describe la invención en términos de modos de realización previstos por el inventor para los que estaba disponible una descripción habilitante, a pesar de que las modificaciones insustanciales de la invención, no previstas actualmente, pueden, sin embargo, representar equivalentes a la misma.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo mecánico de conservación de paralelismo (120) para mantener el paralelismo, que comprende:
 - 5 una primera barra (122), una segunda barra (124), una tercera barra (126) y una cuarta barra (128), teniendo cada barra una superficie superior, una superficie inferior, una primera superficie lateral y una segunda superficie lateral, formando la superficie superior de la primera barra (122) la superficie superior del dispositivo (120) y formando la superficie inferior de la cuarta barra (128) la superficie inferior del dispositivo (120); en el que
 - 10 la primera superficie lateral en la dirección longitudinal de la primera barra (122) y la primera superficie lateral en la dirección longitudinal de la segunda barra (124) están conectadas por una primera flexión (123), dejando un espacio (123h) entre la superficie inferior de la primera barra (122) y la superficie superior de la segunda barra (124);
 - 15 la segunda superficie lateral en la dirección longitudinal de la segunda barra (124) y la segunda superficie lateral en la dirección longitudinal de la tercera barra (126) están conectadas por una segunda flexión (125), dejando un espacio entre la superficie inferior de la segunda barra (124) y la superficie superior de la tercera barra (126); y
 - 20 la primera superficie lateral en la dirección longitudinal de la tercera barra (126) y la primera superficie lateral en la dirección longitudinal de la cuarta barra (128) están conectadas por una tercera flexión (127), dejando un espacio entre la superficie inferior de la tercera barra (126) y la superficie superior de la cuarta barra (128); **caracterizado por que**
 - el dispositivo comprende además un sensor para detectar un movimiento de la superficie del dispositivo (120).
 2. El dispositivo (120) de la reivindicación 1, que comprende además un actuador para ajustar una posición superficial del dispositivo (120).
 - 25 3. El dispositivo (120) de la reivindicación 1, en el que el sensor es un sensor capacitivo o galga extensiométrica.
 4. El dispositivo (120) de la reivindicación 2, en el que el actuador es un actuador piezoeléctrico.
 5. El dispositivo (120) de la reivindicación 1, en el que las flexiones (123; 125; 127) y las barras (122; 124; 126; 128) están conectadas mediante un medio de sujeción.
 - 30 6. El dispositivo (120) de la reivindicación 1, en el que el dispositivo (120) es una estructura monolítica.
 7. El dispositivo (120) de la reivindicación 1, en el que la primera (123), la segunda (125) y la tercera flexiones (127) se extienden a lo largo de la primera (122), la segunda (124), la tercera (126) y la cuarta barras (128).
 - 35 8. Un dispositivo mecánico (100a; 100b), que comprende una primera placa (110), una segunda placa (130) y una pluralidad de dispositivos de conservación de paralelismo (120) según la reivindicación 1, en el que las placas (110; 130) se mantienen paralelas a la pluralidad de dispositivos de conservación de paralelismo (120) situados entre las placas (110; 130).
 9. El dispositivo mecánico (100a; 100b) de la reivindicación 8, que comprende además un actuador para ajustar una distancia entre la primera placa (110) y la segunda placa (130).
 - 40 10. El dispositivo mecánico (100a; 100b) de la reivindicación 9, que comprende además un sensor para detectar un movimiento relativo entre la primera placa (110) y la segunda placa (130) y proporcionar retroalimentaciones al actuador.
 11. El dispositivo mecánico (100a; 100b) de la reivindicación 9, en el que el actuador es un actuador piezoeléctrico.
 - 45 12. El dispositivo mecánico (100a; 100b) de la reivindicación 10, en el que el sensor es un sensor capacitivo o galga extensiométrica.
 13. Un dispositivo mecánico (400) que comprende una pluralidad de dispositivos de conservación de paralelismo (120) según la reivindicación 1, que están unidos en ángulo.

14. El dispositivo mecánico (400) de la reivindicación 13, en el que existe una separación (440) en las segundas flexiones (125) en una junta entre dos de la pluralidad de dispositivos de conservación de paralelismo (120) para proporcionar un grado de libertad.



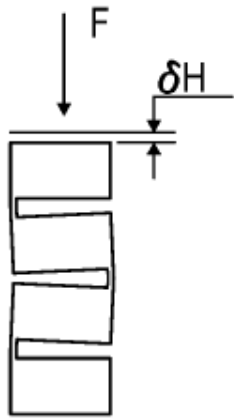


FIG. 2A

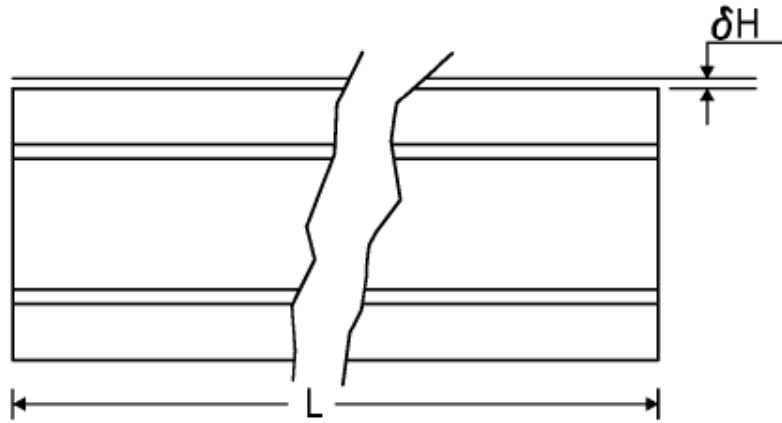


FIG. 2B

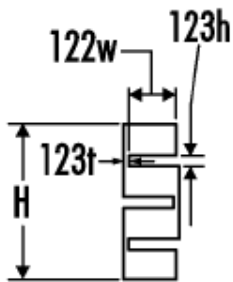


FIG. 3A

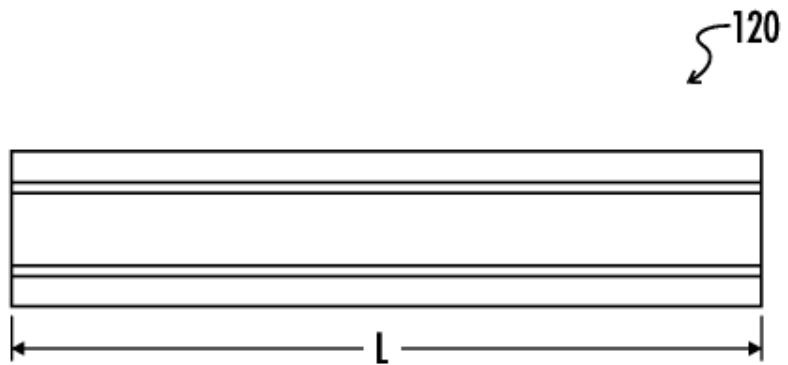


FIG. 3B

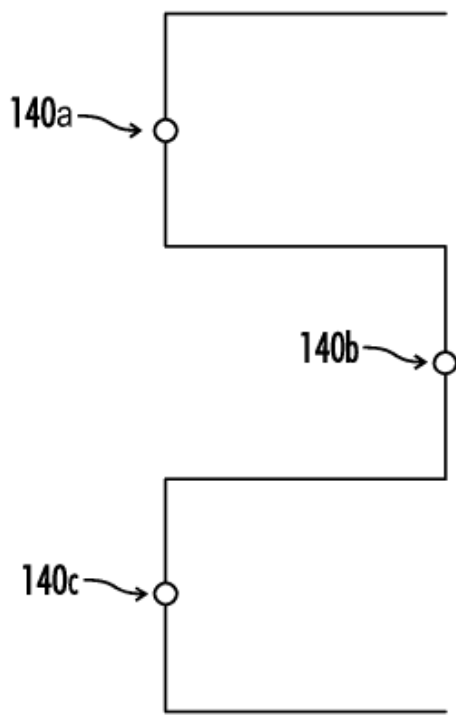


FIG. 4A

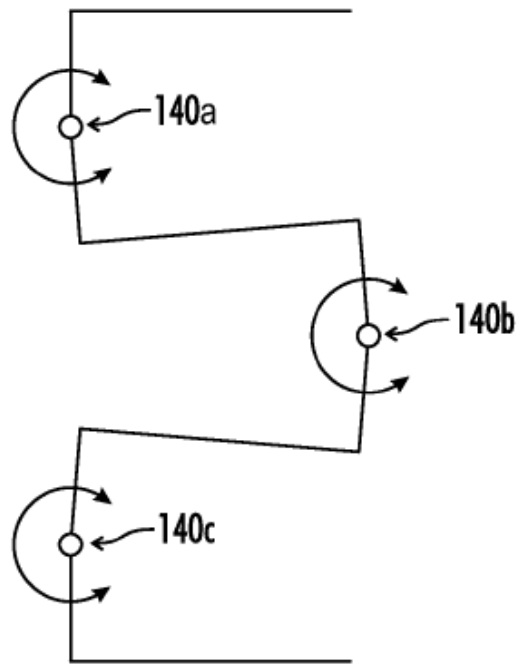


FIG. 4B

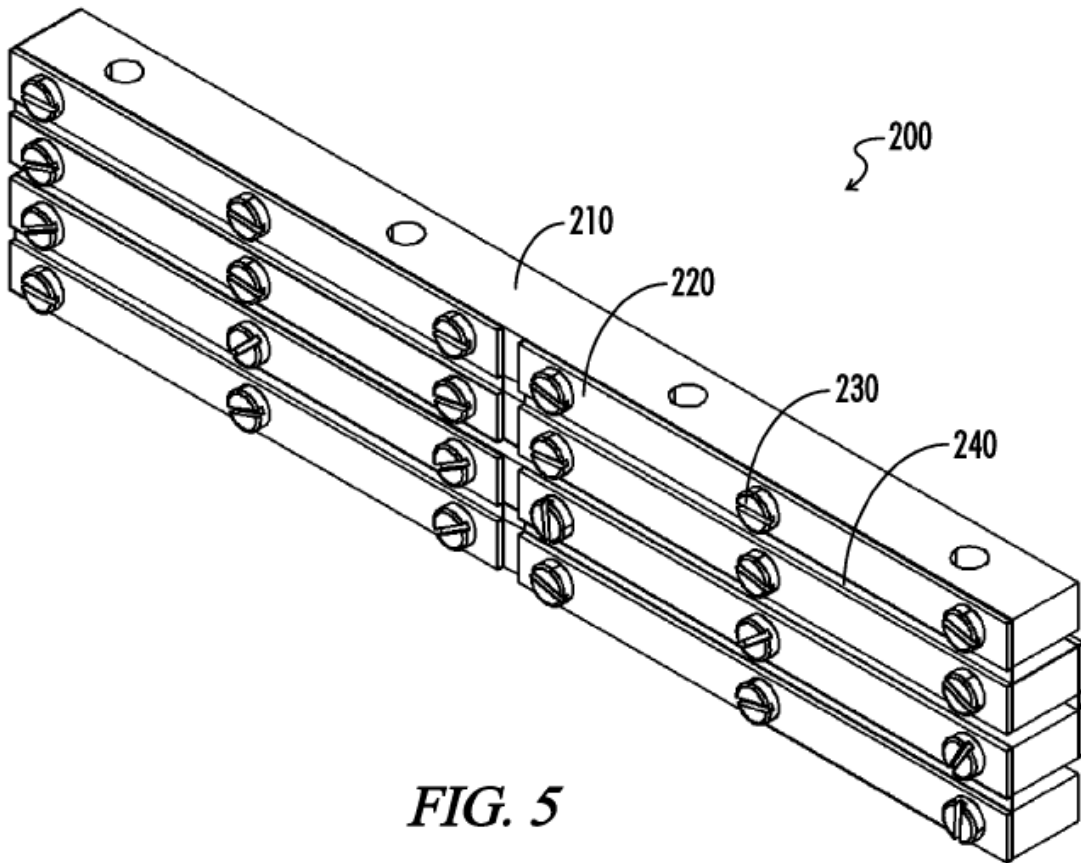
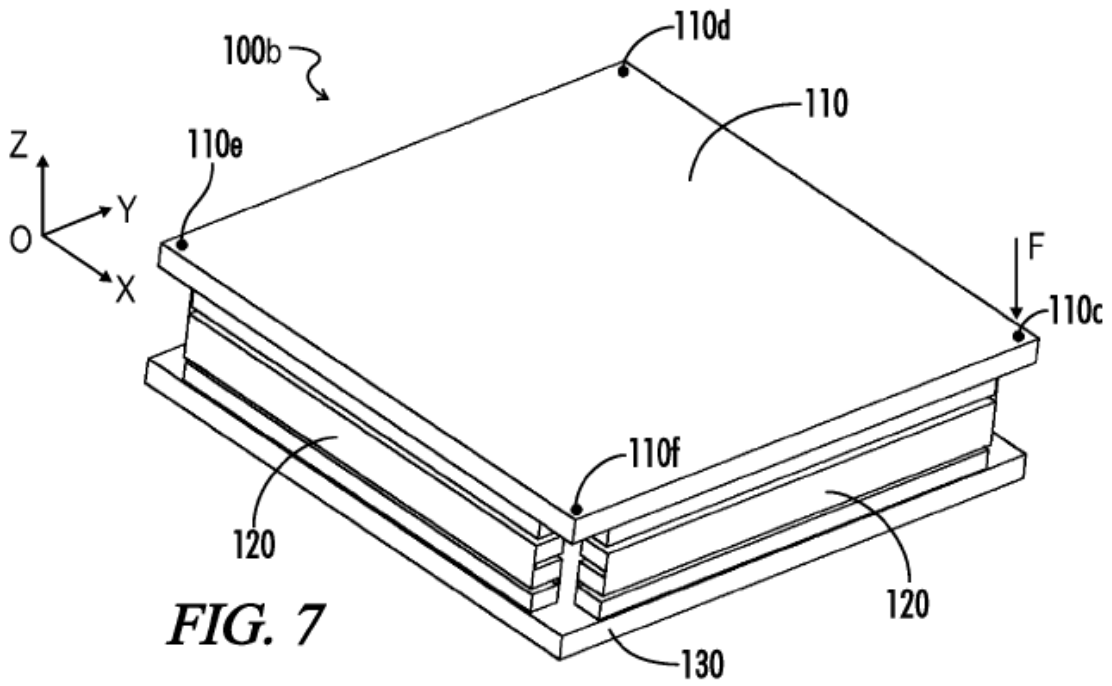
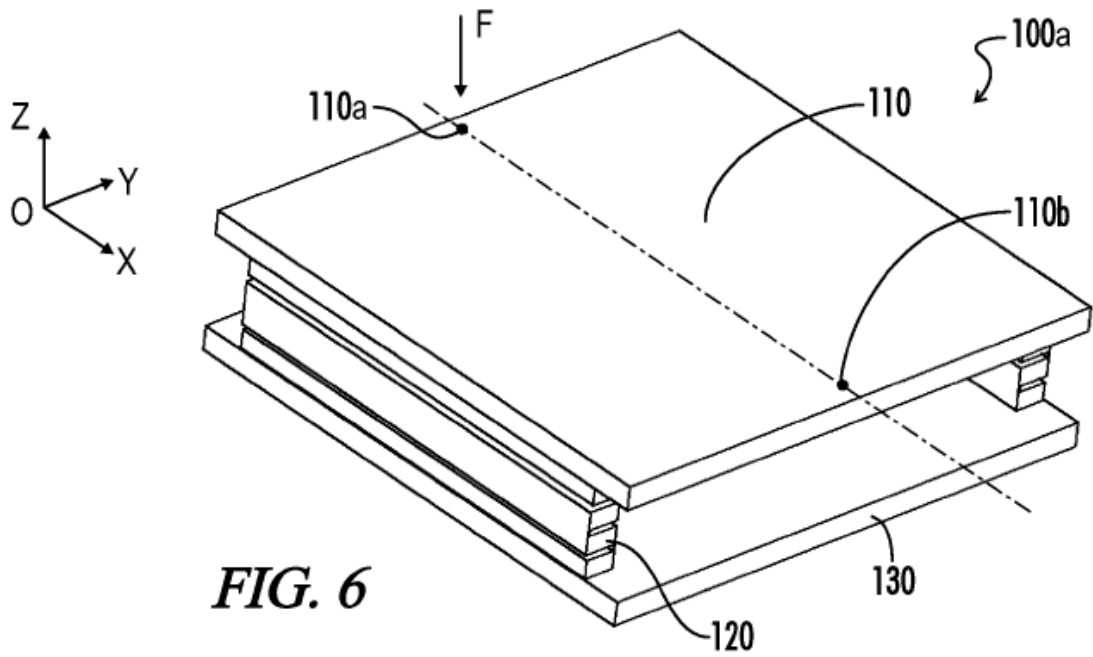


FIG. 5



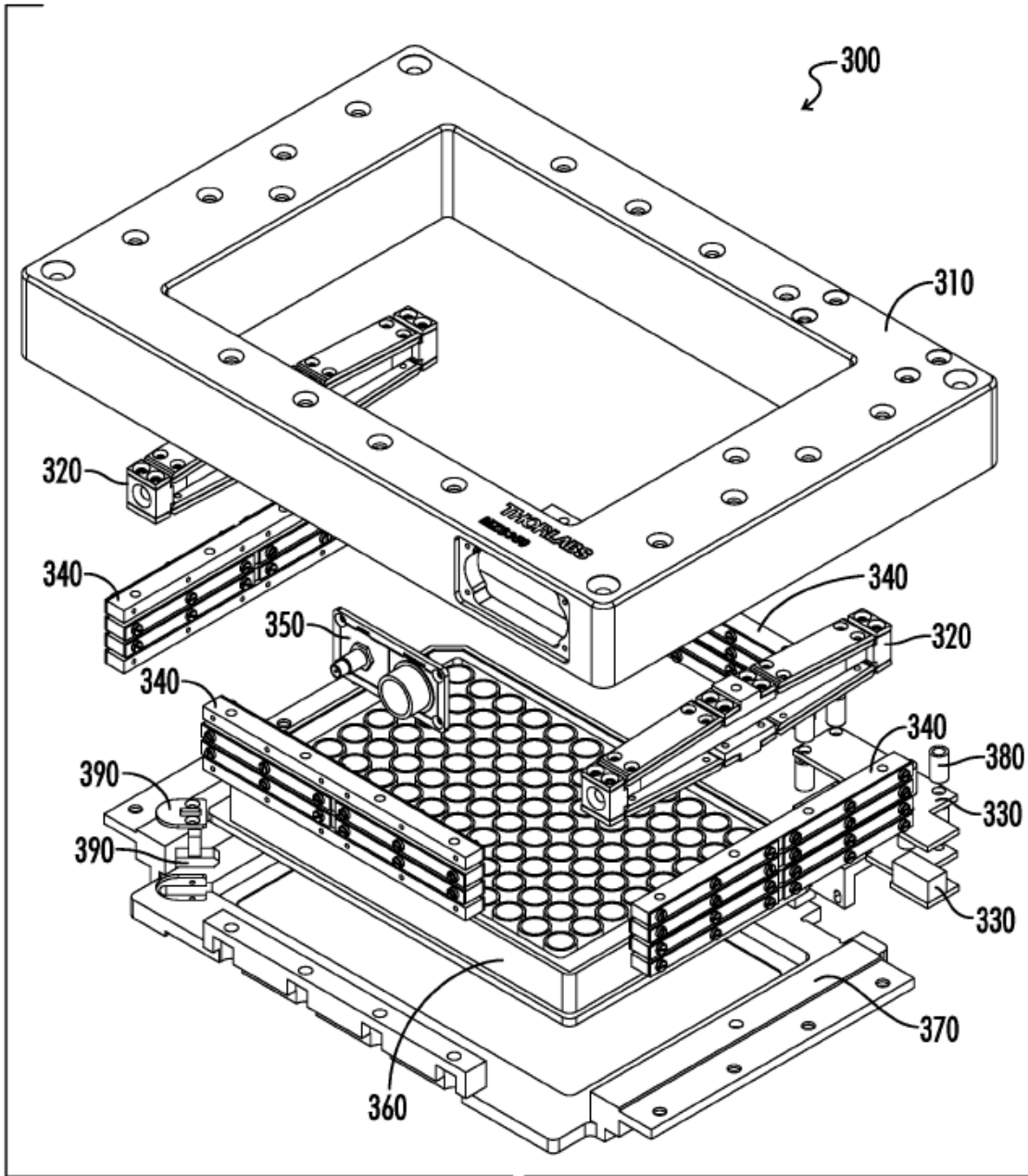


FIG. 8

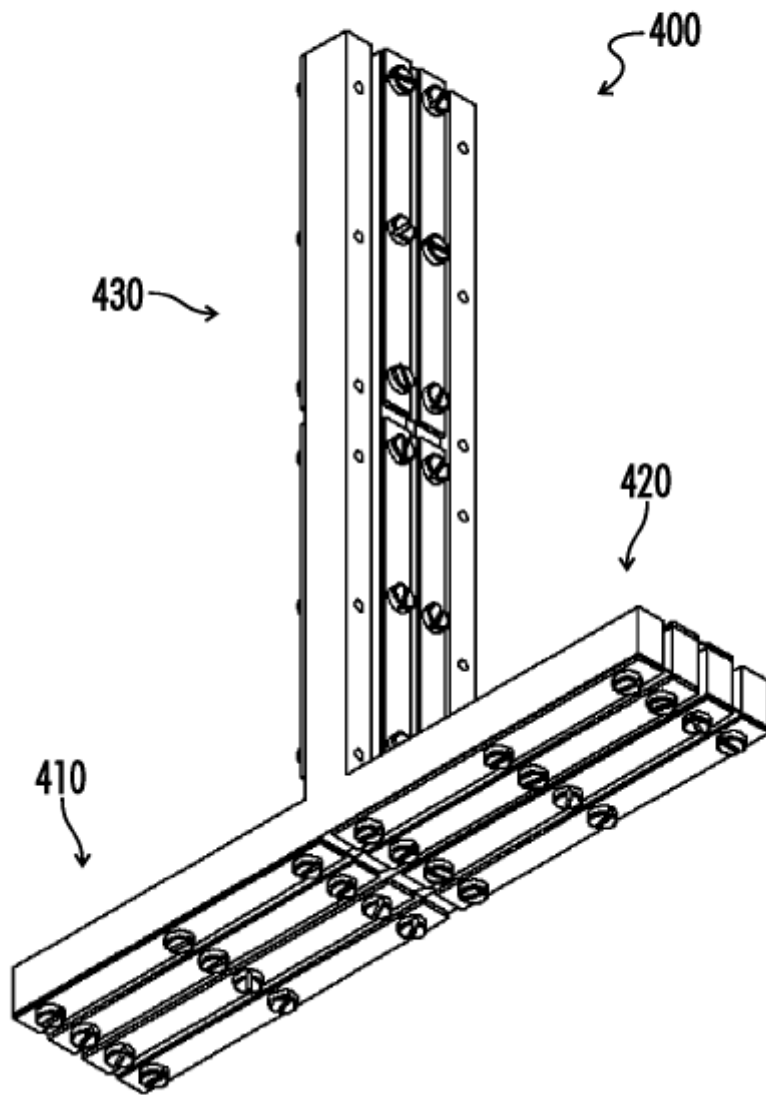


FIG. 9A

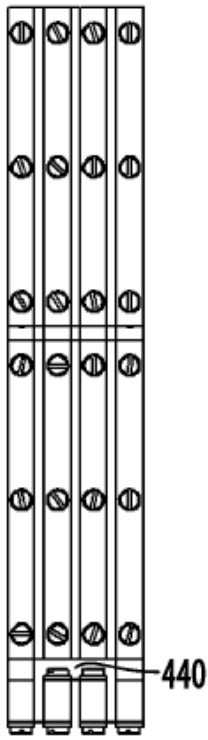


FIG. 9B

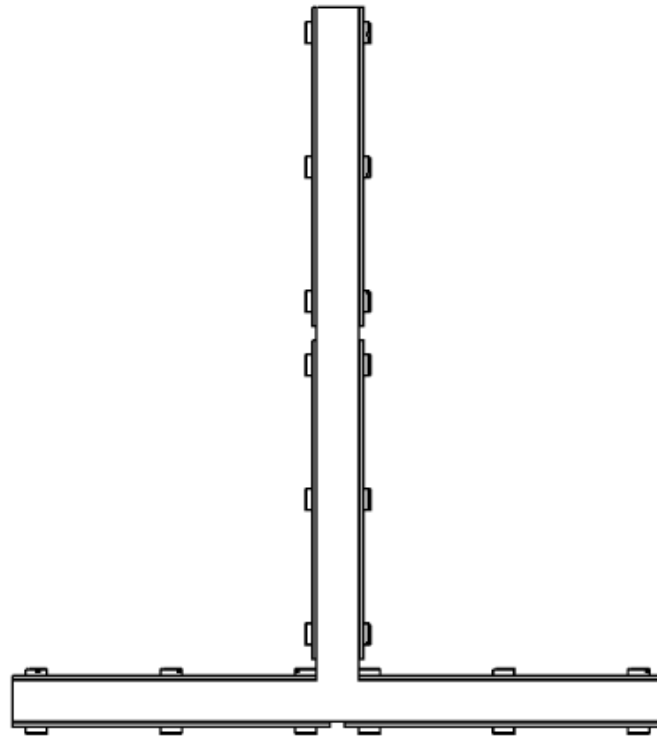


FIG. 9C

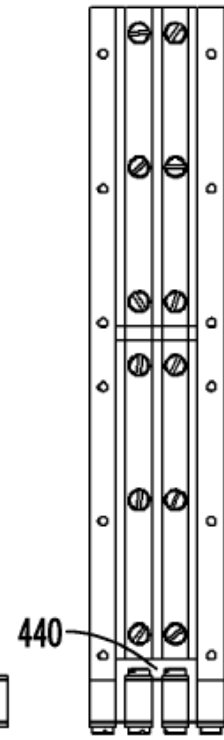


FIG. 9D