

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 208**

51 Int. Cl.:

G01D 1/04	(2006.01)
G01D 5/04	(2006.01)
G01B 5/30	(2006.01)
G06M 1/04	(2006.01)
G08G 1/065	(2006.01)
G06M 3/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.07.2014 PCT/FR2014/000157**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.01.2015 WO15001204**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2014 E 14749859 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.08.2018 EP 3017278**

54 Título: **Microsensor pasivo y reversible amplificado de deformaciones**

30 Prioridad:

02.07.2013 FR 1301556

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

10.12.2018

73 Titular/es:

**ETAT FRANÇAIS REPRÉSENTÉ PAR LE
DÉLÉGUÉ GÉNÉRAL POUR L'ARMEMENT
(50.0%)**

**DGA/DS/SDPA/BPI, Bureau de la Propriété
Intellectuelle, 60 Boulevard du Général Martial
Valin, CS21623
75509 Paris Cedex 15, FR y
SILMACH (50.0%)**

72 Inventor/es:

**LOUVIGNÉ, PIERRE-FRANÇOIS;
MINOTTI, PATRICE;
VESCOVO, PAUL y
SADOULET, VIANNEY**

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 693 208 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

Microsensor pasivo y reversible amplificado de deformaciones

5 [0001] La presente invención se refiere al dominio de los microsensors y tiene más particularmente como objetivo un microsensor capaz de detectar y, preferiblemente también de contar, el número de ciclos de variaciones de distancia entre dos puntos o zonas de una estructura sometida a una acción exterior repetida, por ejemplo ciclos de temperaturas o de restricciones mecánicas como por ejemplo el número de pasajes de vehículos sobre un puente, generando un nivel de tensión conocido en la estructura.

10 [0002] En este dominio, se conoce la solicitud de la patente EP1998145 que describe un microsensor pasivo y reversible de recuento del número de ciclos de esfuerzos sufridos por una estructura pudiendo por ejemplo corresponder al número de ciclos de temperatura, de esfuerzos mecánicos de tracción, compresión y/o flexión generado, por ejemplo, por el paso de elementos móviles sobre esta estructura cuyo tamaño, ventajosamente, no excede de 5 cm para su mayor dimensión, y preferentemente 2 cm, y que presenta un período de vida casi ilimitado, pudiéndose utilizar en seguridad pirotécnica, sin presentar ninguna sensibilidad a los campos electromagnéticos y que permite un recuento sin error de este número de ciclos o de pasajes.

15 [0003] Por reversible, se entiende un microsensor capaz de detectar un ciclo de variaciones de distancia sin deteriorarse, por lo tanto capaz de detectar otro ciclo a continuación. Por medios pasivos, se entiende medios que funcionan sin fuente de energía contrariamente a los medios, denominados activos, utilizados en las solicitudes de patentes anteriormente mencionadas y que utilizan una fuente de energía, es decir una alimentación eléctrica. Este microsensor incluye medios de detección y de recuento de los ciclos de variaciones de distancia entre dos puntos o zonas de una estructura, comprendiendo estos medios un soporte que posee una primera y una segunda parte que posee cada una una zona de anclaje, estas zonas de anclaje siendo aptas para ser fijadas respectivamente a uno y al otro de los dichos dos puntos o zonas de la estructura y estando constituidas por resaltes, muescas y/o escariados y siendo de dimensiones más débiles que aquellas de la primera y segunda parte, los medios de recuento siendo asociados a cada una de dichas primera y segunda partes del soporte. Se conoce también la solicitud de la patente FR2974410 que describe un microsensor pasivo y reversible de recuento del número de ciclos de esfuerzos sufridos por una estructura y capaz de detectar varios umbrales diferentes de esfuerzos. Tal microsensor se muestra en las figuras 1a y 1b, respectivamente sin y con medios de detección y con medios de recuento.

20 [0004] Incluye un soporte 29 con un primer y un segundo subconjunto 30, 31 en forma de L dispuestos de manera invertida uno respecto a otro y separados principalmente de manera longitudinal según un eje OX por un espacio 32 y cuyas respectivas bases 33, 34 son, en parte, zonas de anclaje del soporte 29 sobre la estructura por vigilar.

25 [0005] Estas bases 33, 34 tienen cada una dos escariados 15, 16 y 17, 18. Los ejes Y1 y Y2 que pasan respectivamente por los centros de los escariados 15, 16 y 17, 18 son perpendiculares al eje OX, mientras que los ejes X1 y X2 que pasan respectivamente por los centros de los escariados 15, 17 y 16, 18 son paralelos al eje OX. Además, esta primera y segunda parte longitudinales 41, 44 están conectadas entre ellas, en sus extremos 37, 38 por un elemento elástico, en este caso un cordón de materia 35 y 36.

30 [0006] La segunda parte 41 del primer subconjunto 30 incluye tres escariados 19 regularmente distribuidos a lo largo del eje OX así como tres pares de escariados 20, el eje que pasa por los centros de un conjunto de escariados siendo paralelo al eje Y1 y cada uno de los conjuntos se asocia a uno de los escariados 19. Cada perforación 20 se destina a recibir un eje que sobrepasa el soporte y capaz de permitir un preposicionamiento de medios de retención.

35 [0007] Esta segunda parte 41 incluye tanto depresiones 42 de forma considerablemente cuadrada como escariados 19, cada depresión siendo centrada alrededor de uno de los escariados 19. Incluye también tres almenas 43 que sobresalen de la superficie lateral del segunda parte 41 del primer subconjunto 30 situada en frente de la segunda parte 44 del segundo subconjunto 31. En cada uno de los escariados 19, el eje que pasa por su centro y paralelo al eje Y1 es también un eje de simetría de una de las almenas 43. Cada una de estas almenas incluye, en su parte central, una perforación 48. La segunda parte 44 del segundo subconjunto 31 incluye tres conjuntos de escariados 22 distribuidos del mismo modo que los escariados 19 según el eje OX, cada uno de los conjuntos 22 estando asociado a uno de los escariados 19. Cada perforación 22 se destina a recibir un eje que sobrepasa el soporte y capaz de permitir un preposicionamiento de medios de accionamiento. Además, la superficie lateral de la segunda parte 44 del segundo subconjunto 31 situada en frente de la segunda parte 41 del primer subconjunto 30 incluye muescas 45 de dimensiones superiores a aquellas de las almenas 43 y destinadas a permitir la introducción de las almenas en su interior. Cada una de las bases 33, 34 está parcialmente separada de la segunda parte de la L correspondiente por dos muescas 46, 47 coaxiales y enfrentadas.

40 [0008] Las pequeñas muescas 46 no son absolutamente indispensables, pero presentan las ventajas siguientes:

-facilitar la rotación de las 2 zonas de anclaje una con respecto a la otra. De hecho, cuando el testigo se instala sobre una estructura sometida a flexión, hay una rotación de las secciones rectas. Tal arquitectura, al aportar elasticidad (aptitud), permite por lo tanto evitar aumentar las restricciones inútilmente. - centrar la base con respecto a la segunda parte móvil correspondiente del soporte, - dejar únicamente, a la altura de las bases, la materia necesaria para soportar los esfuerzos de tracción o compresión.

[0009] Las grandes muescas 47 permiten crear elementos elásticos, concretamente cordones de materia 35, 36 de conexión de los subconjuntos 30, 31 entre ellos. La figura 1b muestra una vista en perspectiva del soporte de la figura sobre la cual han sido dispuestos medios de detección y medios de recuento. Sobre el soporte 29, están dispuestos tres conjuntos 4, 5, 6 comprendiendo cada uno:

- ejes introducidos por fuerza en los escariados 19, 20, y 22 y que sobrepasan el soporte 29 y sirven de tope de retención o de eje de rotación,

- una rueda dentada 54₁, 54₂ o 54₃, medios de retención 55₁, 55₂ o 55₃ - medios de accionamiento 56₁, 56₂ o 56₃.

Con el fin de permitir la detección de varios umbrales de deformaciones diferentes, las ruedas dentadas 54₁, 54₂ o 54₃ presentan un paso de dientes diferente de una rueda a otra.

[0010] Los dispositivos según estas patentes se dimensionan en función de la deformación esperada y los límites tecnológicos de fabricación de diferentes elementos constitutivos, entre ellos, principalmente, el paso de los dientes de las ruedas de recuento, la resolución siendo como máximo igual a este paso.

[0011] Así, para un paso de dientes dado, cuanta más pequeña sea la deformación por detectar y por contar, mayor será el tamaño del microsensor y, por lo tanto, su peso.

[0012] Sin embargo, en ciertos sectores, como el dominio aeronáutico, la masa de los componentes debe ser lo más débil posible. En consecuencia, el tamaño de los microsensores debe ser el menor posible compatible con la detección y el recuento de las deformaciones.

[0013] Además, el uso del silicio para la fabricación de ruedas de recuento permite obtener un paso de dientes muy pequeño, del orden de 100µm, incluso menos. Sin embargo, la tecnología de fabricación de ruedas de silicio es complejo y puede ser, en ciertos casos, preferible utilizar una tecnología más sencilla como la de los metales. Sin embargo, con metales, se alcanza, como mucho, un paso de dientes del orden de 400µm lo que necesita, para un mismo valor de deformación detectada y contada, poner en práctica soportes al menos cuatro veces más grandes que en el marco de las ruedas de recuento de silicio. De hecho, para las deformaciones de amplitud muy débil, las invenciones precedentes presentan una arquitectura cuya parte móvil que sirve para engranar la rueda de recuento se desplaza con una amplitud cerca de la del desplazamiento asociado al evento. Si el evento es de amplitud muy débil, el recorrido de la parte móvil puede ser insuficiente para provocar el engranaje. Esta limitación está relacionada con la relación del número de dientes con el diámetro del diente.

[0014] El objetivo de la invención es resolver los inconvenientes citados anteriormente proponiendo un microsensor pasivo y reversible de recuento del número de ciclos de esfuerzos sufridos por una estructura que permite, con respecto a aquellos descritos en las solicitudes de patente EP1998145 y FR2974410, por una parte reducir su tamaño, por lo tanto su volumen de superficie, en un factor preferentemente al menos igual a 4, para un tamaño de microsensor dado y, por otra parte, detectar y contar los valores de deformaciones sufridas por una estructura al menos cuatro veces más débiles que las detectadas y contadas con un microsensor según las solicitudes de patente anteriormente mencionadas. Así, en ciertos casos, será posible utilizar la tecnología de los metales para realizar los medios de recuento, siendo esta última mucho más sencilla que la del silicio.

La solución aportada es un microsensor pasivo y reversible de deformaciones según una dirección longitudinal OX de una estructura particularmente durante ciclos de temperaturas o de restricciones mecánicas sufridas por esta estructura, este microsensor que comprende medios de detección y de recuento de los ciclos de variaciones de distancia entre dos puntos o zonas de una estructura así como:

- un soporte que comprende:
 - una primera parte que posee una zona de anclaje capaz de ser fijada a un primero de dichos dos puntos o zonas de la estructura,
 - una segunda parte que posee una zona de anclaje capaz de ser fijada al segundo de dichos dos puntos o zonas de la estructura,
 - una tercera parte dispuesta longitudinalmente entre la primera parte y dicho segundo de dichos dos puntos o zonas de la estructura y fijada por una primer extremo longitudinal a la primera parte,
 - una cuarta parte dispuesta longitudinalmente entre el segunda parte y dicho primero de dichos dos puntos o zonas de la estructura y fijada por una primer extremo longitudinal a la segunda parte,

- medios de detección y de recuento de los ciclos de variaciones de distancia entre dichos dos puntos o zonas de una estructura que comprenden:

- 5
- al menos una primera rueda dentada de recuento dispuesta sobre una de dichas primera, segunda, tercera o cuarta parte,
 - al menos una tercera viga fijada al soporte y que comprende un diente en su extremo libre, este diente siendo capaz de engranarse sobre dicha rueda dentada, el soporte que comprende medios de amplificación del valor de un desplazamiento relativo entre dichas primera y segunda partes del soporte, estos medios comprenden:

- 10
- una primera viga fijada en uno de sus extremos a la tercera parte y en su otro extremo a una primera placa,
 - una segunda viga fijada en uno de sus extremos a la cuarta parte y en su otro extremo a dicha primera placa,
- 15

y donde la tercera viga está fijada a un lado a dicha placa, o a un elemento que está unido a ella, dicha placa y las primera, segunda y tercera viga estando dispuestas de manera que toda variación de distancia Δx entre dichas primera y segunda partes del soporte produce un desplazamiento correspondiente Δy de la placa según una dirección diferente y con $\Delta y > \Delta x$ y, preferentemente, $\Delta y > 4\Delta x$. Más precisamente, la invención se refiere a un microsensors pasivo y reversible de deformaciones según una dirección OX de una estructura particularmente durante ciclos de temperaturas o de restricciones mecánicas sufridas por esta estructura, este microsensors incluye:

20

- 25
- un soporte que comprende:
 - una primera parte que posee una zona de anclaje capaz de ser fijada a uno de dichos dos puntos o zonas de la estructura,
 - una segunda parte que posee una zona de anclaje capaz de ser fijada al otro de dichos dos puntos o zonas de la estructura,
 - una tercera parte dispuesta longitudinalmente entre la primera y segunda parte y conectada por un primer extremo longitudinal a la primera parte por un elemento elástico como por ejemplo un cordón grueso,
 - una cuarta parte dispuesta longitudinalmente entre la primera y segunda parte y conectada por un primer extremo longitudinal a la segunda parte por un elemento elástico como por ejemplo un cordón grueso, este primer extremo estando preferentemente conectado también al primer extremo longitudinal de la tercera parte por un primer cordón al menos en parte delgado, y el segundo extremo longitudinal de la tercera parte estando también preferentemente conectado al segundo extremo longitudinal de la cuarta parte por un segundo cordón al menos en parte delgado,
- 30
- 35

- medios de detección y de recuento de los ciclos de variaciones de distancia entre dos puntos o zonas de una estructura que comprende:

40

- al menos una primera rueda dentada de recuento dispuesta sobre una de la tercera o cuarta parte,
 - al menos una tercera viga fijada al soporte y que comprende un diente en su extremo libre, siendo capaz este diente de engranarse sobre dicha rueda dentada, el soporte que comprende medios de amplificación del valor de un desplazamiento relativo entre dichas primera y segunda partes del soporte, estos medios comprenden:
- 45

- una primera viga fijada en uno de sus extremos a la tercera parte y en su otro extremo a una primera placa,
 - una segunda viga fijada en uno de sus extremos a la cuarta parte y en su otro extremo a dicha primera placa,
- 50

y donde la tercera viga se fija por un lado a dicha placa, o a un elemento unido a ella, y dicha placa y la primera, segunda y tercera viga están dispuestas de manera que todo desplazamiento relativo Δx entre dichas primera y segunda parte del soporte produce un desplazamiento correspondiente Δy de la placa según una dirección diferente y con $\Delta y > \Delta x$ y, preferentemente, $\Delta y > 4\Delta x$. Los cordones delgados permiten mantener el posicionamiento de la primera, segunda, tercera y cuarta partes durante la fase de transporte después de la fijación del soporte sobre una estructura mientras que los cordones de materia situados entre cada cordón delgado y el cordón grueso correspondiente hacen la función de muelle, permitiendo de este modo el desplazamiento casi sin tensión de la primera y tercera parte respecto a la segunda y cuarta parte. Por cordón delgado o grueso, se entiende que el cordón delgado es al menos dos veces menos ancho que el cordón grueso y, preferentemente al menos cinco veces menos ancho.

55

60

65

[0015] Por placa, se entiende todo elemento tridimensional del cual al menos una de sus dimensiones es muy

superior a al menos una de las otras.

[0016] Según una característica adicional, el soporte incluye un plano mediano longitudinal y la primera y segunda viga forman un ángulo con el plano mediano entre 0 y 45 grados.

[0017] Según una característica particular, la primera y segunda viga están dispuestas en el mismo lado de la placa.

[0018] Según una característica particular, las primera y segunda vigas son paralelas entre ellas y, preferiblemente, la tercera viga está dispuesta perpendicularmente a los dos primeras. Este sistema de vigas permite amplificar el movimiento inicial en un factor del orden de 5, este factor dependiendo de la dimensión de la placa y de la distancia entre los puntos de fijación de las vigas sobre dicha placa.

[0019] Según una característica particular que permite minimizar el volumen del microsensor, la placa y la primera, segunda, tercera y cuarta parte del soporte están dispuestos en un mismo plano y, ventajosamente, la primera placa está dispuesta entre la tercera y cuarta parte del soporte y delimitada por una ranura pasante excepto a la altura de las conexiones con las mencionadas primera y segunda viga.

[0020] Según una característica particular, que permite contar dos umbrales diferentes de deformación, un microsensor según la invención incluye:

- una primera rueda dentada dispuesta sobre la tercera parte del soporte, la tercera viga que comprende un diente capaz de engranarse sobre esta primera rueda dentada,
- una segunda rueda dentada dispuesta sobre la cuarta parte del soporte, una cuarta viga dispuesta transversalmente y fijada por un lado a dicha placa o a un elemento que está unido a ella y que comprende, a la altura de su extremo libre, un diente capaz de engranarse sobre dicha segunda rueda dentada.

[0021] Según otra característica, la primera y segunda viga longitudinales tienen una longitud al menos igual a la mitad de la de la tercera y cuarta parte del soporte, las medidas siendo efectuadas según la dirección longitudinal del soporte.

[0022] El objetivo de este microsensor es amplificar el desplazamiento relativo entre las dos fijaciones, debido a un esfuerzo de origen mecánico o térmico, con un volumen hasta cinco veces más débil que el de un microsensor según el estado de la técnica. En su funcionamiento, suponiendo que una de las fijaciones se quede inmóvil y que la otra fijación sufra un desplazamiento horizontal hacia la derecha, la primera viga se quedará fija, mientras que la segunda sufrirá el mismo desplazamiento que la fijación correspondiente. Al estar las dos vigas conectadas por medio de la pletina de fijación -rígida-, esta sufrirá un movimiento vertical (combinación de rotación y de desplazamiento). Es este desplazamiento el que se detectará y medirá gracias a las ruedas de recuento. Un ejemplo de deformación de la pletina se presenta en la figura 3, cuando una tracción se ejerce sobre los extremos de las fijaciones.

Este sistema de vigas permite amplificar el movimiento inicial en un factor del orden de 5.

Un microsensor según la invención puede detectar y contar ya sea la aparición de una deformación o el número de ciclo sufrido por una estructura.

[0023] Otras ventajas y características de la invención aparecerán en la descripción de varias variantes de realización de la invención y en relación a las figuras anexadas, entre las cuales:

- La figura 2 muestra un primer ejemplo de un soporte de un microsensor según la invención,
- La figura 3 presenta el mismo dispositivo que el de la figura 2 pero que ha sufrido una deformación,
- La figura 4 presenta un soporte según la figura 2 al que se han agregado dos conjuntos de medios de detección y de recuento del número de ciclos de deformaciones sufridas por una estructura sobre la cual es fijado,
- La figura 5 muestra un esquema más detallado del segundo conjunto de medios de detección y de recuento según la figura 4,
- La figura 6 muestra un segundo ejemplo de un soporte de un microsensor según la invención,
- La figura 7 muestra un tercer ejemplo de un soporte de un microsensor según la invención,
- La figura 8 muestra un cuarto ejemplo de un soporte de un microsensor según la invención.

[0024] La figura 2 muestra un primer ejemplo de un soporte 101 de un microsensor según la invención. Este microsensor pasivo y reversible de deformaciones según una dirección longitudinal OX de una estructura, particularmente durante ciclos de temperaturas o de restricciones mecánicas sufridas por esta estructura, está dispuesto longitudinalmente según la dirección longitudinal OX de la estructura e incluye:

- un soporte 101 principalmente plano y que posee:

- una primera y una segunda parte 102, 103 que poseen cada una dos zonas de anclaje 104, 105, estas zonas de anclaje siendo aptas para ser fijadas respectivamente al uno y al otro de dichos dos puntos o zonas de la estructura y que están constituidas por escariados circulares pasantes,
 - una tercera parte 106 dispuesta longitudinalmente entre la primera y segunda parte y conectada por un primer extremo longitudinal 107 a la primera parte 102 por un cordón grueso 108 y separada de la primera parte por grandes muescas 138, 139,
 - una cuarta parte 109 dispuesta longitudinalmente entre la primera y segunda parte 102, 103 y conectada por un primer extremo longitudinal 110 a la segunda parte 103 por un cordón grueso 111, el segundo extremo longitudinal 112 de la cuarta parte 109 estando también conectado al primer extremo longitudinal 107 de la tercera parte 106 por un primer cordón delgado 113, y el segundo extremo longitudinal 114 de la tercera parte 106 estando conectado al primer extremo longitudinal 110 de la cuarta parte por un segundo cordón delgado 115. La cuarta parte también está separada de la segunda parte por grandes muescas 140, 141,

- medios de amplificación de la deformación sufrida por la estructura portadora, que comprenden:

- una primera viga 116 dispuesta longitudinalmente y fijada en un primer extremo longitudinal 117 a la tercera parte 106 y en su otro extremo longitudinal 118 a una primera placa 119,
 - una segunda viga 120 dispuesta longitudinalmente y paralelamente a la primera y fijada en un primer extremo longitudinal 121 a la cuarta parte 109 y en su otro extremo longitudinal 122 a dicha primera placa 119, la primera y segunda viga estando separadas por una ranura pasante longitudinal 123,

[0025] La tercera y cuarta parte están separadas principalmente por ranuras pasantes 130, 131, 123,132 y la primera placa 119 está separada de la tercera y cuarta parte por ranuras pasantes 133, 134, 135,136 y 137, estas ranuras que delimitan la placa 119.

[0026] Los escariados 104, 105 no son absolutamente indispensables, pero presentan las siguientes ventajas: - facilitar la rotación de las 2 zonas de anclaje una con respecto a la otra. De hecho, cuando el testigo se instala sobre una estructura sometida a flexión, hay una rotación de las secciones derechas. Tal arquitectura, que aporta elasticidad (distensibilidad), permite por lo tanto:

- evitar aumentar restricciones inútilmente,
 - centrar la base con respecto a la segunda parte móvil correspondiente del soporte,
 - dejar únicamente, a la altura de las bases, la materia necesaria para soportar los esfuerzos de tracción o compresión.

Las grandes muescas 138, 139, respectivamente 140, 141, permiten crear los elementos elásticos, es decir, los cordones gruesos de materia 108, respectivamente 111 de conexión de la primera y tercera parte 102, 106, respectivamente de la segunda y cuarta parte 103, 109 entre ellas. Estos cordones gruesos 108, 111 permiten enlazar, respectivamente, por una parte, la primera y tercera parte 102, 106 y, por otra parte, la segunda y cuarta partes 103, 109 de manera que cuando la primera parte 102 se desplaza longitudinalmente con respecto a la segunda parte 103, la tercera parte sigue el movimiento de la primera parte y se desplaza de manera idéntica a esta última. Además, estos cordones gruesos aseguran una elasticidad transversal del soporte útil cuando la primera parte se desplaza con respecto a la segunda 103 no sólo longitudinalmente sino también transversalmente.

Los cordones delgados 113 y 115 permiten mantener el posicionamiento de la primera, segunda, tercera y cuarta parte durante la fase de transporte y luego de fijación del soporte sobre una estructura, mientras que los cordones de materia 142, 143 situados entre cada cordón delgado y el cordón grueso correspondiente hacen la función de muelle, permitiendo de este modo el desplazamiento sin casi de tensión de la primera y tercera parte respecto a la segunda y cuarta parte.

[0027] La figura 3a presenta el mismo dispositivo que el de la figura 2 pero tras sufrir una deformación, en este caso un alejamiento de la primera y segunda parte del soporte 100 como simboliza el sentido de las flechas. La deformación mostrada está exagerada con respecto a la realidad y se muestra más en detalle en la figura 3b, con el fin de facilitar la comprensión.

[0028] Además, en la figura 3a la primera placa 119 y la primera y segunda viga 116, 120 de los medios de amplificación se han representado con rayas con el fin de facilitar la lectura de la figura, mientras que, en la figura 3b, la posición de la cara lateral 126 de la placa 119 después de la deformación se presenta con línea de puntos.

[0029] Con respecto a la figura 2, la primera parte 102 se ha desplazado en la dirección (-X) una distancia (-ΔX), mientras que la segunda parte se ha desplazado en la dirección X una distancia (+ΔX), como puede ocurrir por ejemplo durante un calentamiento de la estructura que soporta el soporte 100.

[0030] Se constata que el punto A de la viga 116 situado en el plano mediano de esta última en la intersección con la placa 119 también se ha desplazado en traslación una distancia (-ΔX), convirtiéndose entonces el punto A,

mientras que el punto B de la viga 120 situado en el plano mediano de esta última en la intersección con la placa 119 se ha desplazado también en translación pero una distancia (ΔX), convirtiéndose entonces en el punto B', provocando estos desplazamientos una rotación de la placa y, por lo tanto, particularmente de la cara lateral 126 de un ángulo α con:

$$\text{tg}(\alpha) = BB'/CB = 2 \cdot (\Delta X)/AB \text{ con C siendo el punto situado en medio del segmento AB.}$$

con C siendo el punto situado en medio del segmento AB.

Para todo punto D situado a la altura de la cara lateral 126 de la placa 119 o en su cara opuesta, el desplazamiento de este punto después de la deformación será igual a:

$$\Delta X_D = \text{tg}(\alpha) \cdot CD = 2 \cdot CD \cdot (\Delta X)/AB$$

Se constata, por lo tanto, que para una variación de distancia dada ΔX , cuanto más débil es la distancia AB, más importante es la amplificación. Igualmente, cuanto más alejado está el punto D del punto C, más importante es la amplificación. En cambio, la longitud de las vigas 116, 120 no influye. Igualmente, el desplazamiento ΔY_L siguiendo el eje Y de la cara lateral 127 opuesta a la cara lateral 126 de la placa es igual a:

$$\Delta X_L = \text{tg}(\alpha) \cdot CD = 2L \cdot (\Delta X)/AB$$

Donde L es la anchura de la placa, es decir, la distancia que separa las caras 126 y 127.

Se constata que si L es superior a la media altura de la placa 119, la amplificación del desplazamiento es superior según el eje Y que sobre el eje X y viceversa. Además, como previamente, cuanto más débil es la distancia AB, más importante es la amplificación. Igualmente, cuanto más alejado el punto D esté del punto C, más importante es la amplificación.

Así, en el caso de que una viga dentada 144 de accionamiento de una rueda dentada de detección y de recuento se fije directamente a la placa según la dirección OX, entonces para obtener un factor de amplificación ξ es necesario fijarla a una distancia y_0 del punto C, según el eje OY, igual a $\xi \cdot AB/2$, mientras que en el caso de que una viga dentada 145 de accionamiento de una rueda dentada de detección y de recuento se fije directamente a la placa según la dirección OY, entonces para obtener un factor de amplificación ξ es necesario fijarla a una distancia x_0 de C, según el eje OX, igual a $\xi \cdot AB/2$. Las mismas consideraciones se aplican cuando la viga dentada se fija a un conjunto de soporte el cual está fijado a la placa como se muestra en la figura 5. Así, el desplazamiento ΔX al menos se amplifica un factor ξ . Basta a continuación con colocar los medios de detección teniendo en cuenta estas consideraciones para amplificar los micro desplazamientos ΔX de un factor $\xi = \Delta X_L / \Delta X$ o $\xi = \Delta X_D / \Delta X$.

[0031] La figura 4 presenta un soporte según la figura 2 al que se han añadido dos conjuntos de medios de detección y de recuento 150, 160 del número de ciclos de deformaciones sufridos por una estructura sobre la cual se fija.

[0032] El primer conjunto de medios de detección y de recuento 150, llamado primer medio de detección en lo que sigue, incluye:

- un conjunto de soporte 151 fijado sobre la primera placa 119,
- una tercera viga 124 dispuesta transversalmente y en la cual un primer extremo se fija al conjunto 151 mientras que su segundo extremo es libre e incluye un diente,
- una primera rueda dentada de recuento 128 dispuesta sobre la tercera parte 106 y conectada a ella por una conexión pivotante 152, el diente 127 de la tercera viga 124 estando engranado sobre esta rueda dentada 128,
- un dispositivo de retención 153 de esta rueda dentada 128 fijada sobre la tercera parte 106 del soporte.

El segundo conjunto de medios de detección y de recuento 151, llamado segundo medio de detección en lo que sigue, incluye:

- un conjunto de soporte 154 fijado sobre la placa 119. Una cuarta viga 162 dispuesta transversalmente incluye un primer extremo 156 fijado por un lado a dicho conjunto de soporte 154 y su segundo extremo 157 es libre e incluye un diente,
- una segunda rueda dentada de recuento 159 dispuesta sobre la cuarta parte 109 y conectada a ella por una conexión pivotante 160, el diente de la cuarta viga 162 estando engranado sobre esta rueda dentada 159,
- un dispositivo de retención 161 de esta rueda dentada 159 fijada sobre la cuarta parte 109 del soporte.

[0033] En este ejemplo de realización, la primera y la segunda rueda dentada tienen el mismo diámetro pero un número de dientes diferente, es decir 1000 para la primera y 500 para la segunda 159, una teniendo así un paso p_2 dos veces más pequeño que el p_1 de la otra. Así, la deformación ΔX sufrida por la estructura será detectada o no en función de su valor, del del paso y de los índices de amplificación ξ de la deformación generada por el

microsensor como se indica en la tabla a continuación.

Deformación ΔX	Inferior a $(p1/ \xi)$	Comprendida entre $(p1/ \xi)$ y $(p2/ \xi)$	Superior a $(p2/ \xi)$
Rueda 128	No detección	DetECCIÓN	DetECCIÓN
Rueda 159	No detección	No detección	DetECCIÓN

5 [0034] La figura 5 muestra un esquema más detallado del segundo conjunto de medios de detección y de recuento 154.

10 [0035] Este conjunto de soporte 154 incluye una segunda placa 166 de la cual una de las caras principales se fija a la placa 119 a través de ejes 167 introducidos por fuerza en el grosor de los dos placas. Una 170 de las caras laterales de la segunda placa 166 sirve de apoyo y de posicionamiento de una primera cara lateral 168 de una tercera placa 169 considerablemente rectangular y ahuecada. Una segunda cara lateral 171 opuesta a dicha primera cara 168, incluye, en uno de sus lados, una prolongación 172 en cuyo extremo se fija dicha cuarta viga 162. La tercera placa 169 incluye 2 patas laterales 173, 174 a las que están asociados ejes 175 introducidos en la primera placa 119 y colocados perpendicularmente a la tercera placa, manteniendo esta última contra la cara lateral 170 de la segunda placa 166.

20 [0036] El dispositivo de retención 161 de esta rueda dentada 159 incluye una cuarta placa 176 de la cual una de sus caras principales se fija a la primera placa 119 a través de ejes introducidos por fuerza en el grosor de los dos placas. Una 178 de las caras laterales de la tercera placa 176 sirve de apoyo y de posicionamiento de una primera cara lateral de una quinta placa 180 considerablemente rectangular. La segunda cara lateral 181 opuesta a dicha primera cara 179, incluye, sobre uno de sus lados, una prolongación 182 en el extremo del cual se fija una quinta viga 183 cuyo extremo libre incluye un diente. La quinta placa 180 incluye 2 patas laterales 184, 185 a las que están asociados ejes 186 introducidos en la placa 119 y colocados perpendicularmente a la segunda placa, manteniéndola contra la cara lateral 178 de la tercera placa 176.

25 [0037] La rueda dentada 159 está dispuesta paralelamente a la cuarta parte 109 del soporte y conectada a esta última por una conexión pivotante 190 y colocada de manera que el diente 165 de la cuarta viga 162 así como el de la quinta viga 183 se engranen sobre los de la rueda dentada 159.

30 [0038] El diente de la cuarta viga de accionamiento 162 presenta una cara de accionamiento que entra en contacto con dicho diente de la rueda dentada 159 para poner esta rueda en rotación durante un desplazamiento en un sentido de la placa 119 y una cara de guiado que permite el deslizamiento, y por lo tanto la retracción, del diente 165 sobre el de la rueda dentada 159 durante un desplazamiento en el sentido opuesto al precedente en la medida en que la rueda dentada 159 es entonces bloqueada por los medios de retención 161. La viga de conducción 162 presenta una elasticidad suficiente para permitir la retracción de un diente sin deterioro. Además, las vigas de conducción y de retención, respectivamente 162 y 183, presentan una flecha cuando éstas están colocadas contra la rueda dentada 159. Esta deformación inicial permite garantizar el contacto y, por lo tanto, el engranaje a pesar de los defectos e imprecisiones de fabricación/montaje.

40 [0039] Para el recuento de los ciclos de deformación, cada rueda dentada incluye en su periferia una numeración de 0 a 980 con un incremento de 20 dientes para la primera rueda dentada 128 y una numeración de 0 a 480 con un incremento de 20 dientes para la segunda rueda dentada 159, mientras que la tercera parte 106, respectivamente la cuarta parte 109, incluye un grabado rectilíneo dispuesto según el radio de las ruedas y a la altura de la cual está colocada, para cada una de las ruedas, la numeración 0 durante la inserción de estas ruedas sobre su conexión pivotante correspondiente. Durante la utilización, basta efectuar una lectura visual, para cada rueda, de la numeración que figura a la altura del grabado rectilíneo.

[0040] En este ejemplo de realización, el soporte y los medios de recuento se realizan en silicio.

50 [0041] Para un valor de ciclo de deformación dado, un microsensor según la invención tendrá un tamaño 5 veces más pequeño que el de un microsensor según la solicitud de la patente FR2974410.

55 [0042] Este microsensor 100 es totalmente pasivo, y es el propio evento (acción de un objeto capaz de doblar una estructura) el que proporciona la energía necesaria para la activación de las funciones de detección y de recuento. En el caso presente, el microsensor se pone en servicio para una duración que no está limitada por el período de vida de la fuente de energía. Teniendo en cuenta la propia naturaleza de los materiales utilizados, en este caso del silicio, la esperanza de vida del microsensor es en todos los casos muy superior a la de todos los sistemas de arma u otros comprendidos en estos para sistemas pasivos almacenados durante periodos muy largos. En el caso presente, el carácter inerte del contador permite considerar aplicarlo en un sistema funcional en seguridad pirotécnica, lo que procura un avance considerable respecto a las capacidades actuales. Además, un microsensor según la invención es totalmente insensible a los campos electromagnéticos. Además, permite simplificar el montaje: menos implantaciones (Número de agujeros perforados, de encolados, de bridas), reducir

el coste y aumentar la discreción. Además, la solución propuesta es muy sencilla de poner en práctica y su funcionamiento muy fiable. Es independiente de una fuente de energía, discreta, y de bajo coste unitario. Además, el diente de la viga de retención se puede reemplazar por un patín de rozamiento capaz de aplicar una fuerza de rozamiento sobre la rueda dentada de recuento. Su función es doble. En ambos casos, es la fuerza de rozamiento del patín sobre la rueda la que le permite desempeñar su papel. Esta fuerza de rozamiento se determina por la pretensión de la viga patín. Limita por una parte una rotación excesiva debida a los efectos inerciales de la rueda de recuento en el sentido normal de rotación. Impide por otra parte una rotación de la rueda de recuento en el sentido contrario al sentido normal durante el retorno del diente de accionamiento, por poco que la fuerza de rozamiento del patín sea superior a la de la viga de conducción sobre la rueda. Además, en caso de que se desee compensar las diferencias de dilataciones térmicas entre el microsensor y la estructura, es, por una parte, preferible realizar los soportes del microsensor en una materia cuyo coeficiente de dilatación térmico esté cerca del del material de la estructura, y, por otra parte, compensar geoméricamente, a través de la forma de dichas primera y segunda parte del soporte y del posicionamiento de la rueda de recuento, esta dilatación térmica

[0043] La figura 6 muestra un segundo ejemplo de un soporte 201 de un microsensor según la invención. Este microsensor pasivo y reversible de deformaciones según una dirección longitudinal OX de una estructura, particularmente durante ciclos de temperaturas o de restricciones mecánicas sufridos por esta estructura, está dispuesto longitudinalmente según esta dirección longitudinal OX. Incluye un soporte y medios de detección y de recuento de los ciclos de variaciones de distancia entre dos puntos o zonas de una estructura, el soporte 201 siendo principalmente plano y que posee:

- una primera y una segunda parte 202, 203 que poseen cada una dos zonas de anclaje 204, 205, estas zonas de anclaje siendo aptas para ser fijadas respectivamente a uno y al otro de los mencionados dos puntos o zonas de la estructura y estando constituidas por muescas oblongas pasantes,
- una tercera parte 206 dispuesta longitudinalmente entre la primera y segunda parte y conectada por un primer extremo longitudinal 207 a la primera parte 202 por un elemento elástico, es decir, un cordón grueso 208 y separada de la primera parte por grandes muescas 238, 239,
- una cuarta parte 209 dispuesta longitudinalmente entre la primera y la segunda parte 202, 203 y conectada por un primer extremo longitudinal 210 a la segunda parte 203 por un cordón grueso 211, el segundo extremo longitudinal 212 de la cuarta parte 209 estando también conectado al primer extremo longitudinal 207 de la tercera parte 206 por un primer cordón delgado 213, y el segundo extremo longitudinal 214 de la tercera parte 206 estando conectado al primer extremo longitudinal 210 de la cuarta parte por un segundo cordón delgado 215. La cuarta parte está también separada de la segunda parte por grandes muescas 240, 241,
- medios de amplificación de la deformación sufrida por la estructura portadora comprenden:

- una primera viga 216 dispuesta longitudinalmente y fijada en un primer extremo longitudinal 217 a la tercera parte 206 y en su otro extremo longitudinal 218 a una primera cara lateral 242 de una placa 219,
- una segunda viga 220 dispuesta longitudinalmente y en paralelo a la primera y fijada en un primer extremo longitudinal 221 a la cuarta parte 209 y en su otro extremo longitudinal 222 a una segunda cara lateral 243 de dicha placa 219 opuesta a la primera cara lateral 242, la primera y segunda viga siendo paralelas y colocadas una en un lado y la otra en el otro lado del plano mediano longitudinal del soporte.

La primera viga 216 está delimitada longitudinalmente por dos ranuras 223, 244 mientras que la segunda viga 220 está delimitada longitudinalmente por dos ranuras 231, 245.

[0044] La tercera y cuarta partes están separadas principalmente por ranuras pasantes 230, 231, 223, 232 y la placa 219 está separada de la tercera y cuarta parte por ranuras pasantes 233, 234, 235, 236, 237 y 238, estas ranuras delimitando la placa 219.

Los medios de detección y de recuento descritos en el marco de las figuras 4 y 5 se pueden utilizar de la misma manera en el marco de esta figura 6.

[0045] La figura 7 muestra un tercer ejemplo de un soporte 301 de un microsensor según la invención. Este microsensor pasivo y reversible de deformaciones según una dirección longitudinal OX de una estructura, particularmente durante ciclos de temperaturas o de restricciones mecánicas sufridos por esta estructura, incluye un soporte y medios de detección y de recuento de los ciclos de variaciones de distancia entre dos puntos o zonas de una estructura, el soporte 301 siendo principalmente plano y que posee:

- una primera y una segunda parte 302, 303 que poseen cada una dos zonas de anclaje 304, 305, estas zonas de anclaje siendo aptas para ser fijadas respectivamente a uno y al otro de dichos dos puntos o zonas de la estructura y estando constituidas por transmisores eléctricos representados en línea de puntos, ya que están situados sobre el reverso del soporte,
- una tercera parte 306 dispuesta longitudinalmente entre la primera y segunda parte y conectada por un

primer extremo longitudinal 307 a la primera parte 302 por un elemento elástico, es decir un cordón grueso 308 y separada de la primera parte a través de grandes muescas 338, 339,

- una cuarta parte 309 dispuesta longitudinalmente entre la primera y segunda parte 302, 303 y conectada por un primer extremo longitudinal 310 a la segunda parte 303 por un cordón grueso 311, el segundo extremo longitudinal 312 de la cuarta parte 309 estando también conectado al primer extremo longitudinal 307 de la tercera parte 306 por un primer cordón delgado 313, y el segundo extremo longitudinal 314 de la tercera parte 306 estando conectado al primer extremo longitudinal 310 de la cuarta parte por un segundo cordón delgado 315. La cuarta parte está separada también de la segunda parte por grandes muescas 340, 341,

- una primera viga 316 dispuesta transversalmente y fijada a la altura un primer extremo longitudinal 317 a la tercera parte 306 y en su otro extremo longitudinal 318 a una primera cara lateral 342 de una primera placa 319,

- una segunda viga 320 dispuesta transversalmente y en paralelo a la primera y fijada en un primer extremo longitudinal 321 a la cuarta parte 309 y en su otro extremo longitudinal 322 a una segunda cara lateral 343 de dicha placa 319 opuesta a la primera cara lateral 342, la primera y segunda viga siendo paralelas y colocadas una en un lado y la otra en el otro lado del plano mediano transversal del soporte.

La primera viga 316 está delimitada longitudinalmente por dos ranuras 344, 345 mientras que segunda viga 320 está delimitada longitudinalmente por dos ranuras 346, 347.

[0046] La tercera y cuarta parte están separadas principalmente por ranuras pasantes 330, 331, 323, 332 y la placa 319 está separada de la tercera y cuarta parte por ranuras pasantes 333, 334, 335, 336, 337 y 338, estas ranuras delimitan la placa 319.

[0047] Los medios de detección y de recuento descritos en el marco de las figuras 4 y 5 se pueden utilizar pero desplazados un ángulo de $\pi/2$ Rd, la tercera y cuarta viga de los medios de recuento estando dispuestas longitudinalmente.

[0048] La figura 8 muestra otro ejemplo de un soporte 501 de un microsensor pasivo y reversible según la invención. Este microsensor incluye:

a) medios de detección y de recuento, no representados en esta figura pero comparables a los de las figuras 4 y 5, ciclos de variaciones de distancia entre la primera y segunda zona 495, 496 de una estructura 497,

b) un soporte 501 principalmente plano y simétrico con respecto a un plano mediano longitudinal YY' destinado a ser posicionado según una dirección longitudinal OX de la estructura y que posee dos conjuntos 498, 499 en forma de U dispuestos de manera invertida uno respecto a otro,

c) medios de amplificación de la deformación sufrida por la estructura 497.

[0049] El primer conjunto 498 del soporte 501 incluye una primera parte 502 en forma de L volteada y destinada a ser anclada, a la altura de un primer extremo longitudinal 504 y como se representa mediante sombreado, a dicha primera zona 495, mientras que su segundo extremo longitudinal 506 incluye una cinta 507 en forma de cordón grueso y menos ancho transversalmente y constitutivo de la base de la U y cuyo extremo 508 longitudinal opuesto se conecta a una tercera parte 509 constitutiva de la segunda rama de la U y dispuesta longitudinalmente entre la primera y segunda zona 495, 496 de la estructura 497.

[0050] El segundo conjunto 499 del soporte 501 incluye una segunda parte 503 en forma de L volteada y destinada a ser anclada, a la altura de un primer extremo longitudinal 505 y como se representa mediante sombreado, a dicha segunda zona 496, mientras que su segundo extremo longitudinal 510 incluye una cinta 511 en forma de cordón grueso y menos ancho transversalmente y constitutivo de la base de la U y cuyo extremo 512 longitudinal se conecta a una cuarta parte 513 constitutiva de la segunda rama de la U y dispuesta longitudinalmente entre la primera y segunda zona 495, 496 de la estructura 497.

[0051] Cabe señalar que los primeros extremos longitudinales de la primera y segunda parte 502, 503 son longitudinalmente opuestos. Además, por una parte, dichas cintas 507, 511 forman elementos elásticos y, por otra parte, los anclajes sobre la estructura 497 pueden por ejemplo ser realizados por encolado.

Los medios de amplificación de la deformación sufrida por la estructura portadora tienen:

- una primera viga 516 dispuesta longitudinalmente y de la cual un primer extremo 514 se fija a la altura del extremo longitudinal libre 517 de la tercera parte 509 y en su cara lateral frente al segundo conjunto, mientras que su otro extremo longitudinal 518 se fija a una primera placa 519 dispuesta dentro de la abertura delimitada por los dos conjuntos en forma de U dispuestos de manera invertida uno respecto a otro y particularmente, transversalmente, por dichas cintas 507 y 511.

- una segunda viga 520 dispuesta longitudinalmente y en paralelo a la primera y de la cual un primer extremo 521 se fija en el extremo longitudinal libre 515 de la segunda parte 503 y sobre su cara lateral frente al segundo conjunto, mientras que su otro extremo longitudinal 522 se agrega a dicha primera placa 519, la primera y segunda viga estando separadas por una ranura pasante longitudinal 523,

5

[0052] El primer y segundo conjunto están separados principalmente por ranuras pasantes 531, 523 y la primera placa 519 está separada de dichos conjuntos 498, 499 por ranuras pasantes 533, 534, 535, 536 y 537, estas ranuras delimitando la placa 519.

10

[0053] Se pueden aportar numerosas modificaciones a los ejemplos descritos previamente sin salir del campo de la invención. Así, el posicionamiento de la primera y segunda viga puede ser diferente, no estando dispuestas estas vigas en un plano mediano o en proximidad de éste.

15

[0054] Además, ciertas partes del microsensor pueden no ser de silicio. Las ruedas dentadas pueden por ejemplo estar realizadas de metal y el soporte estar constituido del mismo material que la estructura portadora.

20

[0055] Además, al menos cuatro conjuntos de detección con umbrales diferentes se pueden utilizar en un soporte según la figura 2, incluso dos a tres veces más disponiéndolos en capas como en el marco de la solicitud de la patente FR2974410.

Además, la primera placa 119 se puede reemplazar por un elemento de tipo viga.

REIVINDICACIONES

1. Microsensor pasivo y reversible de deformaciones según una dirección longitudinal OX de una estructura particularmente durante ciclos de temperaturas o de restricciones mecánicas sufridos por esta estructura, este microsensor que comprende medios de detección y de recuento de los ciclos de variaciones de distancia entre dos puntos o zonas de una estructura así como:

- un soporte (101) que comprende:

- una primera parte (102) que posee una zona de anclaje (104) capaz de ser fijada al primero de los mencionados dos puntos o zonas de la estructura,
- una segunda parte (103) que posee una zona de anclaje (105) capaz de ser fijada al segundo de los mencionados dos puntos o zonas de la estructura,
- una tercera parte (106) dispuesta longitudinalmente entre la primera parte y dicho segundo de dichos dos puntos o zonas de la estructura y fijada por un primer extremo longitudinal (107) a la primera parte,
- una cuarta parte (109) dispuesta longitudinalmente entre la segunda parte y dicho primero de dichos dos puntos o zonas de la estructura y fijada por un primer extremo longitudinal (110) a la segunda parte,

- medios de detección y de recuento de los ciclos de variaciones de distancia entre dichos dos puntos o zonas de una estructura que comprenden:

al menos una primera rueda dentada de recuento dispuesta sobre una de las mencionadas primera, segunda, tercera o cuarta parte, al menos una tercera viga (124) fijada al soporte (101) y que comprende un diente en su extremo libre, este diente siendo capaz de engranarse sobre dicha rueda dentada, el soporte comprendiendo medios de amplificación del valor de un desplazamiento relativo entre dichas primera y segunda partes del soporte, estos medios comprendiendo:

- una primera viga (116) fijada en uno de sus extremos a la tercera parte (106) y en su otro extremo a una primera placa (119),
- una segunda viga (120) fijada en uno de sus extremos a la cuarta parte (109) y en su otro extremo a dicha primera placa (119) y de modo que la tercera viga (124) está fijada por un lado a dicha placa (119), o a un elemento que está unido a ella.

dicha placa y la primera, segunda y tercera viga estando dispuestas de manera que toda variación de distancia Δx según el eje longitudinal OX entre dichas primera y segunda partes del soporte producen un desplazamiento correspondiente ΔY de la placa según una dirección diferente y con $\Delta Y > \Delta x$ y, preferentemente, $\Delta Y > 4\Delta x$, la tercera parte (106) estando dispuesta longitudinalmente entre la primera (102) y segunda (103) parte y conectada por un primer extremo longitudinal (107) a la primera parte (102) por un cordón grueso (108), la cuarta parte (109) estando dispuesta longitudinalmente entre la primera y segunda parte y conectada por un primer extremo longitudinal (110) de la cuarta parte (109) a la segunda parte por un cordón grueso (111), este primer extremo (110) de la cuarta parte (109) estando también conectado al segundo extremo longitudinal (114) de la tercera parte por un primer cordón (115) al menos en parte delgado, y el primer extremo longitudinal de la tercera parte (106) estando también conectado al segundo extremo longitudinal (112) de la cuarta parte (109) por un segundo cordón (113) al menos en parte delgado, dichos cordones delgados (113, 115) que permiten mantener el posicionamiento de la primera, segunda tercera y cuarta partes durante la fase de transporte después de la fijación del soporte sobre una estructura, mientras que los otros primer y segundo cordón de materia (142, 143), situados entre cada primer y segundo cordón delgado (113, respectivamente 115) y el cordón grueso (108, respectivamente 111) correspondiente hacen la función de muelle, permitiendo de este modo el desplazamiento casi sin tensión de la primera y tercera partes respecto a la segunda y cuarta partes.

2. Microsensor pasivo y reversible según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** la primera y la segunda viga son paralelas entre sí y, preferiblemente, la tercera viga está dispuesta perpendicularmente a las dos primeras.

3. Microsensor pasivo y reversible según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado por el hecho de que** el soporte incluye un plano mediano longitudinal y la primera y la segunda viga forman un ángulo con el plano mediano de entre 0 y 45 grados.

4. Microsensor pasivo y reversible según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por el hecho de que** la primera y segunda viga están dispuestas en el mismo lado de la placa.

5. Microsensor pasivo y reversible según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por el hecho de que** la placa y la primera, segunda, tercera y cuarta parte del soporte están dispuestas en un mismo plano y, ventajosamente, la placa está dispuesta entre la tercera y cuarta parte del soporte y delimitada por una ranura

pasante excepto a la altura de las conexiones con dichas primera y segunda viga.

5 6. Microsensor pasivo y reversible según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por el hecho de que** la primera y segunda viga longitudinal tienen una longitud al menos igual a la mitad de la de la tercera y cuarta parte del soporte, las medidas siendo efectuadas según la dirección longitudinal del soporte.

10 7. Microsensor pasivo y reversible según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por el hecho de que** los medios de detección y de recuento comprenden: una primera rueda dentada dispuesta sobre la tercera parte del soporte, la tercera viga comprendiendo un diente capaz de engranarse sobre esta primera rueda dentada,

- una segunda rueda dentada dispuesta sobre la cuarta parte del soporte, una cuarta viga dispuesta transversalmente y fijada por un lado a dicha placa y que comprende, a la altura de su extremo libre, un diente capaz de engranarse sobre dicha segunda rueda dentada.

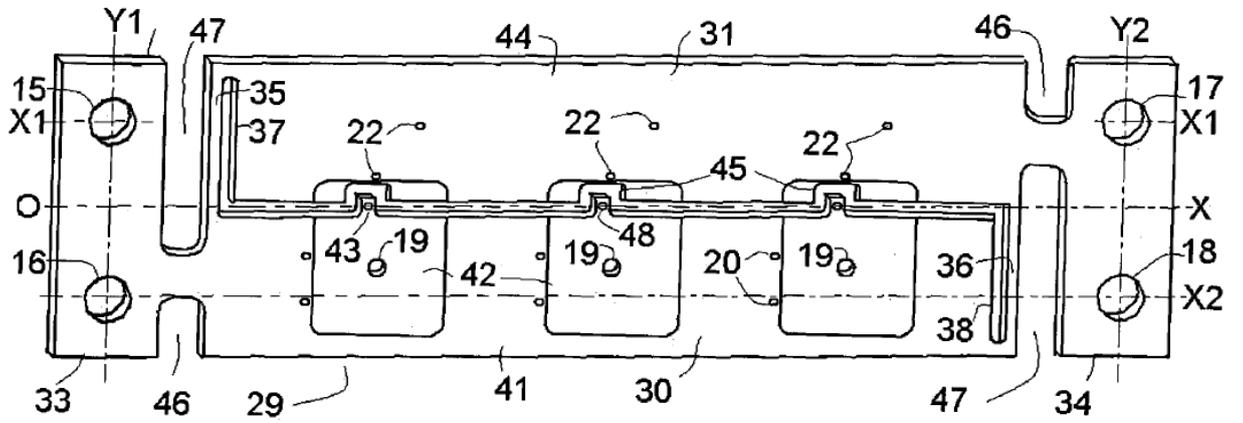


Fig. 1a

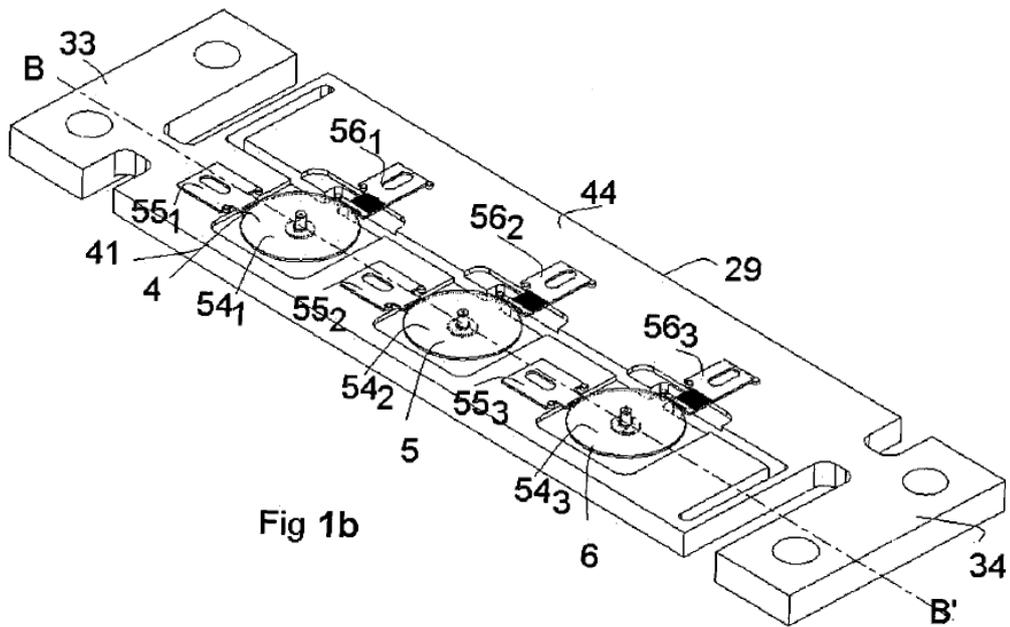


Fig 1b

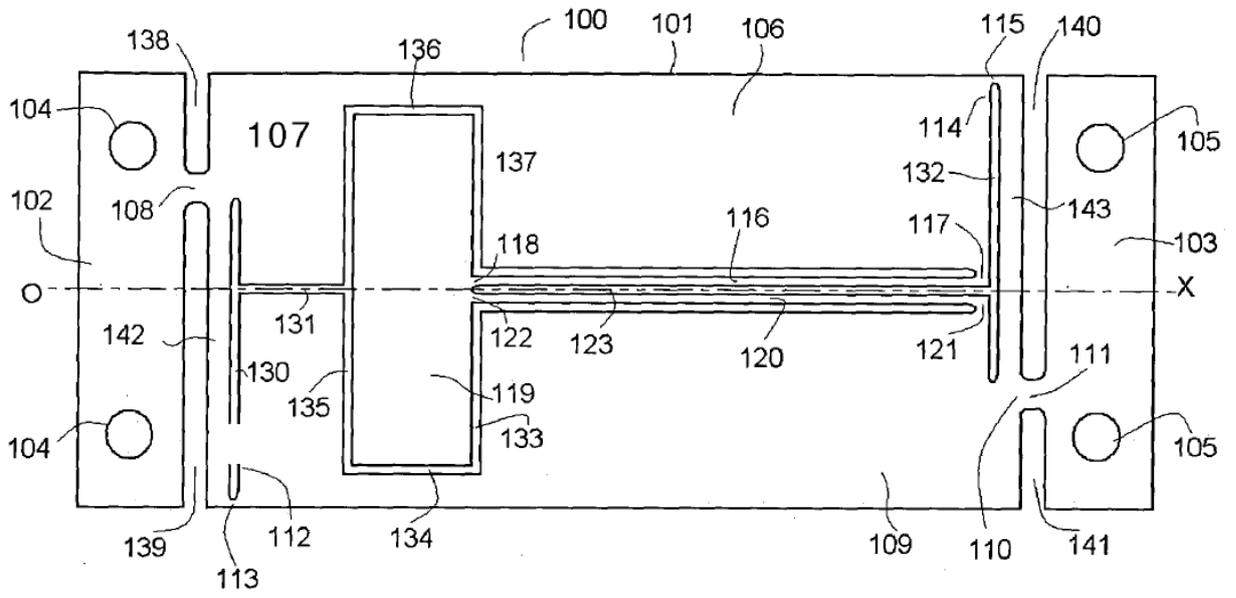


Fig. 2

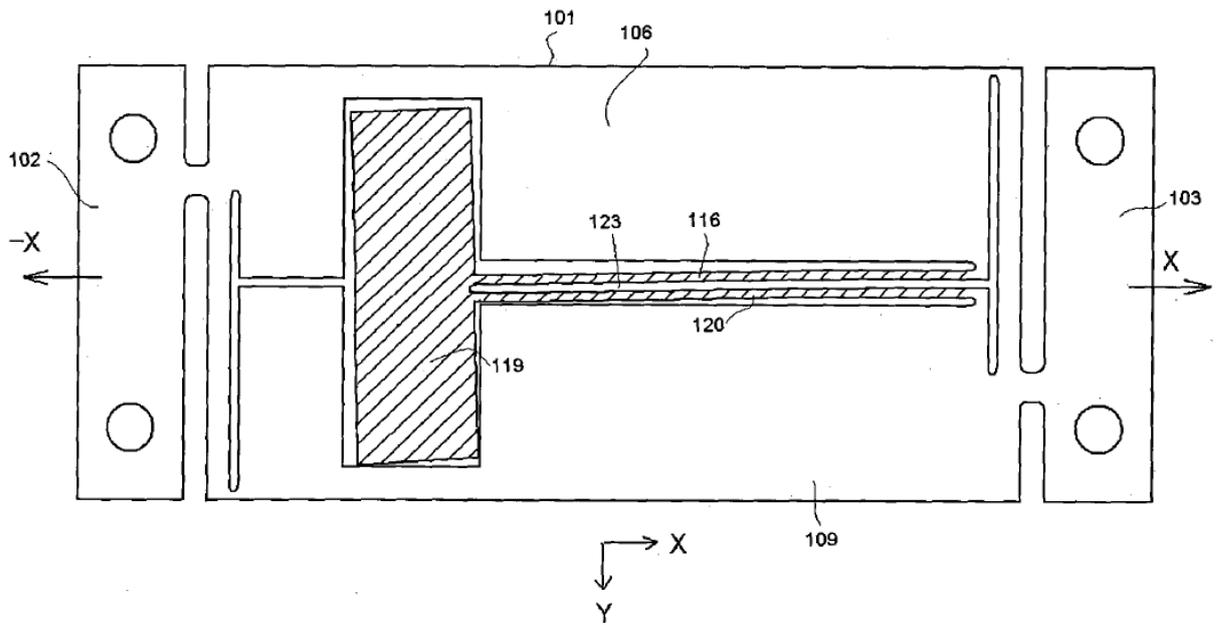


Fig. 3 a

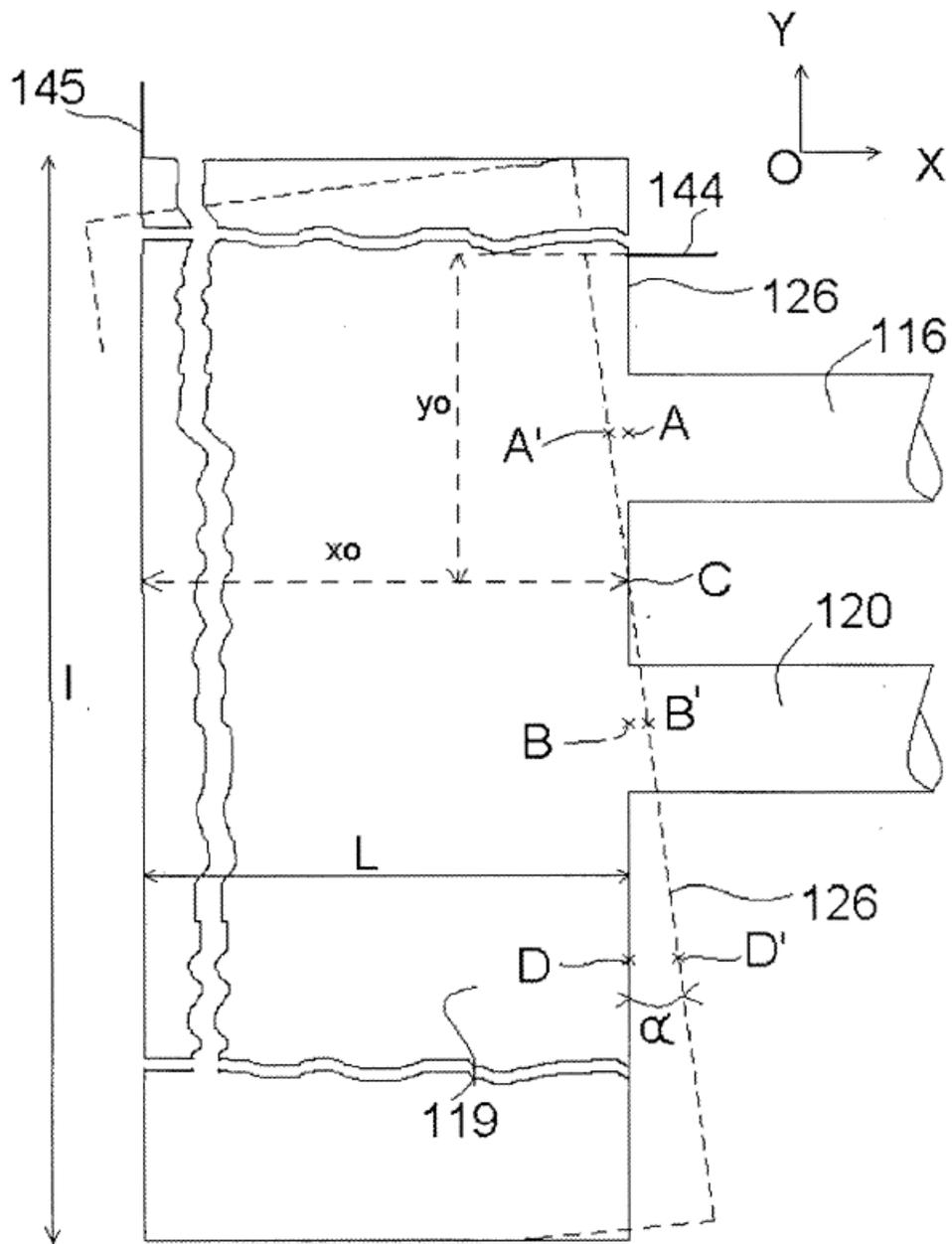


Fig. 3b

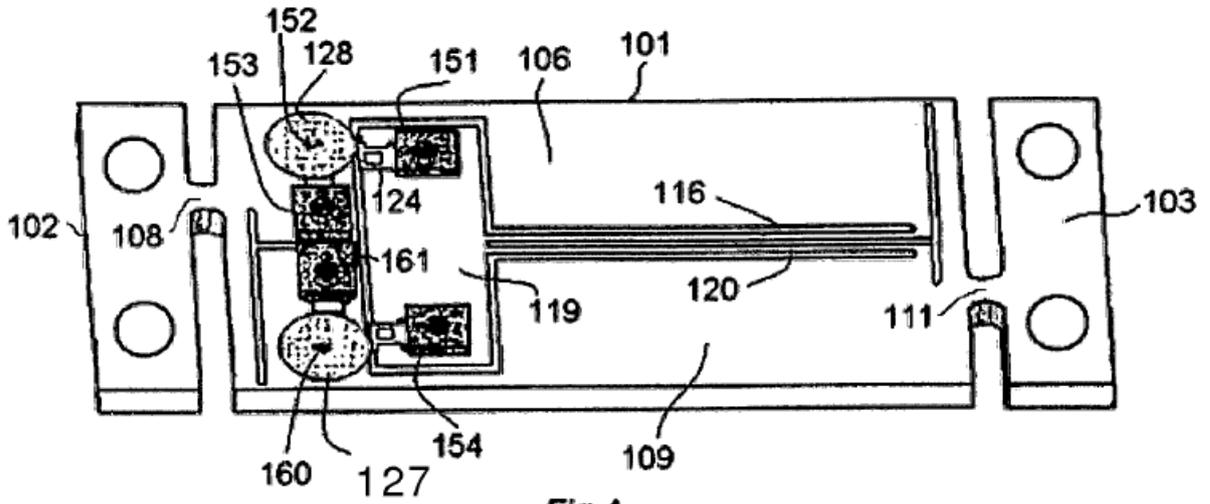


Fig. 4

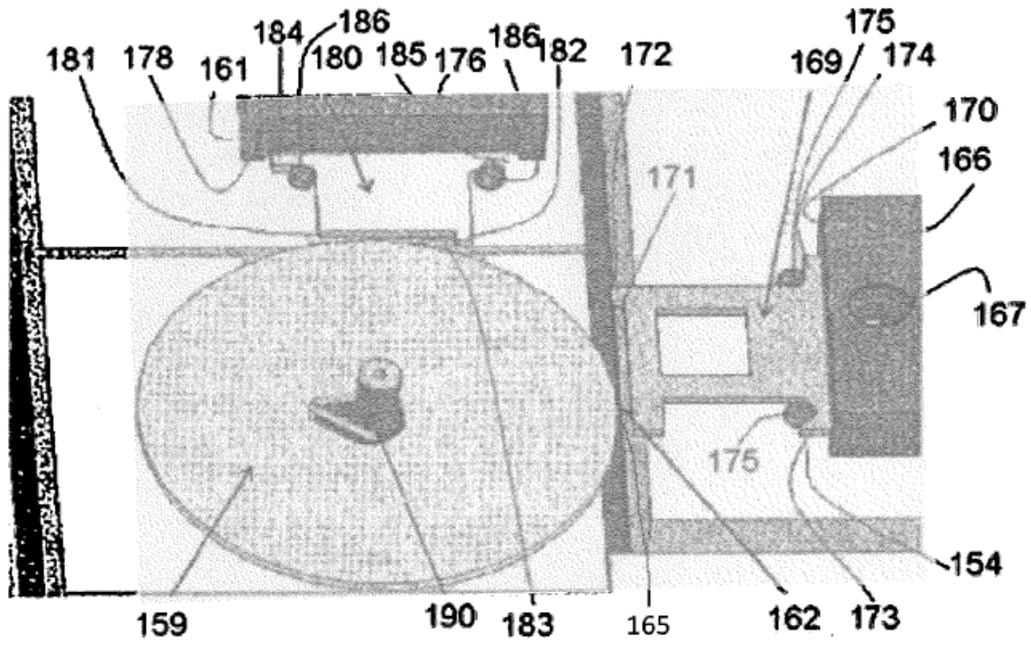


Fig. 5

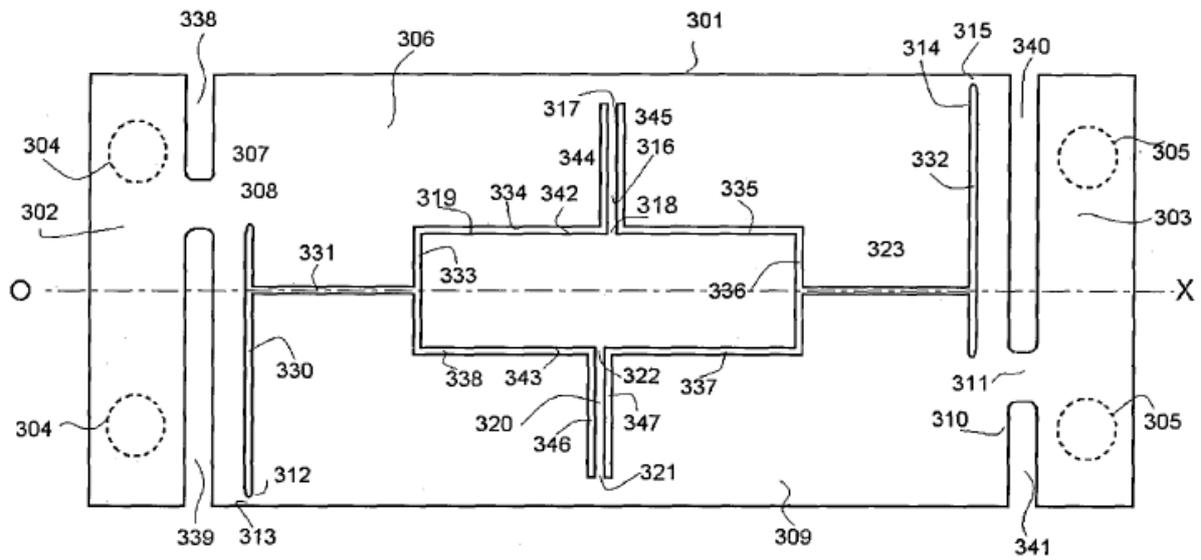


Fig. 7

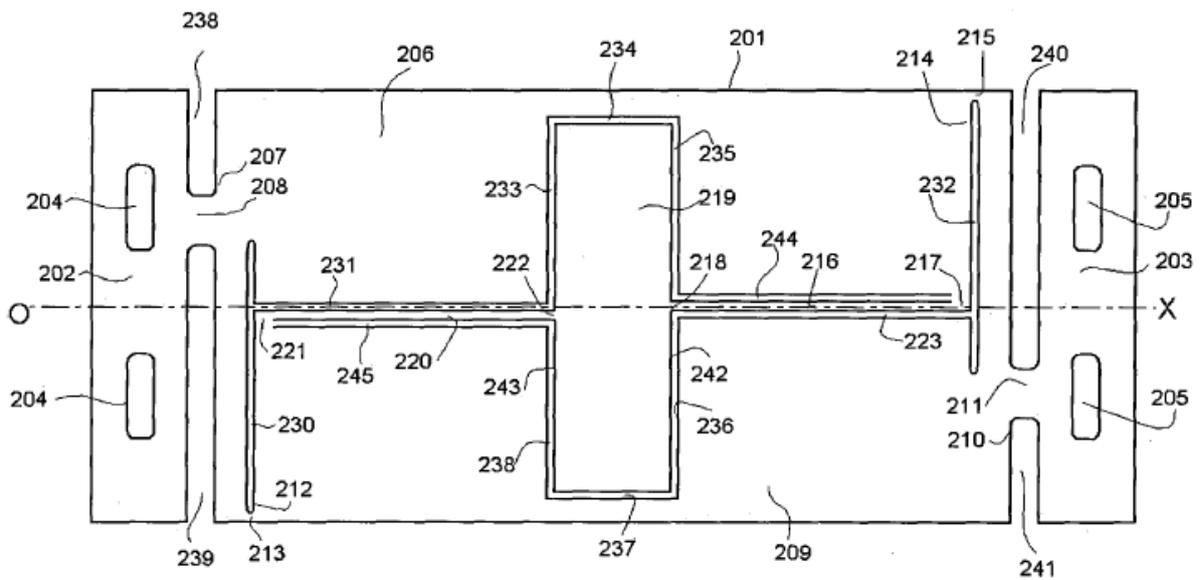


Fig. 6

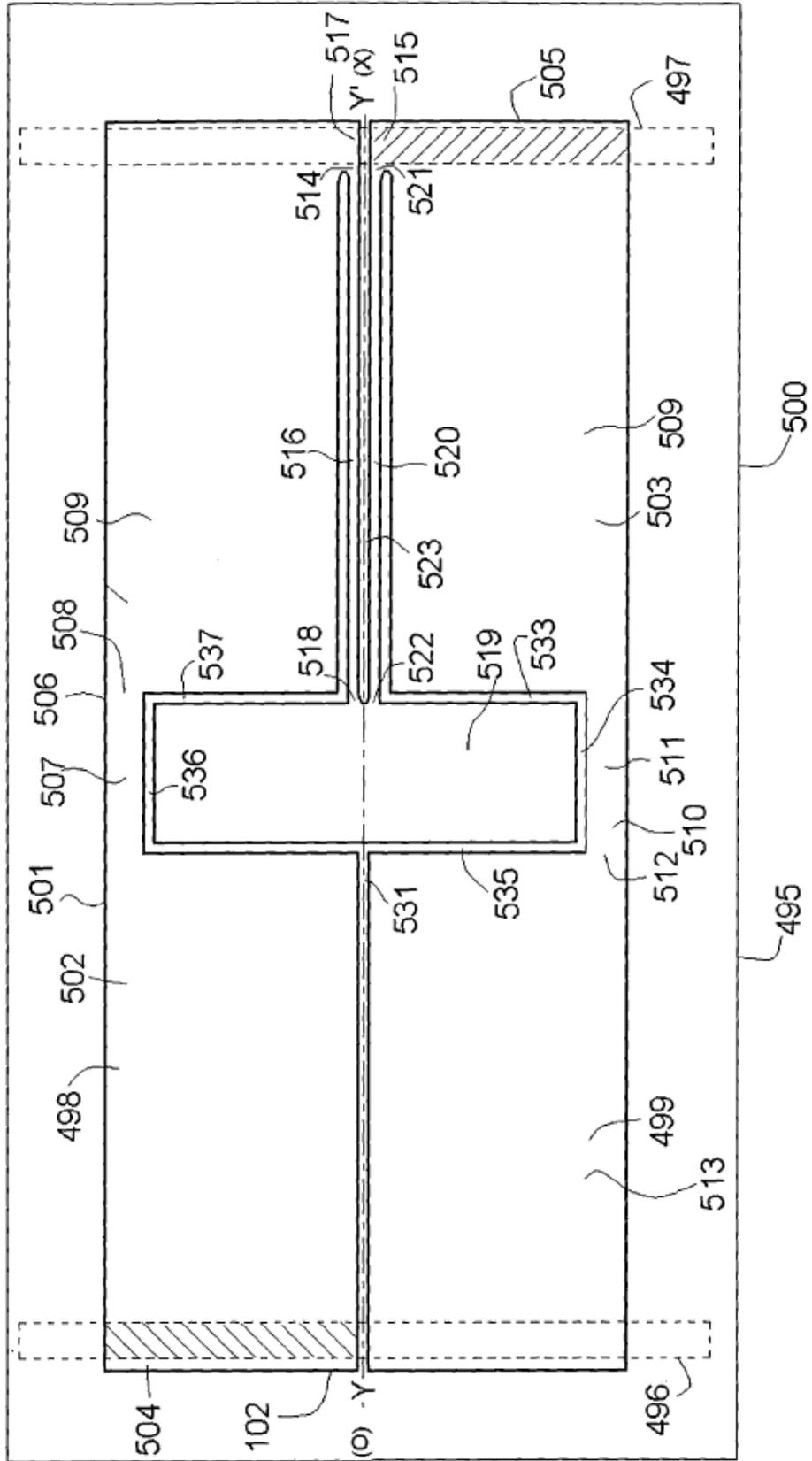


Fig. 8