

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 737 424**

51 Int. Cl.:

**G01D 1/04** (2006.01)

**G01D 5/04** (2006.01)

**G06M 1/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2008 E 08290492 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 1998144**

54 Título: **Dispositivo de transmisión, a un primer elemento móvil que comprende dientes, de un movimiento relativo entre un segundo y un tercer elemento de un sistema**

30 Prioridad:

**29.05.2007 FR 0703754**

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

**14.01.2020**

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;  
WALTER, VINCENT;  
VESCOVO, PAUL;  
JOSEPH, ERIC y  
HÉLIN, PHILIPPE**

74 Agente/Representante:

**TOMAS GIL, Tesifonte Enrique**

**ES 2 737 424 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Dispositivo de transmisión, a un primer elemento móvil que comprende dientes, de un movimiento relativo entre un segundo y un tercer elemento de un sistema

5

[0001] La presente invención se refiere al campo de los microsensores y, más particularmente, tiene por objeto un dispositivo de transmisión de movimiento del tipo que comprende al menos una viga de accionamiento de un elemento móvil tal como, por ejemplo, una rueda o una cremallera.

10

[0002] La patente CH497725 describe un dispositivo para convertir un movimiento oscilatorio o alternativo en movimiento rotatorio que comprende dos vigas de accionamiento de una rueda dentada capaces de desplazarse conjuntamente pero en direcciones opuestas con respecto a los dientes de la rueda.

15

[0003] Se conoce además la solicitud de patente FR2893139 que describe un microsensor capaz de detectar y contar los eventos mecánicos tales como choques o aceleraciones/deceleraciones y que comprende un soporte, una masa inercial conectada al soporte por medios elásticos, medios de recuento que comprenden una rueda dentada y medios de transmisión a esta rueda dentada de los movimientos relativos entre el soporte y la masa inercial, donde estos medios comprenden particularmente una viga de accionamiento que comprende un diente en uno de sus extremos, donde este diente es capaz de engranarse con los de la rueda dentada. Asimismo, el solicitante ha presentado la solicitud prioritaria FR0703754 que describe particularmente un microsensor capaz de detectar una variación de distancia o un ciclo de variaciones de distancia entre dos puntos o zonas de una estructura en el momento de una solicitud y que comprende: un soporte que cuenta con una primera y una segunda parte conectada por medios elásticos y que comprenden cada una una zona de anclaje, donde estas zonas son capaces de fijarse a la altura de dichos dos puntos o zonas de la estructura, medios de recuento que comprenden una rueda dentada, medios de transmisión a esta rueda dentada de los movimientos relativos entre las dos partes del soporte, donde estos medios comprenden particularmente una viga de accionamiento que comprende un diente en uno de sus extremos, donde este diente es capaz de engranarse con los de la rueda dentada. Sin embargo, la sensibilidad de recuento de los choques o de las variaciones de distancia de estos sensores se ve limitada por el paso de los dientes de la rueda dentada de recuento y las tecnologías MEMS permiten hoy grabar las ruedas dentadas con un paso que no puede ser inferior a algunos micrómetros. Si el desplazamiento relativo, de la masa inercial con respecto al soporte en uno de los casos o de las dos partes del soporte en el otro caso, es inferior a algunos micrómetros, se pueden emplear las técnicas emergentes de nanolitografía por haces de electrones. Hoy en día, estas tecnologías permiten estructurar dientes cuyo paso sea inferior al micrómetro, normalmente algunas centenas de nanómetros.

20

25

30

35

[0004] Sin embargo, por una parte, estas técnicas de nanolitografía son extremadamente costosas y los procedimientos actuales no permiten una industrialización viable de engranajes que presenten motivos submicrométricos y, por otra parte, aunque la nanolitografía óptica permita realizar dentaduras muy pequeñas, abriendo así la vía, por ejemplo, a la detección "directa" de desplazamientos muy pequeños, esta técnica se ve limitada rápidamente por la resistencia de los materiales. En efecto, un diente nanométrico resiste con dificultad los esfuerzos de transmisión sobre la rueda dentada y la probabilidad de cizallamiento de los dientes de la rueda dentada en el momento de su uso es alta y provocaría una interrupción del recuento.

40

45

[0005] La solución que se proporciona es un dispositivo de transmisión, a un primer elemento móvil que comprende dientes, de un movimiento relativo entre un segundo y un tercer elemento de un sistema capaces de desplazarse o ser desplazados el uno con respecto al otro bajo el efecto de una tensión, donde el primer elemento móvil está dispuesto sobre uno de dichos segundo y tercer elemento y al menos una viga de accionamiento capaz de accionar el primer elemento móvil y que, por un lado, está fijada al otro de dichos segundo y tercer elemento y, por otro lado, es capaz de entrar en contacto con un diente de dicho primer elemento móvil, caracterizado por el hecho de que este dispositivo incluye varias vigas de accionamiento.

50

Por un segundo y un tercer elemento de un sistema, debe entenderse, por ejemplo, dos partes de un mismo soporte o dos soportes diferentes, unos electrodos que pueden, por ejemplo, asociarse a estos últimos, donde el sistema puede en particular ser un actuador o un sensor.

55

[0006] Un dispositivo según la invención incluye m vigas de accionamiento que comprenden, eventualmente, cada una un diente en su extremo libre, y la distancia E entre dos extremos libres o, en su caso, entre dos dientes de dos vigas sucesivas es igual a:

$$E = l_1.P + l_2.P/m$$

60

con

m es el número de vigas,  
l<sub>1</sub> e l<sub>2</sub> son números enteros naturales y:

65

$$l_2 \neq 0$$
$$l_1 \neq 0 \text{ si } l_2 \leq m$$

con el objetivo de permitir un ajuste con vernier,  $l_2 \neq m$ .

5

[0007] Según otra característica, el elemento móvil incluye una rueda dentada y dichas vigas de accionamiento están dispuestas tangencialmente a esta rueda dentada.

10

[0008] Según otra característica, al menos una de las vigas de accionamiento incluye un diente en uno de sus extremos, donde este diente constituye un engranaje con los de la rueda dentada.

[0009] Según otra característica, el elemento móvil incluye una cremallera.

15

[0010] Según otra característica, el elemento móvil incluye un muelle de barrilete. Según otra característica, dichos segundo y un tercer elemento están constituidos o bien por las primeras y segundas partes de un soporte, o bien por un primer y un segundo soporte.

[0011] La invención se refiere también a:

20

- un sensor pasivo y reversible de ciclos de temperaturas o de tensiones mecánicas sufridas por una estructura, donde este sensor comprende medios de detección y de recuento que incluyen un dispositivo de transmisión según la invención,
- un actuador eléctrico que incluye un dispositivo de transmisión según la invención,
- un dispositivo recuperador de energía capaz de estar fijado sobre un material capaz de oscilar y que incluye un dispositivo de transmisión según la invención.

25

[0012] En este contexto, un dispositivo de transmisión según la invención, también llamado mecanismo de subdivisión en lo sucesivo, proporciona las ventajas siguientes:

30

- Permite detectar desplazamientos ampliamente inferiores al paso de la rueda dentada. Dicho de otro modo, incluso con motivos toscos realizados a coste mínimo por tecnologías convencionales, se le permite detectar desplazamientos de baja amplitud, generalmente de 1 micrómetro o menos.

35

- Dado que el paso de la dentadura es superior (incluso ampliamente superior al desplazamiento detectado), los dientes no están sujetos a una rotura indeseada en el momento de la transmisión de los esfuerzos de accionamiento sobre el primer elemento móvil.

40

- Naturalmente, en casos extremos, no se prohíbe combinar motivos nanométricos (sin dentadura generalmente del orden de un micrómetro o menos) con el principio de subdivisión. En tal caso, el sistema es costoso, pero puede permitir detectar desplazamientos infinitesimales (por lo general algunas centenas de nanómetros o incluso menos). Sin embargo, en este último caso, la fuerza ejercida sobre los dientes del elemento móvil deberá ser débil con el objetivo de evitar cualquier riesgo de cizallamiento.

45

[0013] La invención se refiere también a un microsensor, un actuador o un dispositivo recuperador de energía que incluye un dispositivo de transmisión según la invención.

50

[0014] Un microsensor según la invención puede ser en particular 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 tensiones mecánicas como, por ejemplo, el número de pasos de vehículos sobre un puente, generando un nivel de tensión conocido en la estructura.

55

[0015] Por reversible, debe entenderse un sensor capaz de detectar un ciclo de variaciones de distancia sin deteriorarse y, por lo tanto, capaz de detectar a continuación otro ciclo.

60

[0016] Por medios pasivos, deben entenderse medios que funcionan sin fuente de energía contrariamente a los medios, llamados activos, utilizados en las solicitudes de patente anteriormente mencionadas y que emplean una fuente de energía, a saber una alimentación eléctrica.

[0017] Según una característica ventajosa que permite contar el número de ciclos de deformaciones sufridas por una estructura durante una duración determinada, un microsensor según la invención incluye medios de recuento del número de ciclos de variación de distancia detectados por dichos medios pasivos y reversibles de detección, donde estos medios son preferiblemente ellos mismos pasivos.

[0018] Según una característica particular, los medios de recuento se constituyen por medios mecánicos de recuento que comprenden al menos una primera rueda dentada.

5 [0019] Según una característica particular, esta primera rueda dentada está dispuesta sobre un primer soporte o sobre una primera parte de un soporte y al menos una viga de accionamiento está unida, en uno de sus extremos, a un segundo soporte o a una segunda parte de dicho soporte e incluye, en su otro extremo, al menos un diente capaz de engranarse sobre dicha primera rueda dentada.

10 [0020] Según otra característica, un microsensor según la invención incluye un dispositivo antirretorno asociado a dicha primera rueda dentada, donde este dispositivo puede, por ejemplo, estar constituido por una viga unida, en uno de sus extremos, al primer soporte o a la primera parte del soporte y que comprende, en su otro extremo, al menos un diente capaz de engranarse sobre dicha primera rueda dentada o en láminas que cooperan con una superficie periférica interna de la primera rueda dentada.

15 [0021] Según otra característica, el dispositivo antirretorno incluye un diente capaz de engranarse sobre dicha primera rueda dentada, donde este diente, así como el de la viga de accionamiento y los de dicha rueda dentada comprenden cada uno una superficie radial y una superficie inclinada que conecta los extremos de la superficie radial de este diente a la base de la superficie radial del diente siguiente.

20 [0022] Según una característica particular, un microsensor pasivo de detección y de recuento incluye un soporte, principalmente en forma de U que comprende de esta forma una primera parte y una segunda parte conectadas por una tercera parte que constituye la base de la U, y unos medios de recuento dispuestos sobre el soporte y que comprenden al menos una primera rueda dentada dispuesta sobre una de la primera o segunda parte y, por una parte, una viga de accionamiento de esta rueda dentada fijada, en uno de sus extremos, a la otra de la primera o segunda parte y que comprende, en su otro extremo, un diente capaz de constituir un engranaje con los dientes de la primera rueda dentada y, por otra parte, un dispositivo antirretorno de la primera rueda dentada y de tal forma que la aproximación de la primera y la segunda parte produce un accionamiento de la rueda dentada por el diente de la viga de accionamiento mientras que el alejamiento de estas dos partes produce un mantenimiento de la rueda dentada por parte el dispositivo antirretorno y una retracción del diente de la viga de accionamiento sobre un diente de la primera rueda dentada.

25

30

[0023] Según otra característica, un microsensor según la invención incluye medios capaces de limitar el desplazamiento de la viga de accionamiento constituidos, por ejemplo, por topes de retención.

35 [0024] Otras ventajas y características de la invención aparecerán en la descripción de varias variantes de realización de la invención y con respecto a las figuras anexas, entre las cuales:

- la figura 1 presenta un esquema de una de las dos caras principales del soporte de un microsensor,
  - la figura 2 muestra un esquema de la otra cara principal del soporte de dicho microsensor, así como medios de recuento,
  - la figura 3 presenta un esquema simplificado de una sección según el plano AA' de la figura 1,
  - la figura 4 muestra un esquema de principio simplificado de medios de recuento útil para la comprensión de la invención
  - la figura 5 presenta las deformaciones sufridas por dicho sensor cuando la estructura, sobre la cual está fijado, se somete a una sollicitación,
  - la figura 6 muestra un dispositivo de transmisión a una rueda dentada del movimiento relativo entre dos partes de un soporte de un sensor según una forma de realización de la invención,
  - la figura 7 presenta un esquema que explicita el modo de funcionamiento de esta forma de realización de la invención,
  - la figura 8 presenta un esquema de una de las dos caras principales del soporte de un microsensor según una segunda variante de realización de la invención,
  - la figura 9 muestra un esquema de la otra cara principal del soporte de un microsensor así como los medios de recuento según esta variante de realización,
  - la figura 10 presenta un esquema simplificado de una parte de los medios de recuento y de un dispositivo antirretorno y que comprende particularmente una primera rueda de recuento,
  - la figura 11 muestra un esquema del soporte según la figura 2 pero sin los medios de recuento,
  - la figura 12 presenta un esquema de la parte intermedia de la viga de accionamiento,
  - la figura 13 muestra un esquema de una segunda rueda de recuento de los medios de recuento,
  - la figura 14 presenta un esquema de los medios de numeración de una primera rueda de recuento en el marco de esta variante de realización,
  - las figuras 15a y 15b muestran un esquema de los medios de numeración de una segunda rueda de recuento en el marco de esta variante de realización,
  - la figura 16 presenta un ejemplo de posicionamiento de un microsensor según esta variante de realización sobre una estructura capaz de flexionarse,
  - las figuras 17a y 17b presentan el principio de funcionamiento del microsensor según la invención,
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

las figuras 18a a 18e muestran los esquemas de diferentes posicionamientos sucesivos de los dientes de accionamiento y antirretorno con respecto a los de la primera rueda de recuento en el momento de la detección del paso de un vehículo sobre la estructura flexionada,

la figura 19 presenta un esquema de una de las dos caras principales del soporte de un microsensor según una cuarta variante de realización de la invención,

la figura 20 presenta los medios de detección y de recuento según esta variante de realización de la invención,

la figura 21 presenta los medios de recuento según esta variante de realización de la invención,

la figura 22 muestra una variante de realización de una parte de un microsensor según la figura 19,

la figura 23 presenta un esquema de un actuador según una primera forma de realización y que incluye un dispositivo de transmisión de movimiento según la invención

la figura 24 muestra un esquema de un actuador según una segunda forma de realización y que incluye un dispositivo de transmisión de movimiento según la invención

la figura 25 muestra un esquema de un dispositivo de recuperación de energía que implementa un dispositivo según la invención.

[0025] Las figuras 1 a 5 muestran un sensor según una forma de realización de un dispositivo que representa un elemento del estado de la técnica útil para comprender la invención y, respectivamente, la cara inferior 7, la cara superior 8 y una vista según la sección AA' de la figura 1.

[0026] Este sensor 1 incluye un primer soporte 2 en forma de marco y sobre el cual se fija una primera pica 6 destinada a estar fijada sobre una estructura 15 sometida a ciclos de deformaciones, particularmente en tracción, en compresión o en flexión, por ejemplo debido a una sollicitación mecánica y/o térmica.

[0027] Este sensor incluye también un segundo soporte 3, también llamado lanzadera en lo sucesivo, de forma rectangular y de menores dimensiones que el interior de dicho marco 2. El primer y el segundo soporte 2, 3 están unidos el uno al otro por cuatro muelles 4 dispuestos en el espacio libre entre estos dos soportes 2, 3 y a la altura de cada una de las cuatro esquinas del segundo soporte 3. Este segundo soporte 3 incluye también una segunda pica 5 dispuesta, en este ejemplo de realización, en el lado opuesto al montante del marco 2 que soporta la primera pica 6 y se destina también a estar fijada sobre dicha estructura 15.

[0028] Las picas 5 y 6 constituyen, por lo tanto, zonas de anclaje del sensor 1 sobre la estructura 15 que se va a vigilar. La superficie interna 14 del marco 2 constituye un tope de retención para la lanzadera 3.

[0029] Tal y como se muestra en las figuras 2 y 3, el segundo soporte 3 incluye, sobre su superficie superior, un buje 10 cilíndrico unido a tres láminas 12 dispuestas tangencialmente al buje 10 y alrededor las cuales se coloca una rueda dentada 11.

[0030] Tal y como se muestra en la figura 4, esta rueda dentada 11 incluye dientes 16 en su superficie periférica externa 17 y una superficie periférica interna 19, preferiblemente rugosa, destinada a cooperar con dichas láminas 12 para formar un dispositivo antirretorno de la rueda dentada 11.

[0031] Los medios de transmisión del movimiento relativo entre las dos partes 2 y 3 del soporte S a la rueda dentada 11 comprenden al menos dos vigas de accionamiento 20, de entre las cuales solo se representa una por una cuestión de claridad y para ilustrar de forma más sencilla el principio de recuento, aunque el tamaño real de los dientes de la rueda dentada y de la viga de accionamiento puede ser más de mil veces inferior al de los dientes representados. Cada una de estas vigas 20 está unida al primer soporte 2 e incluye un diente 21 a la altura de su extremo libre 22, donde este diente 21 es capaz de formar un engranaje, de tipo trinquete, con los de dicha rueda dentada 11.

[0032] En esta figura, la dirección OX indica la dirección de los desplazamientos relativos de la primera parte 2 del soporte con respecto a la segunda parte 3 que se pueden contar mediante los medios de recuento mientras que la flecha indica el sentido normal de rotación de la rueda 11 de recuento. Según esta dirección, cada uno de los dientes 16 de esta primera rueda dentada 11 incluye una primera superficie radial 23 y una superficie inclinada 24 que conectan el extremo superior 25 de dicha primera superficie radial a la base 26 de la superficie radial del diente siguiente. Según esta misma dirección, el diente 21 unido a la viga de accionamiento 20 incluye una superficie inclinada 27 y una superficie radial 28, donde esta última se sitúa enfrente de dicha primera superficie radial 23 de un diente 16 de la primera rueda 11 de recuento.

[0033] De este modo, el diente 21 de la viga de accionamiento presenta una cara de accionamiento que entra en contacto con el diente de la rueda de recuento para accionar esta rueda durante un desplazamiento en un sentido del elemento actuador y una cara de guiado que autoriza el deslizamiento, y por lo tanto la retracción, del elemento actuador sobre el diente de la rueda de recuento durante un desplazamiento en el sentido opuesto al precedente del elemento actuador.

[0034] La viga de accionamiento presenta una suficiente elasticidad para permitir la retracción de un diente 16 sin deteriorarse.

[0035] Tal y como se muestra en la figura 5, cuando dicho sensor está fijado, por sus dos picas 5 y 6, sobre una estructura 15 sometida a una sollicitación que produce una deformación, por ejemplo una elongación solamente en la dirección OX, esta deformación de la estructura generará una variación de la distancia entre las picas 5 y 6 y, por tanto, de sus respectivos centros. Sean A y B los centros respectivos de las picas 5 y 6 en su posición inicial o normal y  $x_A$  y  $x_B$  sus coordenadas según el eje Ox. Cuando la estructura 15 se somete a una sollicitación, la distancia entre las picas varía y los puntos A y B se encuentran en las posiciones extremas A' y B', siendo sus coordenadas entonces  $x_{A'}$  y  $x_{B'}$  mientras que las picas vuelven en su posición inicial, o incluso ligeramente diferente, al final de la sollicitación o un determinado tiempo después.

[0036] La diferencia entre las coordenadas de la posición inicial y la posición extrema se proporciona mediante la expresión siguiente:

$$\Delta x = (x_{A'} - x_A) - (x_{B'} - x_B)$$

$$\Delta y = 0 \text{ según la hipótesis previamente mencionada}$$

[0037] Esta diferencia de distancia entre las picas 5 y 6 supone una variación de posicionamiento entre el primer y el segundo soporte, respectivamente 2 y 3. Dado que la rueda dentada 11 está unida al segundo soporte 3 y que la viga de accionamiento 20, cuyo diente 21 engrana con la rueda dentada 11, está unida al primer soporte 2, dicha variación de posicionamiento produce un accionamiento de la rueda dentada 11 por parte de la viga de accionamiento 20 en el sentido de la flecha. Dado que, en este ejemplo de realización, el desplazamiento relativo del diente 21 de la viga de accionamiento 20 con respecto al segundo soporte 3 es del orden de magnitud del paso de los dientes 16 de la rueda dentada 11, a saber, una vez y media más grande, la rueda dentada 11 será accionada en rotación por el diente 21 de la viga de accionamiento 20, con las caras radiales respectivas 23 y 28 del diente n de la rueda dentada 11 y del diente 21 de la viga de accionamiento 20 en contacto. Al terminar la sollicitación, o un determinado tiempo después, las picas, y por lo tanto los soportes correspondientes, volverán a su posición inicial pero el dispositivo antirretorno, constituido por las láminas 12 y los segundos dientes 18 de la rueda dentada 11, impide que la rueda dentada 11 gire en el sentido opuesto al de la flecha mientras que, debido a su elasticidad, la cara inclinada 27 del diente 21 de la viga de accionamiento se desliza sobre la del diente n+1 de la rueda dentada 11 con el que está en contacto hasta superar la cima 25 de este diente, con la cara radial 28 del diente 21 de la viga de accionamiento situada entonces enfrente de la cara radial 23 del diente n+1 de la rueda dentada 11.

[0038] Al final de este ciclo, las picas 5 y 6 han vuelto a su posición inicial mientras que la rueda dentada 11 ha girado en un paso de sus dientes 16 en el sentido de la flecha.

[0039] En resumen, el alejamiento de las picas 5 y 6, a continuación de una sollicitación, produce un accionamiento de la rueda dentada 11 por parte del diente de accionamiento 21 de la viga de accionamiento 20, mientras que la aproximación de estas dos partes, al final de la sollicitación, produce un mantenimiento de la primera rueda dentada 11 por parte del dispositivo antirretorno 12, 19 y una retracción del diente 21 de la viga de accionamiento 20 sobre un diente 16 de la primera rueda dentada 11.

[0040] De este modo, la detección por parte del microsensor de un ciclo de variaciones de distancia se traduce por una rotación de la rueda dentada 11, donde unos indicadores asociados a esta rueda permiten a continuación determinar el número de ciclos sufridos por la estructura desde un origen, o entre dos tiempos determinados.

[0041] Además, se desprende de lo que precede que para permitir el recuento del número de ciclos de deformaciones sufridos por una estructura, es necesario tener una distancia L entre las picas determinada con precisión. Por esta razón, es necesario tener zonas de anclaje de pequeñas dimensiones en la dirección OX de detección de las deformaciones. Esto se asegura mediante la presencia de las picas 5 y 6 que permiten un encolado de bajo grosor e en la dirección OX y de altura h superior según la dirección Y perpendicular a OX, donde el bajo grosor de las picas 5 y 6 permite determinar dicha distancia L con precisión mientras que la altura h es suficiente para permitir una buena resistencia del encolado del microsensor sobre la estructura.

[0042] Para permitir un resultado similar mediante encolado, las picas también se pueden reemplazar por muescas o escariados.

[0043] En ausencia de una zona de anclaje constituida por picas, muescas o escariados, en el momento de la instalación del microsensor sobre la estructura, los salientes de pegamento se extenderían de manera aleatoria y la longitud L entre las dos zonas de anclaje podría tomar cualquier valor. Por tanto, no sería posible prever el

funcionamiento del microsensor para el recuento de los ciclos de variaciones de distancia entre dos puntos A y B de una estructura.

5 [0044] Además, se pueden prever otros modos de fijación aparte del encolado, tales como la fijación del microsensor sobre la estructura mediante tornillo o pasador. Para ello, cada una de las picas se reemplaza por al menos un escariado y preferiblemente dos escariados posicionados de manera que su diámetro  $d$  sea muy inferior a la distancia  $D$  que separa su eje, por ejemplo  $d/D < 0,2$ .

10 [0045] Se desprende de lo que precede que la realización de picas, muescas o escariados como zona de anclaje permite conocer con precisión la distancia  $L$  que separa las zonas de anclaje y, por lo tanto, permite el recuento de los ciclos de variaciones de distancia entre dos puntos A y B de una estructura. Conociendo las características de la deformación de la estructura, y teniendo en cuenta el paso  $P$  de los dientes de la rueda de recuento y el número  $m$  de vigas de accionamiento, se determina la distancia  $L$  entre los puntos de anclaje de manera que, en el momento de la deformación de la estructura, la variación de distancia entre las zonas de anclaje 5 y 6 sea superior a la relación  $P/m$  y preferiblemente próxima o igual a  $1,5 P/m$ .

15 [0046] Según la invención, el mecanismo de subdivisión del paso, mediante el uso de un dispositivo de transmisión, a una rueda dentada, de un movimiento relativo entre una primera y una segunda parte de un soporte de un microsensor capaces de desplazarse o de ser desplazadas la una con respecto a la otra bajo el efecto de una tensión, donde el primer elemento móvil está unido a una de dichas primera y segunda parte y varias vigas de accionamiento, unidas a la otra de dichas primera y segunda parte y que comprenden cada una un diente en uno de sus extremos capaces de constituir un engranaje con los del elemento móvil, se presenta en el marco de una segunda forma de realización de un sensor 30 según la invención.

20 [0047] Este mecanismo es particularmente útil para detectar y contar movimientos relativos muy pequeños entre dichas partes, por ejemplo desplazamientos submicrónicos, lo que puede particularmente ser el caso durante desplazamientos relativos implicados en fenómenos de compresión mecánica o de dilatación térmica. En particular, permite poder detectar y contar los desplazamientos relativos entre la primera y la segunda parte del soporte inferiores al paso  $P$  de la dentadura de la rueda dentada. Este principio permite, por un lado, incrementar la sensibilidad del sensor, ya que permite acceder a unos mayores niveles de sensibilidad que la periodicidad de los motivos geométricos a la que la tecnología de fabricación permite llegar y, por otro lado, el uso de técnicas menos sofisticadas para la realización del componente, y por lo tanto traducirse en un coste de fabricación inferior y una mayor resistencia del sensor. Las figuras 6 y 7 presentan, más particularmente, un medio de recuento que comprende medios de transmisión que comprenden 4 vigas que permiten una subdivisión del paso por 5.

25 [0048] Tal y como se muestra en la figura 6, un sensor 31 según esta segunda forma de realización de la invención incluye un primer soporte 32 y un segundo soporte 33, donde este último posee un buje 34 cilíndrico unido a tres láminas 39 dispuestas tangencialmente al buje 34 y alrededor las cuales se coloca una rueda dentada 35.

30 [0049] Esta rueda dentada 35 incluye dientes 36 sobre su superficie periférica externa 37 y una superficie periférica interna 38 de forma cilíndrica.

35 [0050] Cinco vigas de accionamiento 40, unidas al primer soporte 32 y dispuestas sustancialmente en paralelo las unas con respecto a las otras comprenden cada una un diente 41 a la altura de su extremo libre 42, donde estos dientes 41 están dispuestos entre ellos a una distancia múltiple del paso  $P$  de la dentadura de la rueda más una fracción de dicho paso, a saber un quinto de este paso de manera que solamente uno de estos dientes constituya un engranaje con unos dientes 36 de dicha rueda dentada 35. En general, la distancia entre dos dientes sucesivos de las vigas 40 será:

$$E = I_1.P + I_2.P/m$$

40 donde,

55  $m$  es el número de vigas,  
 $I_1$  y  $I_2$  son números enteros  
 $P$  es el paso de los dientes 36 de la rueda 35.  
 $I_1$  y  $I_2$  son números enteros naturales y:

$$I_2 \neq 0$$

$$I_1 \neq 0 \text{ si } I_2 \leq m$$

60 [0051] Y preferiblemente  $I_2 \neq m$  con el objetivo de permitir un ajuste con vernier.

65

- 5 [0052] En esta figura, la dirección OX', opuesta a OX, indica la dirección de los movimientos o desplazamientos relativos de la primera parte 32 del soporte con respecto a la segunda parte 33 capaces de ser contados por los medios de recuento mientras que la flecha indica el sentido normal de rotación de la rueda 35 de recuento. Según esta dirección, cada uno de los dientes 36 de esta primera rueda dentada 11 incluye una primera superficie radial 43 y una superficie inclinada 42 que conectan el extremo superior 44 de dicha primera superficie radial a la base 48 de la superficie radial 43 del diente siguiente. Según esta misma dirección, cada uno de los
- 10 [0053] Las vigas de accionamiento 40 presentan una suficiente elasticidad para permitir la retracción de su diente 41 sobre un diente 36 de la primera rueda 35 de recuento, sin que se produzca un deterioro.
- 15 [0054] La superficie periférica interna 38 de la rueda dentada 35 y el extremo de dichas láminas 39 se destinan a cooperar para formar un medio de acomodación elástico de la rueda dentada 35 sobre el buje 34, donde la fuerza de rozamiento del extremo de las láminas 39 sobre la superficie periférica interna 38 de la rueda 35 es, por una parte, superior a la que pueden generar las vigas de accionamiento cuando están dirigidas en una primera dirección OX, accionando entonces un deslizamiento de los dientes 41 de las vigas 40 sobre la rueda 35 y, por otra parte, inferior a la que pueden generar las vigas de accionamiento cuando están en una segunda
- 20 [0055] La figura 7 presenta un esquema del funcionamiento de los medios de recuento constituidos por las vigas, la rueda dentada 35, el buje 34 y el medio de acomodación elástico del par resistente y para el cual se supone que la segunda parte 33 del soporte S1, en este ejemplo, se desplaza con respecto a la primera parte 32 del soporte S1 según la dirección OX'.
- 25 [0056] Las distintas fases se numeran respectivamente de 1 a 5 y de A a E.
- 30 [0057] En la fase A, la rueda dentada 35 se ha desplazado con respecto a las vigas 40 fijas. La viga 3 franquea el diente representado en oscuro de la rueda dentada 35 y, debido a la configuración geométrica de los engranajes, impide el retorno del diente, donde las vigas 40 se representan en este primer esquema justo antes del paso del diente para identificar correctamente las secuencias, en lugar de representarlas después del franqueamiento. Las vigas 4 y 5 se flexionan por medio de la dentadura. Las vigas 1 y 2 se flexionarán igualmente en el momento del siguiente desplazamiento relativo de la rueda.
- 35 [0058] La aplicación del siguiente ciclo de carga de la fase B provoca un segundo desplazamiento relativo de la primera rueda con respecto a las vigas fijas. Esta vez, es la viga 4 la que pasa otro diente de la rueda dentada 35 e impide el retorno de esta rueda a otro punto de la dentadura de la rueda distinto del de la fase A.
- 40 [0059] Del mismo modo, durante la fase C, la viga 5 franquea la dentadura de la rueda e impide su retorno a otro lugar diferente del de la fase B. Ocurre lo mismo en las fases D y E.
- 45 [0060] Durante la fase A siguiente, la viga 3 franquea nuevamente un diente de la rueda dentada. Este diente es el que es consecutivo al que está representado en oscuro en todos los esquemas. En consecuencia, los cinco ciclos de sollicitación se traducen a la altura de la primera rueda por el engranaje de un diente, que ilustra el principio de subdivisión del paso, y por lo tanto la posibilidad de detectar y registrar una información con una resolución superior a la que es intrínseca al sistema.
- 50 [0061] Este tipo de dispositivo permite detectar y contar los ciclos de variaciones de distancia inferiores a 5 µm. Al aumentar el número de vigas, las variaciones de distancia inferiores a 1 µm se pueden detectar y contar.
- 55 [0062] Las figuras 8 a 18 muestran los esquemas de una tercera variante de realización de la invención aplicada al recuento del número de pasos de vehículos sobre una estructura, como por ejemplo un puente.
- 60 [0063] Las figuras 8 y 9 presentan una y otra de las dos caras principales del sensor según esta tercera variante de realización de la invención.
- 65 [0064] Según esta forma de realización, un microsensar pasivo de detección y de recuento del número de pasos de vehículos comprende un soporte 101, principalmente en forma de U que comprende así una primera parte 102 y una segunda parte 103 conectadas entre sí por una tercera parte 104 que constituye la base de la U, y unos medios de recuento 105 dispuestos sobre el soporte y que comprenden al menos una primera rueda dentada 106 dispuesta sobre dicha primera parte 102 del soporte 101 y, por un lado, cuatro vigas de

accionamiento 107 de esta primera rueda dentada 106 fijadas, en uno, 108, de sus extremos 108, 109, en un tramo 107' unido a dicha segunda parte 103 y que comprenden cada una, en su otro extremo 109, un diente 110, mostrado en la figura simplificada 10 que solo presenta una viga de accionamiento, y capaz de constituir un engranaje 111 con los dientes 112 de la primera rueda dentada 106, y por otro lado, un dispositivo antirretorno 113 de la primera rueda dentada 106 y de tal manera que el acercamiento de la primera y la segunda parte 102, 103 del soporte 101 produce un accionamiento de la rueda dentada 106 por parte del diente de accionamiento 110 de la viga de accionamiento 107 mientras que el alejamiento de estas dos partes produce un mantenimiento de la primera rueda dentada 106 por parte del dispositivo antirretorno 113 y una retracción del diente 110 de la viga de accionamiento sobre un diente 112 de la primera rueda dentada.

[0065] Tal y como se muestra en la figura 8, las primeras y segundas partes incluyen primeras y segundas zonas de anclaje, respectivamente 224 y 225, constituidas por escariados en cada uno de los cuales se puede insertar un tornillo con el objetivo de fijar el microsensor sobre la estructura por analizar, como por ejemplo el parapeto de un puente. Los escariados 224, 225 tienen un diámetro ligeramente superior al de dichos tornillos.

[0066] En este ejemplo de realización, las primeras y segundas zonas de anclaje 224, 225 se disponen respectivamente según un primer eje Y1 y un segundo eje Y2 paralelos entre ellos y separados por una distancia L

[0067] Tal y como se muestra en la figura 9, las caras 133, 134 y 135 de las respectivas partes 102, 103 y 104 del soporte 101 son planas y están dispuestas en un mismo plano y se destinan a estar pegadas a la estructura por analizar mediante dichos tornillos.

[0068] En este ejemplo de realización, la tercera parte 104 del soporte tiene ella misma forma de U invertida con una base 136 gruesa. Esta forma permite tener secciones más pequeñas a la altura de las ramificaciones de la U de esta viga que de la base 136 y, en caso de que se ejerza una fuerza importante a la altura de esta tercera parte, se produciría una rotura a la altura de una de las ramificaciones y, por lo tanto, en una dirección paralela a la del desplazamiento normal de las primeras y segundas partes, lo que permite evitar cualquier desplazamiento relativo entre estas partes en la dirección normal del desplazamiento y un eventual desfasaje entre la rueda dentada 106 y el diente 110 de la viga de accionamiento 107.

[0069] La figura 10 muestra un esquema simplificado de los medios de recuento y del dispositivo antirretorno. De este modo, se representa:

- la primera rueda dentada 106 dispuesta sobre el eje 129,
- la viga de accionamiento 107 unida a la segunda parte 103 del soporte 101 y que comprende un diente 110 capaz de constituir un engranaje 111 con los dientes 112, de la primera rueda dentada 106,
- un dispositivo antirretorno 113 de la primera rueda dentada 106 constituida por una viga 175 unida por uno de sus extremos 137 a la primera parte 102 del soporte 101 y que comprende, en su otro extremo 138 un diente 139 capaz de constituir un engranaje con los, 112, de la primera rueda dentada 106. Donde la flecha indica el sentido normal de rotación de la primera rueda dentada de recuento 106, el diente 139 del dispositivo antirretorno incluye, según esta dirección, una superficie inclinada 140 y una superficie radial 141, donde la superficie radial 140 está situada cara a cara con una superficie radial de un diente 112 de la primera rueda dentada 106.

[0070] Tal y como se muestra en esta figura, la viga de accionamiento 107 y la, 175, del dispositivo antirretorno se pretensan en flexión sobre la rueda dentada 106 debido a su posicionamiento. En efecto, el extremo de los dientes no es tangencial a la base de los dientes de la primera rueda dentada 106 sino que es tangencial a una posición situada más cerca del eje de esta rueda. Dado que dichas vigas no pueden ir más allá de dicha base, se someten automáticamente dicho pretensado ejercido por la primera rueda dentada 106.

[0071] Además, en la figura 10, la flecha indica el sentido normal de rotación de la rueda 106 de recuento. La rueda dentada 106 gira alrededor de un eje 129 unido a la primera parte 102 del soporte 101 mientras que la viga de accionamiento 107 está unida a la segunda parte 103 del soporte 101. Según esta dirección, cada uno de los dientes 112 de esta primera rueda dentada 106 incluye una primera superficie radial 114 y una superficie inclinada 115 que conectan el extremo superior 116 de dicha primera superficie radial a la base 117 de la superficie radial del diente siguiente. Según esta misma dirección, el diente 110 unido a la viga de accionamiento 109 incluye una superficie inclinada 118 y una superficie radial 119, con esta última situada cara a cara con dicha primera superficie radial 114 de un diente 112 de la primera rueda 106 de recuento.

[0072] Esta primera rueda dentada 106 incluye 512 dientes, es decir 2<sup>9</sup>.

[0073] La figura 11 muestra una de las dos caras principales de la primera parte 102 del soporte capaz de recibir una parte de los medios de recuento 105. Esta superficie 174 incluye varios grabados sucesivos 120, 121, 122, 123 y 124 que comprenden ciertas partes comunes.

[0074] El primer grabado 120 está dispuesto en la parte superior 125 de la primera parte y del lado de la primera parte 102 del soporte. Tiene forma de U de base gruesa y una de las ramificaciones 126 es más larga que la otra 127.

5 [0075] El segundo grabado 121 tiene de forma rectangular alargada y está dispuesto en continuidad con el primero y en dirección al lado opuesto a la tercera parte 104 del soporte 101. Sin embargo, este grabado no está completo porque falta un dispositivo antirretorno 113 dispuesto longitudinalmente sobre menos de la mitad de la longitud del grabado y fijado a la primera parte 102 del soporte 101 por su extremo situado a la altura del lado transversal 170 del grabado que está en el lado opuesto al primer grabado 120.

10 [0076] El tercer grabado 122 tiene forma cilíndrica y está dispuesto en continuidad con el segundo y debajo de este, es decir en dirección a la parte baja 128 de la primera parte 102 del soporte 101. Sin embargo, el grabado no está completo porque falta una parte central cilíndrica 129. Este grabado 122 se destina a recibir la primera rueda de recuento 106 y su diámetro es ligeramente superior al de esta última. Además, la primera rueda de recuento 106 incluye un escariado central y la parte central cilíndrica 129 constituye un eje para esta primera rueda dentada 106.

15 [0077] El cuarto grabado 123 tiene forma rectangular e incluye una parte inferior 31 del tercer grabado 122 y una parte superior 132 del quinto grabado 124.

20 [0078] El quinto grabado 124 tiene forma cilíndrica de diámetro ligeramente inferior al del tercer grabado 122 y está dispuesto tangencialmente a este último y en dirección a la parte inferior 128 de esta primera parte 123 del soporte. Este grabado 124 se destina a recibir una segunda rueda dentada de recuento 130 y no está completo porque faltan, por un lado, una parte central cilíndrica destinada a servir de eje de rotación 155 para la segunda rueda dentada de recuento 130 y, por otro lado, tres vigas 171, 172 y 173 dispuestas respectivamente a  $\pi/2$  Rd y capaces de mantener en posición y de servir de dispositivo antirretorno a la segunda rueda dentada 30. Esta última incluye 16 dientes, es decir  $2^4$ .

25 [0079] La figura 12 presenta un detalle de la parte intermedia 143 del tramo 107' que conecta las cuatro vigas de accionamiento 107 a la segunda parte 103 y que se encuentra a la altura del primer grabado 120 de la primera parte del soporte 101.

30 [0080] Esta parte intermedia 143 tiene forma de U cuya base 144, y las dos ramificaciones 145, 146 tienen sustancialmente el mismo grosor, donde una, 145, de las ramificaciones es más larga que la otra y se destina a penetrar en la parte más larga de la ramificación 126 del primer grabado del primer soporte 101 y que, como se puede ver en esta figura, incluye dos topes de retención 147, 148 situados cada uno enfrente de uno de los lados de la parte más larga 149 de la ramificación 145 de la viga de accionamiento.

35 [0081] La función de estas excrecencias es limitar el desplazamiento de la viga de accionamiento en dirección a la primera parte del soporte, de un valor calibrado y que corresponde sustancialmente al valor de un paso y medio de los dientes 112 de la primera rueda dentada 106. Estas excrecencias constituyen así medios de limitación de recorrido de los dientes 110 de las vigas de accionamiento 107 o, en otras palabras, topes de retención.

40 [0082] Se constata además que el grosor de la viga de accionamiento más allá de esta parte intermedia es, primero, equivalente al de esta parte y, después, inferior hasta su extremo que comprende el diente de accionamiento 110, donde este bajo grosor es capaz de asegurarle una suficiente elasticidad para permitir el accionamiento de la rueda dentada 106 por parte del diente de accionamiento 110 en un sentido de ida y la retracción de este diente 110 de accionamiento sobre los dientes, 112, de la primera rueda dentada 106 en el sentido de vuelta.

45 [0083] Tal y como se muestra en las figuras 9 y 13, una tercera rueda dentada de recuento 150 de diámetro inferior al de la primera rueda dentada 106 se fija sobre esta última, donde estas dos ruedas tienen el mismo eje de rotación.

50 [0084] Tal y como se muestra en la figura 9, dicho eje Y1 pasa por los ejes de rotación de la primera, segunda y tercera rueda de recuento así como por los ejes de los escariados de las primeras zonas de anclaje. Este eje Y1 es perpendicular a la dirección X de las deformaciones de la estructura capaces de ser detectadas por el microsensor sobre la cual está fijado.

55 [0085] Esta tercera rueda dentada de recuento 150 incluye un solo diente 151 con forma de arco gótico capaz de constituir un engranaje con los dientes 152, con forma de arco románico, de la segunda rueda de recuento 130, donde estas dos ruedas 130, 150 tienen el mismo grosor y están dispuestas en un mismo plano. Esta tercera rueda dentada 150 está dispuesta en el cuarto grabado 123 de la primera parte 102 del soporte 101 e incluye un escariado de diámetro sustancialmente igual al eje 155 que emerge del cuarto grabado. La longitud de los dientes 152 y 151 de la segunda y la tercera rueda dentada 130 y 150 es de tal forma que cuando el diente 51 de

la tercera rueda dentada 150 entra en contacto con un diente 152 de la segunda rueda dentada 130, este contacto perdura a lo largo de una longitud sustancialmente igual al paso de los dientes 152 de la segunda rueda dentada 130.

5 [0086] Unos medios de lectura óptica de tipo lector de código de barras se asocian a los medios de recuento con el objetivo de facilitar la lectura.

10 [0087] Tal y como se muestra en la figura 13, unas ranuras 166 con forma de arco de círculo paralelas, en este caso cuatro como máximo, se asocian a los dientes 152 de la segunda rueda dentada 130 y permiten numerarlos de manera binaria, donde el diente numerado como 1 no comprende ninguna ranura asociada, el diente número 2 tiene una ranura a la altura de una primera línea 167, el diente número 3 tiene una ranura a la altura de la segunda línea 168, el diente n.º 4 tiene una ranura a la altura de cada una de las dos primeras líneas 167 y 168 etc. Y así hasta el diente número 16 al que corresponde una ranura a la altura de cada una de las cuatro líneas 167 a 170.

15 [0088] Tal y como se muestra en la figura simplificada 14, que no comprende más que una sola viga de accionamiento y no presenta más que una ínfima parte de la primera rueda dentada 106 en la que los dientes se han considerado como dispuestos en un mismo plano, unas ranuras paralelas, en este caso nueve como máximo, se asocian a los 512 dientes de la primera rueda dentada 106 y permiten numerarlos de manera binaria, donde el diente numerado como 1 no comprende ninguna ranura asociada, el diente número 2 tiene una ranura a la altura de una primera línea 156, el diente número 3 tiene una ranura a la altura de la segunda línea 157, el diente n.º 4 tiene una ranura a la altura de cada una de las dos primeras líneas 156 y 157 etc. Y así hasta el diente número 512, que tiene una ranura a la altura de cada una de las nueve líneas 156 a 164.

25 [0089] Para llevar a cabo la lectura del número de pasos de vehículo entre un tiempo  $t_0$  y un tiempo  $t_1$ , se lleva a cabo una lectura óptica de la numeración de los dientes sobre cada una de la primera y la segunda rueda dentada 106 y 130 en el instante  $t_0$  y, a continuación, en el instante  $t_1$ , donde el lector tiene la misma posición en dichos dos instantes. La imagen de la primera lectura en el tiempo  $t_0$  es la de referencia que permite determinar qué diente estaba engranado en el momento de la instalación del dispositivo. La segunda imagen sirve para identificar el diente engranado en el momento  $t_1$ , elegido por el operador. La identificación del diente engranado puede llevarse a cabo de manera automatizada importando las dos imágenes en un programa de tratamiento de imágenes y generando un cuadro 177 que delimita las zonas de lectura tal y como se muestran en las figuras 15a y 15b. Cada zona de lectura será o bien negra si hay presencia de una ranura y equivalente a 1, o bien blanca si no hay ninguna ranura y, entonces, equivalente a 0, lo que permite calcular el número binario asociado al diente. En el ejemplo propuesto, se lee el número 0000 en la figura 15a asociada a la segunda rueda dentada, que corresponde a 0 en base 10 y se lee 0001 en la figura 15b, que corresponde a  $1 \times 20 + 0 \times 21 + 0 \times 22 + 0 \times 23 = 1$  en base decimal. Esto significa que la estructura ha sufrido  $(1 - 0) \times 512$  eventos, a los que conviene añadir los que se han contabilizado sobre la primera rueda dentada y que se determinan de la misma manera.

40 [0090] Todos los elementos de este microsensor están hechos de silicio, lo que le permite funcionar correctamente sea cual sea su temperatura de funcionamiento dado que las dilataciones o las constricciones resultantes serán las mismas en todas las direcciones para todos los componentes.

45 [0091] El funcionamiento del dispositivo descrito previamente es el siguiente: en primer lugar, se fija, tal y como se muestra en la figura 16, por ejemplo con pegamento y por sus superficies planas 133 y 134 de las primeras y segundas partes del soporte 101 sobre el parapeto 181 de un puente 100 que comprende una calzada 180 sobre la cual circulan vehículos.

50 [0092] Este microsensor se posiciona sobre el parapeto en ambas partes de una recta virtual CD vertical. Para una posición determinada del sensor sobre el parapeto, el microsensor no contará el paso del vehículo en función de un valor umbral correspondiente a la masa del vehículo. De este modo, será posible, por ejemplo, detectar, con tres sensores idénticos pero dispuestos en lugares diferentes del parapeto, el número de vehículos que superan una masa superior a 500 kg para uno, el número de vehículo de más de 3500 kg para el segundo y todos los vehículos de más de 10000 kg para el otro.

60 [0093] Tal y como se muestra en las figuras 17a y 17b, cuando un vehículo pasa sobre la calzada 180 a la derecha, materializada mediante rayas, de la recta CD, su peso produce una flexión de la calzada que repercute a la altura del parapeto, o los puntos A y B situado a ambos lados partes de la recta CD se desplazan desde su posición de reposo (figura 17a) hasta las posiciones extremas respectivas A' y B' (figura 17b) antes de volver a su posición inicial después de que el vehículo haya pasado. Por lo tanto, cuando un vehículo circula sobre la calzada a la derecha de un microsensor según la invención, produce, debido a su peso, una flexión de la calzada que repercute a la altura del parapeto del puente al que está unido por una aproximación de los puntos A y B. Sean  $O_x$  y  $O_y$  dos ejes ortogonales, el desplazamiento del punto A según la dirección  $O_x$  es  $x_{A'} - x_A$  y la del punto B  $x_B - x_B$  mientras que los desplazamientos respectivos de los puntos A y B según la dirección  $O_y$  son  $y_{A'} - y_A$  e  $y_{B'} - y_B$ .

[0094] En el marco del ejemplo de realización citado previamente, es la diferencia de desplazamiento de los puntos A y B según el eje OX, a saber  $\Delta x = (x_{A'} - x_A) - (x_{B'} - x_B)$  la implicada para accionar los medios pasivos de recuento, donde el punto se encuentra sobre la primera parte 102 del soporte 101 y el punto B se encuentra sobre la segunda parte 103 del soporte 101. De este modo,  $\Delta x$  es superior al paso de los dientes 112 de la primera rueda dentada 106 y preferiblemente inferior a 2 veces este paso. En todos los casos, los topes de retención 147, 148 son capaces de limitar el desplazamiento de la primera parte del soporte 101 con respecto a la segunda parte de una distancia  $\Delta x$ , con respecto en su posición de reposo, superior al paso de los dientes 112 de la primera rueda 106, pero inferior a dos veces este paso.

[0095] Las figuras 18a a 18e muestran, de manera simplificada, ya que solo se representa una viga de accionamiento, la evolución del posicionamiento del diente de accionamiento 110 con respecto a los dientes 112 de la primera rueda dentada 106 para unos instantes sucesivos  $t_0$ ,  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  y  $t_4$ , donde  $t_0$  y  $t_4$  corresponden a la posición de equilibrio y  $t_2$ , la posición en la que la aproximación entre la primera y la segunda parte 102, 103 del soporte 101 es máxima.

[0096] En la figura 18a, la primera y la segunda parte 102, 103 del soporte 101 se encuentran en posición de reposo. La cara radial del diente de accionamiento 110, así como la del dispositivo antirretorno 113 están cada una enfrente de una cara radial de un diente, respectivamente 200 y 203, de la primera rueda dentada 106, donde las caras enfrentadas no están en contacto.

[0097] Cuando un vehículo empieza a pasar sobre la calzada 180 a la derecha de la recta CD, la primera y la segunda partes 102, 103 del soporte 101 comienzan a acercarse tal y como se muestra en la figura 18b. La cara radial del diente de accionamiento 110 entra en contacto con la cara radial del diente 200 y, a continuación, la empuja en el sentido de la flecha, lo que hace que la primera rueda dentada 106 gire. Paralelamente, el extremo del diente antirretorno del dispositivo antirretorno 113 se desliza, debido a la elasticidad de la viga 175 sobre la superficie inclinada del diente 202 de la primera rueda 106, donde este deslizamiento se produce hasta que este diente antirretorno pasa más allá de la superficie inclinada y su superficie radial se encuentra, tal y como se muestra en la figura 18c, enfrente de la superficie radial del diente 202.

[0098] En ese instante, ya sea naturalmente, ya sea debido a los topes de retención 147 y 148, dicha aproximación se detiene y se constata que el diente 200 de la rueda dentada ha tomado la posición inicial del diente 201, donde la rueda 106, por lo tanto, ha girado a lo largo de una distancia sustancialmente igual a un paso de los dientes de esta rueda 106.

[0099] Cuando el vehículo ha rebasado la derecha de la recta CD, la primera y la segunda parte 102, 103 del soporte 101 comienzan a alejarse para volver en su posición de reposo. La cara inclinada del diente de accionamiento entrará en contacto con la cara inclinada del diente 199 y empezará a hacer que la primera rueda dentada 106 gire en el sentido contrario a la flecha y así hasta que la cara radial del diente antirretorno 139 entre en contacto con la cara radial del diente 202. En ese instante, el dispositivo antirretorno impedirá cualquier rotación suplementaria de la primera rueda dentada 106 en el sentido opuesto al de la flecha. Tal y como se muestra en la figura 18d, el extremo del diente de accionamiento 110 se desliza, debido a la elasticidad de la viga 107 a esta altura, sobre la superficie inclinada del diente 199 de la primera rueda 106, este deslizamiento se produce hasta que este diente de accionamiento pasa más allá de la superficie inclinada y su superficie radial se encuentra, tal y como se muestra en la figura 18e, enfrente de la superficie radial del diente 199.

[0100] Al terminar este ciclo, mostrado en la figura 18e, la primera y la segunda parte 102, 103 del soporte han vuelto a su posición original de la figura 18a y únicamente la primera rueda dentada 106 no se encuentra en su posición original, ya que ha girado a lo largo del valor de un paso de sus dientes y, por lo tanto, de un diente, donde esta rotación permite contar de este modo cada paso de vehículo sobre la calzada y a la derecha de la recta CD.

[0101] La figura 19 presenta un ejemplo de realización de un sensor destinado a estar posicionado sobre la superficie lateral del parapeto de un puente y capaz de detectar y contar el número de ciclos de deformaciones del parapeto de un puente que se traducen en un ciclo de variación de distancia (alejamiento y aproximación o a la inversa) entre dos puntos A y B del parapeto dispuestos preferiblemente horizontalmente y a una distancia inferior a 3 cm el uno del otro, donde las variaciones de distancia que pueden por ejemplo estar comprendidas entre 15 y 100  $\mu\text{m}$ . Este sensor 300 incluye un primer soporte 301 realizado con el mismo material que el del parapeto del puente, a saber de aluminio, esta característica permite anular el efecto de las dilataciones térmicas entre el parapeto y el sensor. Este soporte incluye una primera parte 302 que comprende primeras muescas transversales 303 de eje Y1 perpendicular a su eje longitudinal X, una segunda parte 304 en forma de U que comprende segundas muescas transversales 305 de eje Y2 perpendicular al eje longitudinal X, y una tercera parte 306 que comprende, por un lado, una parte intermedia 307 unida a la primera parte y separada de la segunda parte por una ranura en forma de U 308 y que continúa hacia el interior de la forma de U de la segunda parte y, por otro lado, dos partes 309, 310 con forma de U dispuestas transversalmente según un eje Y3 perpendicular al eje longitudinal X del soporte 301. La función de las dos partes 309, 310 con forma de U es

mantener el posicionamiento de la primera parte con respecto a la segunda parte antes y durante la fijación del sensor sobre la estructura de acogida, a saber el parapeto del puente. Cuando la primera y la segunda parte del soporte 301 están fijadas sobre la estructura de acogida, un daño de las dos partes con forma de U, o incluso su supresión, no impide que el sensor funcione.

5

[0102] La primera y la segunda muesca se destinan a recibir pegamento con el objetivo de fijar el soporte 301 sobre la estructura de acogida y obtener así zonas fijas de poca anchura y situadas en lugares predeterminados y que permiten que el sensor funcione de forma óptima.

10

[0103] Dos picas cilíndricas 311, 312 están cada una fijadas en un escariado practicado en la segunda parte del soporte. Su función es guiar el posicionamiento de una placa 314, realizada aquí con silicio y de forma cuadrada. Esta placa incluye una abertura 315 en forma de L en la que uno de sus extremos 316 desemboca hacia el medio de un primer lado 317 del cuadrado mientras que su otro extremo 318 se encuentra a la altura del centro de un segundo lado 319 del cuadrado adyacente a dicho primer lado 317 pero sin desembocar en este segundo lado, de manera que una fina anchura de material 320 subsista a este nivel. De este modo, esta placa se constituye por una primera y una segunda parte, respectivamente 321 y 322, segunda parte cuya anchura es sustancialmente igual a la de la parte intermedia 307 de la tercera parte 306 y destinada a estar fijada sobre esta última.

15

20

[0104] Cada una de la primera y la segunda parte 321, 322 de la placa incluye una abertura 324 de forma oblonga dispuesta en eje transversal coincidente con el eje Y2 de fijación de la segunda parte 304 del soporte 301 según dicho eje Y2, tal y como se muestra en la figura 21. Estas aberturas se destinan a recibir pegamento para fijar la placa 314 sobre el soporte 301 y, más precisamente, a fijar la primera parte 321 de la placa 314 sobre la segunda parte 304 del soporte 301 y la segunda parte 322 de la placa 314 sobre dicha parte intermedia 307 que está unida a la primera parte 302 del soporte 301 y, de esta forma, obtener zonas de fijación de débil anchura y situadas en lugares predeterminados. De esta forma, cuando la placa 314 se posiciona y encola sobre el soporte 301, la abertura 315 en forma de L se encuentra encima de dicha ranura en forma de U 308 que separa dicha parte intermedia 307 de la segunda parte 304 del soporte 301. La parte 320 se destruye una vez que la pieza 314 se encole sobre el soporte 301. Sirve únicamente para la retención en posición antes y durante la fase de encolado.

25

30

[0105] Tal y como se muestra en la figura 20 que presenta los medios de detección y de recuento según esta variante de realización de la invención, una viga de accionamiento 329, que incluye un diente 330 en su primer extremo, tiene su segundo extremo unido a la segunda parte 322 de la placa 314 a la altura de dicho primer lado 317 del cuadrado. Esta se extiende de forma paralela en el lado de esta segunda parte 322 situado en el lado de dicho primer lado 317.

35

[0106] Tal y como se muestra en la figura simplificada 21 que muestra una sola viga de accionamiento y presenta los medios de recuento según esta variante de realización de la invención, una rueda dentada de recuento 328, semejante a la de la figura 10, se instala sobre un cojinete 331 de forma tubular y que comprende un saliente 332 sobre el que reposa la rueda dentada 328, donde este cojinete 331 es capaz de girar en torno a un eje de rotación 333 unido a la segunda parte del soporte 301 y de manera que la rueda dentada 328 forme, con el diente 330 de la viga de accionamiento 329, un engranaje mientras que el uso de una zapata de rozamiento complementaria 335 permite obtener un conjunto que forma un trinquete, tal y como se explica por ejemplo en el marco de la figura 4. El cojinete 331 incluye excrescencias 334 sobre su base capaces de limitar los rozamientos con el soporte 304 durante sus rotaciones. De manera preferencial, en posición de reposo, el diente 330 de la viga de accionamiento 329 se apoya contra la rueda dentada 328 y, de esta forma, se pretensa. Dado que este tipo de sensor está destinado a detectar y contar las deformaciones de la estructura según la dirección X, el pretensado de la viga de accionamiento 329 permite compensar las deformaciones de la estructura según la dirección Y2.

40

45

50

[0107] Con un sensor de este tipo, una deformación de la estructura de acogida en la dirección X produce una deformación similar del soporte del sensor y, por lo tanto, un alejamiento (o una aproximación) de los ejes Y1 y Y2. Este alejamiento (o esta aproximación) produce un desplazamiento relativo de la primera parte del soporte con respecto a la segunda parte y, por lo tanto, un desplazamiento del diente 330 de la viga de accionamiento 329 unida a la primera parte 302 del soporte 301 con respecto a la rueda dentada 328, este desplazamiento produce un accionamiento de la rueda dentada 328 en el sentido indicado por la flecha. En el momento del retorno de la estructura de acogida a su posición inicial, debido a la presencia de la zapata 335 y de las formas de los dientes de la viga de accionamiento 329 y de la rueda dentada 328, el diente 330 de la viga de accionamiento 329 retrae la de la rueda dentada, quedando así esta última en la posición tomada al terminar la rotación en el sentido de la flecha, a lo que se debe la analogía con un trinquete.

55

60

[0108] En caso de que el material del soporte fuera diferente del de la estructura de acogida, la compensación de la temperatura se puede efectuar adaptando la longitud de la primera parte del soporte y/o de dicha parte intermedia de manera que el producto de la distancia que separa los dos ejes de encolado Y1, Y2 del sensor sobre la estructura de acogida por el coeficiente de dilatación del material constitutivo de la estructura de acogida

65

sea igual al producto de la distancia que separa dicho eje Y1 de encolado al diente de la viga de accionamiento por el coeficiente de dilatación térmico del soporte del sensor.

5 [0109] Además, al colocar varios sensores idénticos a alturas diferentes de la superficie lateral del parapeto, es posible discriminar los tipos de vehículo que pasan sobre el puente en función de su masa. A título de ejemplo, un primer sensor en la posición más baja podrá contar el paso de todos los vehículos cuya masa sea superior a 500 kg, un segundo sensor colocado en una posición intermedia podrá contar el paso de todos los vehículos de más de 3 toneladas y un tercer sensor situado todavía más alto solo contará el paso de los vehículos de más de 10 toneladas.

10 [0110] La figura 22 muestra una segunda variante de realización de la placa 314 en la que la primera y la segunda parte 321, 322 están unidas por un elemento intermedio elástico 340 en forma de U, donde dicha fina anchura de material 320 también ha sido suprimida. Este elemento intermedio 340 permite, por un lado, mantener el posicionamiento de dichas primera y segunda parte 321, 322 antes y durante su encolado sobre las partes respectivas 304 y 307 mientras que su elasticidad permite un desplazamiento relativo de dichas primera y segunda parte 321, 322 cuando la estructura sobre la cual se fija el sensor se somete a una sollicitación que produce una variación de distancia entre los puntos A y B del sensor, donde este desplazamiento produce una rotación de la rueda de recuento a través de la viga de accionamiento 329.

20 [0111] Los modos de realización previamente descritos presentan muchas ventajas con respecto al estado de la técnica. De este modo, el microsensor es totalmente pasivo, y es el propio evento (acción de un objeto capaz de doblar una estructura) el que proporciona la energía necesaria para activar las funciones de detección y recuento.

25 [0112] En el caso presente, el microsensor se pone en funcionamiento durante una duración que no se ve limitada por la vida útil de la fuente de energía. Habida cuenta de la naturaleza misma de los materiales utilizados, en este caso silicio, la esperanza de vida del sensor es en todos los casos muy superior a la de todos los sistemas de armas, incluidos los sistemas pasivos almacenados durante periodos muy largos.

30 [0113] En el presente caso, el carácter inerte del contador permite considerar aplicarlo sobre un sistema que funciona con seguridad pirotécnica, lo que proporciona un avance considerable con respecto a las capacidades actuales. Además, un microsensor según la invención es totalmente insensible a los campos electromagnéticos.

35 [0114] Además, la solución propuesta es muy sencilla de implementar y su funcionamiento muy fiable. Es independiente de una fuente de energía, discreta y con un bajo coste unitario.

40 [0115] Asimismo, cuando los medios de recuento tienen varias vigas capaces de accionar, sucesivamente, la rueda dentada según una misma dirección, estas vigas pueden estar dispuestas en el mismo lado de la rueda dentada como se ve en la figura 6 o, por ejemplo, en parte de un lado y en parte del otro sin que el funcionamiento del dispositivo se vea modificado. Asimismo, los dientes de dichas vigas se pueden colocar a la misma distancia los unos de los otros o a distancias diferentes respetando la fórmula de la distancia E proporcionada en la descripción.

45 [0116] Por añadidura, el diente de la viga antirretorno tal y como se muestra en la figura 10 se puede reemplazar por una zapata 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 de la zapata sobre la rueda la que le permite desempeñar su función. Esta fuerza de rozamiento se determina por el pretensado de la viga zapata. Limita, por un lado, una rotación excesiva debida a los efectos inerciales de la rueda de recuento en el sentido normal de rotación. Impide, por otro lado, una rotación de la rueda de recuento en el sentido contrario al sentido normal en el momento del retorno del diente de accionamiento, por poco superior que sea la fuerza de rozamiento de la zapata a la de la viga de accionamiento sobre la rueda.

50 [0117] Además, el mecanismo de subdivisión puede aplicarse en particular a la mejora de los rendimientos de un actuador o a la detección de una fuente energía cualquiera, por ejemplo, para la recuperación de energía perdida.

55 [0118] De este modo, el mecanismo de accionamiento por subdivisión puede extenderse a los actuadores que implican oscilaciones mecánicas de baja amplitud, lo que es el caso de los actuadores MEMS particularmente y los actuadores electrostáticos en particular.

60 [0119] De forma más general, cualquier oscilación mecánica de muy baja amplitud, sea cual sea su origen, por ejemplo mecánico, vibratorio o térmico, se puede transferir en modo paso a paso a una rueda dentada cuyo paso sea superior a la amplitud de la oscilación.

65 [0120] A título de ejemplo, las figuras 23 y 24 muestran dispositivos que utilizan un actuador electrostático antes del mecanismo de accionamiento por subdivisión.

[0121] El actuador 400 presentado en la figura 24 incluye:

• un conjunto móvil que comprende:

- 5 – un primer soporte 401 en forma de eje 401 retenido según una dirección OY mediante suspensiones elásticas dispuestas a la altura de su parte central 409 y de uno 410 de sus extremos 408, 410 unidos a un tercer soporte 403,
- 10 – electrodos 405 de forma anular fijados al eje 410 dispuestos perpendicularmente a este último y entre su parte central 409 y su extremo 410 y separados por un paso P1,
- 15 – tres vigas fijadas al otro extremo 408 del eje y dirigidas en dirección a los dientes 36 de una rueda dentada 35 y de tal manera que el extremo libre de estas vigas esté cada uno en contacto con un diente 36 y forme, con la superficie radial 43 de este diente 36, un ángulo preferiblemente agudo. Estas vigas se desplazan con respecto a los dientes de la rueda dentada de manera que formen un mecanismo de subdivisión,

• un conjunto fijo que comprende:

- 20 – un cuarto soporte tubular 406
- electrodos fijos 407 de forma anular y dispuestos de forma perpendicular al eje del cuarto soporte 406, separados por un paso P1 y de manera que su diámetro interno sea superior al del eje 401 del conjunto móvil,

• una alimentación eléctrica no representada conectada a dichos electrodos fijos y móviles y medios de control de dicha alimentación.

[0122] El funcionamiento de este actuador es el siguiente:

cuando la alimentación proporciona electricidad, el conjunto móvil se desplace con respecto al conjunto fijo, en este caso, se aproxima a este último en una distancia ( $\Delta$ ). Esta aproximación produce entonces un movimiento relativo entre el primer y el segundo soporte que está él mismo fijo. En el momento de esta aproximación, una de las vigas, en contacto con una cara radial 453 de un diente 36 acciona la rueda sobre una distancia equivalente a ( $\Delta$ ), donde esta distancia es inferior al paso de los dientes de la rueda dentada 35. Cuando la alimentación eléctrica se suprime, el conjunto móvil retoma su posición inicial debido a la presencia de las suspensiones elásticas mientras que el medio de acomodación elástico constituido por la superficie periférica interna 38 de la rueda dentada 35 y el extremo de dichas láminas 39 impiden el retorno de la rueda dentada 35 a su posición inicial.

[0123] La figura 24 muestra una variante de realización del actuador según la figura 23, en la que:

• Un conjunto móvil comprende:

- 40 – Un primer soporte móvil 420 en forma de U se mantiene en suspensión según una dirección OY mediante suspensiones elásticas 421 dispuestas en los extremos de una 422 de las ramificaciones 422, 423 de la U y donde cada una está fijada a un tercer soporte 424.
- 45 – Dos conjuntos 425 de electrodos 426 en forma de placas espaciadas de forma regular y dispuestas perpendicularmente a una placa 427, ella misma fijada perpendicularmente a dicha ramificación 422 de la U.
- 50 – Tres vigas 404 fijadas a un extremo 428 de la otra ramificación 423 y dirigidas en dirección a los dientes 36 de una rueda dentada 35 y de tal manera que el extremo libre de estas vigas esté cada uno en contacto con un diente 36 y forme, con la superficie radial 43 de este diente 36, un ángulo preferiblemente agudo. Estas vigas se desplazan con respecto a los dientes de la rueda dentada de manera que formen un mecanismo de subdivisión mientras que la rueda dentada se posiciona alrededor de un eje 34 unido a un segundo soporte 33.

• Un conjunto fijo que comprende:

- 55 – Un cuarto soporte fijo 429 sobre el que están fijados dos conjuntos 430 de electrodos 431 en forma de placas espaciadas regularmente y dispuestas perpendicularmente a una placa 432, ella misma fijada perpendicularmente a dicho cuarto soporte 429. Los dos conjuntos 425 de electrodos 426 del conjunto móvil y los dos conjuntos 430 de electrodos 431 del conjunto fijo forman dos conjuntos 433 de electrodos interdigitados.

• Una alimentación eléctrica no representada conectada a dichos electrodos fijos y móviles y medios de control de esta alimentación.

65

[0124] El funcionamiento de este actuador es similar al de la figura 23.

[0125] En las dos variantes de realización presentadas en las figuras 23 y 24, la amplitud de la oscilación del actuador ( $\Delta$ ) es inferior al paso de la rueda dentada ( $P$ ).

[0126] El movimiento paso a paso de la rueda dentada se lleva a cabo por incrementos de valor  $\Delta$  inferiores, incluso ampliamente inferiores según el valor del "factor de subdivisión" al paso de la rueda dentada.

[0127] En este contexto, el mecanismo de subdivisión proporciona las ventajas siguientes:

- En primer lugar, la subdivisión de paso permite alcanzar una resolución de posicionamiento excepcional. En efecto, la resolución de posicionamiento únicamente se ve limitada por la amplitud del oscilador y se encuentra descorrelacionada del valor del paso de la rueda dentada y, por lo tanto, en general, de la definición de los motivos mecánicos realizables con las tecnologías del estado de la técnica.
- El mecanismo de subdivisión permite explotar amplitudes de muy baja amplitud (por ejemplo vibraciones mecánicas, dilataciones térmicas de muy baja amplitud, etc.).
- Dado que unas amplitudes muy bajas se vuelven explotables, se vuelve posible, en el caso de los actuadores electrostáticos MEMS, utilizar entrehierros de valor muy bajo (normalmente del orden de un micrómetro).
- Dado que los entrehierros se vuelven explotables hasta valores tan bajos como el micrómetro, es posible entonces utilizar, particularmente, los actuadores electrostáticos denominados de electrodo normales o de placas paralelas. El interés de estos actuadores consiste en que implican una presión electrostática tanto más intensa cuanto más reducido es el entrehierro.
- Esto tiene como resultado que las fuerzas útiles comunicadas a la rueda dentada son tanto más intensas cuanto más reducido es el entrehierro.
- Asimismo, esto tiene como resultado que la potencia mecánica útil del dispositivo alcanza unos niveles sin comparación con los valores del estado de la técnica en el campo de las tecnologías MEMS.

[0128] El mecanismo de subdivisión permite por lo tanto, en el caso particular de los actuadores electrostáticos MEMS, el uso de los actuadores de interacción de campos eléctricos de placas paralelas en modo paso a paso y sin limitación de carrera útil.

[0129] Actualmente, únicamente el principio de subdivisión de paso permite explotar las oscilaciones de tan baja amplitud.

[0130] De este modo, el mecanismo de subdivisión se puede aplicar a la banalización de las tecnologías utilizadas para la fabricación de la rueda dentada que hace oficio de interfaz entre el actuador y el producto de acogida.

[0131] Las variantes de realización previamente descritas tenían por objetivo reducir a su mínimo indispensable la amplitud detectada, particularmente en el caso de un actuador electrostático, con el objetivo de mejorar su rendimiento en cuestión de fuerza, par o potencia mecánica útil.

[0132] Además, el mecanismo de subdivisión también puede explotarse en el marco de un enfoque dual diametralmente opuesto al que se ha descrito previamente.

[0133] Así, antes que mejorar el rendimiento de un actuador reduciendo, por ejemplo, su entrehierro, se puede conservar un entrehierro tradicional, normalmente de 10 micrómetros o algunas decenas de micrómetros, pero se utiliza una rueda dentada que presenta un paso superior a la amplitud detectada.

[0134] Fundamentalmente, la invención es estrictamente la misma que la que se ha descrito previamente, pero esta difiere sustancialmente, en la práctica, por la siguiente razón: cuando se utiliza un actuador electrostático MEMS, es extremadamente difícil poner en práctica amplitudes superiores a algunas decenas de micrómetros, normalmente 30 micrómetros. Sin subdivisión, el paso de la rueda dentada debe, por lo tanto, corresponder aproximadamente al mismo valor (es decir, 30 micrómetros en el caso presente). No obstante, 30 micrómetros es un límite alto para la amplitud del actuador y un límite bajo para la estructuración del paso de la rueda dentada.

[0135] Por lo tanto, el mecanismo de subdivisión puede utilizarse para dilatar el paso de la rueda dentada manteniendo la amplitud del actuador en un valor estándar. Por ejemplo, con un factor de subdivisión de 5 y una amplitud de 30 micrómetros, se obtiene un paso de rueda de 150 micrómetros, fácilmente realizable mediante tecnologías convencionales a bajo coste (inyección de plástico, tallado, etc.).

[0136] La capacidad de aumentar el paso de la rueda dentada o cremallera puede, por lo tanto, permitir descender considerablemente el coste de producción de la rueda dentada que hace oficio de interfaz entre el actuador MEMS y el producto de acogida (ejemplo: el reloj de cuarzo, etc.).

5 [0137] La figura 25 que muestra otra aplicación de un dispositivo según la invención con el objetivo de recuperar energía generada mediante oscilaciones de muy baja amplitud de un material 450.

10 [0138] Este dispositivo incluye un primer soporte longitudinal 451, fijado en uno, 452, de sus extremos 452, 455, al material 450 y mantenido según una dirección OY mediante suspensiones elásticas 453 dispuestas a la altura de su parte central 454 y de su extremo 452 y unidas a un tercer soporte 454. Tres vigas 404 están fijadas a la altura del segundo extremo 455 del primer soporte longitudinal 451 y dirigidas en dirección a los dientes 456 de un muelle de barrilete 457 cuyo extremo central 458 está fijado sobre un eje 459 él mismo unido a un segundo soporte 461. Además, un dispositivo antirretorno 460 de diente, tal como, por ejemplo, el de la figura 4, se asocia a la dentadura de muelle de barrilete.

15 [0139] En funcionamiento, cualquier movimiento del material, 450, según la dirección OX produce un desplazamiento entre el primer soporte 451 y, por tanto, de las vigas según esta misma dirección y produce, de este modo, un movimiento relativo entre el primer y el segundo soporte. Una de dichas vigas acciona entonces el diente contra el que reposa en la dirección indicada mientras que cuando el material vuelve a su posición original, el primer soporte y, por consiguiente, las vigas asociadas vuelven en su posición original mientras que el dispositivo antirretorno retiene el muelle de barrilete en su nueva posición.

20 [0140] La energía acumulada de este modo por el muelle de barrilete tras múltiples oscilaciones del material 450 puede a continuación ser utilizada, por ejemplo, para accionar un segundo material.

25

REIVINDICACIONES

5 1. Dispositivo de transmisión, a un primer elemento móvil (35) que comprende dientes (36), de un movimiento  
 relativo entre un segundo y un tercer elemento (32, 33) de un sistema capaces de desplazarse o de ser  
 desplazados el uno con respecto al otro bajo el efecto de una tensión, donde el primer elemento móvil (35) está  
 dispuesto sobre uno de dichos segundo y tercer elemento (32, 33), donde este dispositivo comprende varias  
 10 vigas de accionamiento (40) capaces de accionar sucesivamente el primer elemento móvil (35) y que están, por  
 una parte, unidas al otro de dichos segundo y tercer elemento (32, 33) y, por otra parte, que comprenden cada  
 una un diente en uno de sus extremos capaz de constituir un engranaje con un diente de dicho primer elemento  
 móvil (35), dispositivo **caracterizado por el hecho de que** dichas varias vigas de accionamiento (40) están  
 unidas al otro de dichos segundo y tercer elemento (32, 33) de manera que se desplacen conjuntamente con  
 este último y en la misma dirección con respecto a los dientes (36) del elemento móvil, donde el dispositivo  
 comprende m vigas de accionamiento que comprenden, eventualmente, cada una un diente en su extremo libre  
 15 y la distancia E entre dos extremos libres o, en su caso, entre dos dientes de dos dientes sucesivos es igual a:

$$E = l_1 \cdot P + l_2 \cdot P / m$$

con

20 m es el número de viga, P es el paso de los dientes (36) del primer elemento móvil,  
 l<sub>1</sub> e l<sub>2</sub> son números enteros naturales y:

$$l_2 \neq 0 \text{ e } l_1 \neq 0 \text{ si } l_2 \leq m$$

$$l_2 \neq m \text{ e } l_2 \neq k \cdot m \text{ con } k \text{ entero natural superior a } 1.$$

25 2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** el elemento móvil (35) incluye una  
 rueda dentada.

30 3. Dispositivo según la reivindicación 2, **caracterizado por el hecho de que** al menos una de las vigas de  
 accionamiento (40) incluye un diente (41) en uno de sus extremos, donde este diente constituye un engranaje  
 con el de la rueda dentada (35).

35 4. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** el elemento móvil incluye una  
 cremallera.

5. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** el elemento móvil incluye un muelle  
 de barrilete.

40 6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por el hecho de que** dichos  
 segundo y tercer elemento están constituidos por las primeras y segundas partes de un soporte.

7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por el hecho de que** dicho segundo  
 y tercer elemento constituyen un primer y un segundo soporte.

45 8. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por el hecho de que** un dispositivo  
 antirretorno está asociado al primer elemento móvil.

50 9. Uso de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en un sensor pasivo y reversible de ciclos  
 de temperaturas o de tensiones mecánicas sufridas por una estructura, donde este sensor comprende medios de  
 detección y de recuento.

10. Uso de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en un actuador eléctrico.

55 11. Uso de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en un dispositivo recuperador de  
 energía capaz de estar fijado sobre un material que es él mismo capaz de oscilar.

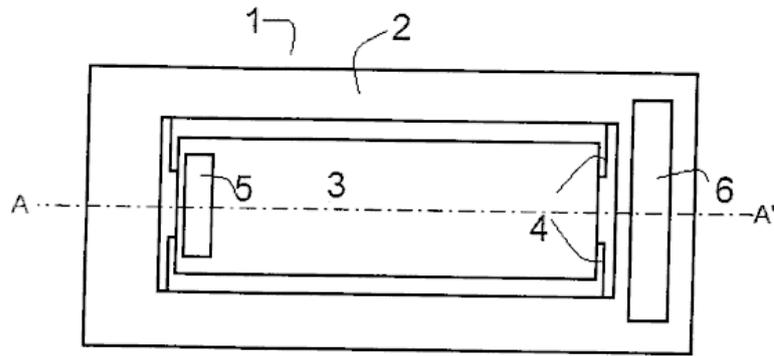


Fig.1

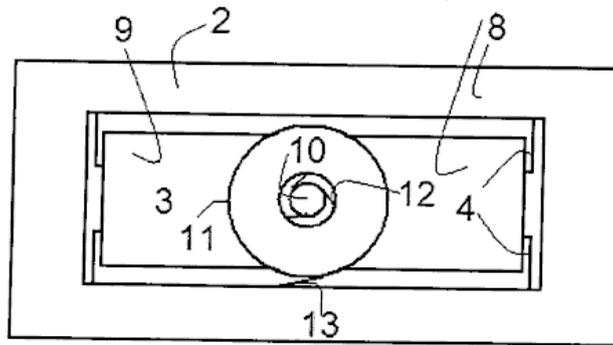


Fig.2

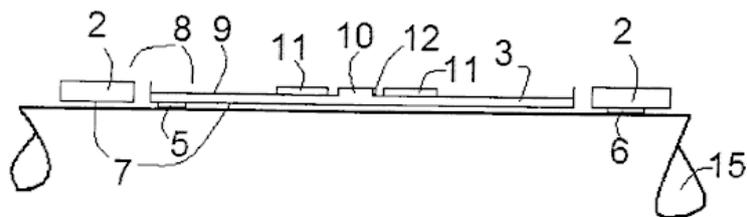


Fig.3

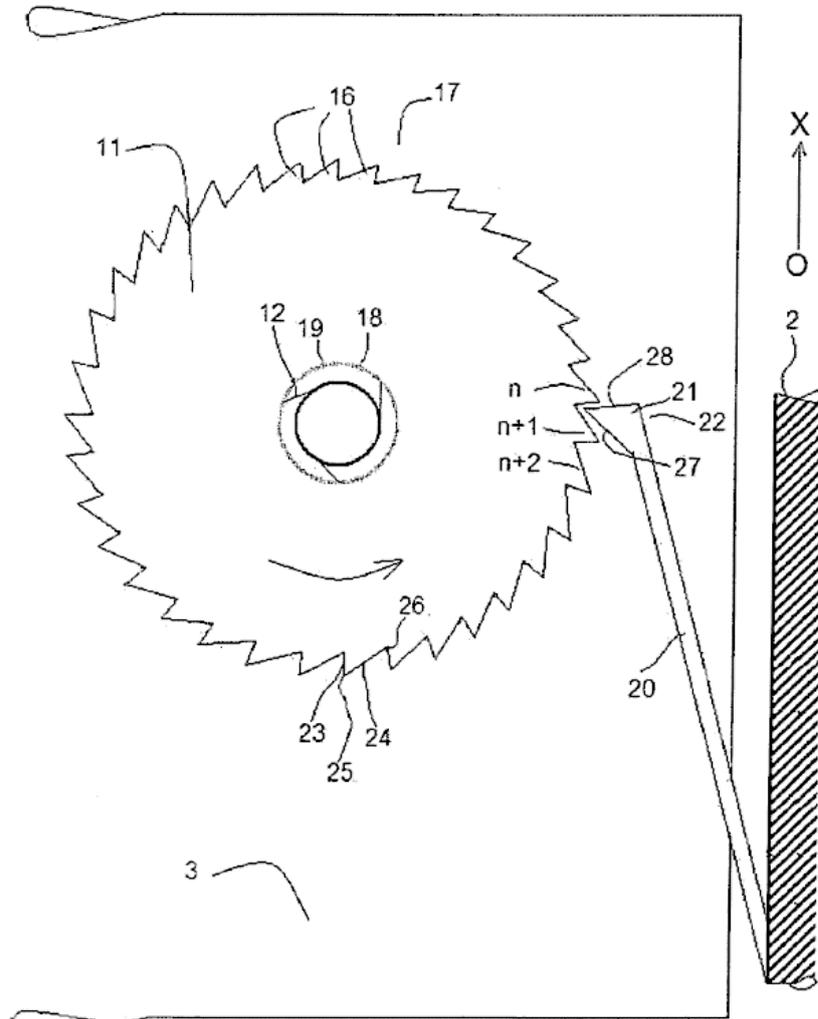
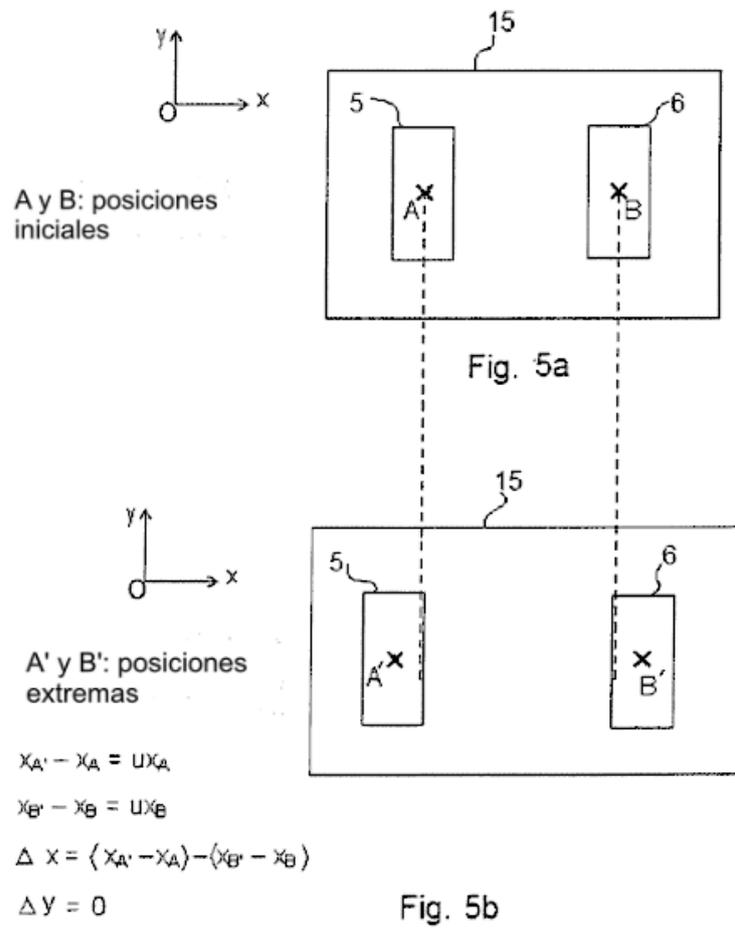


Fig.4



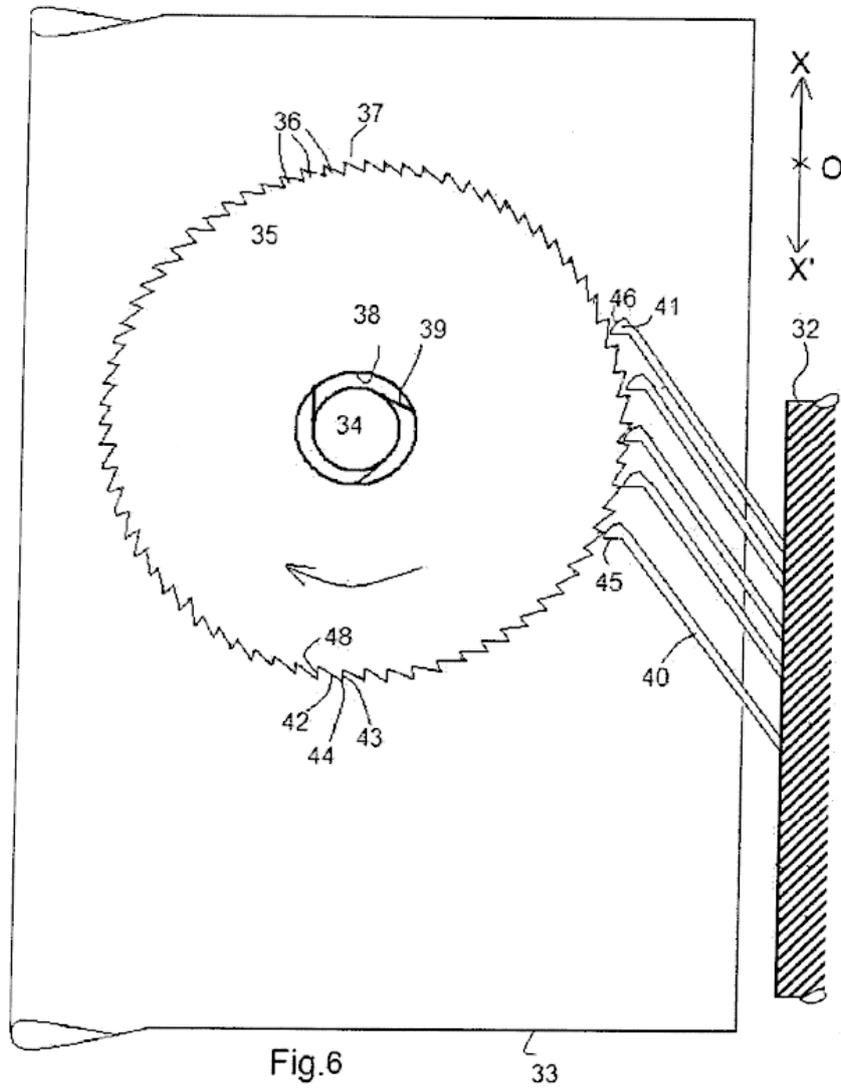


Fig.6

33

Sensor de eventos sin fuente de energía

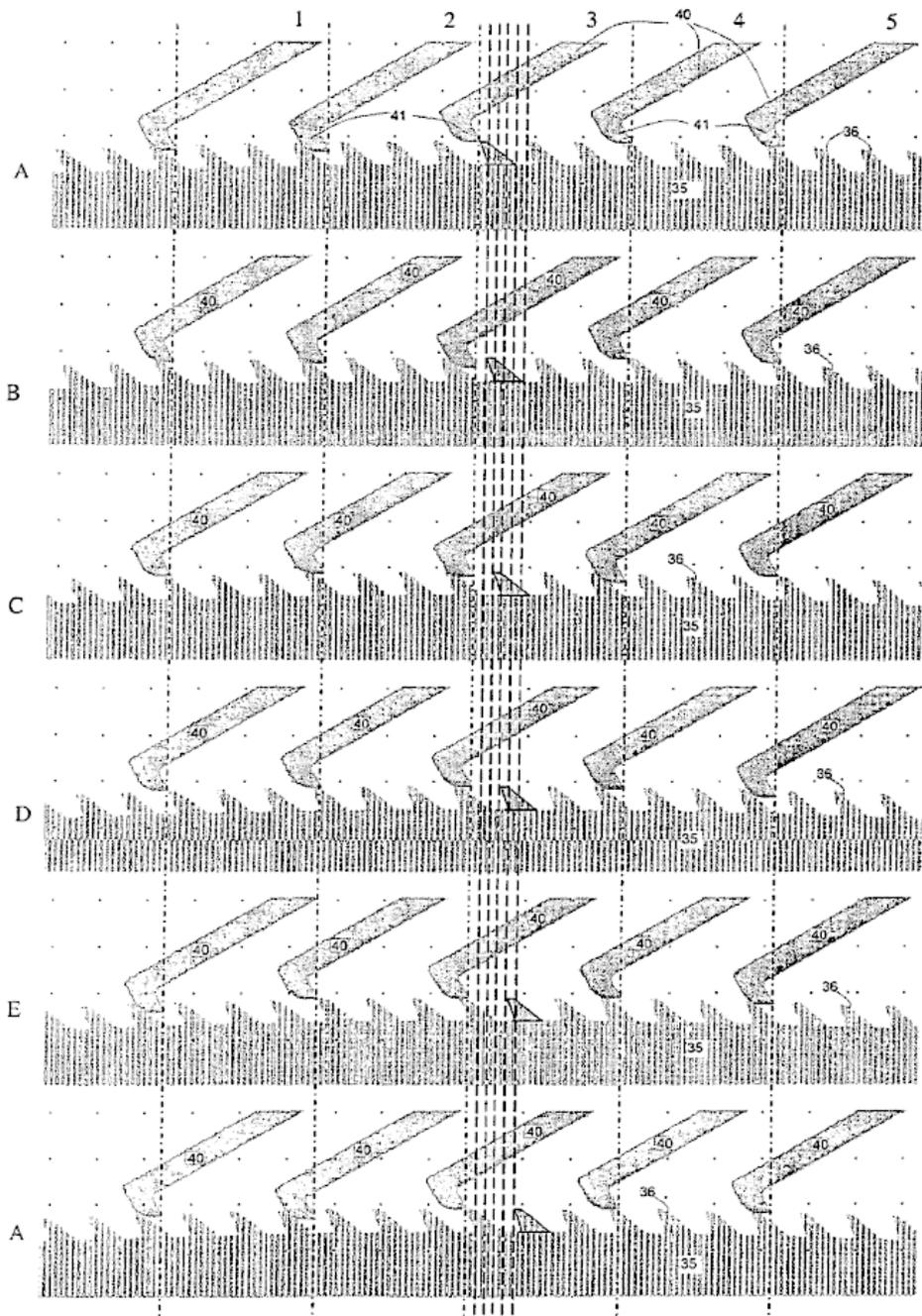


Fig. 7

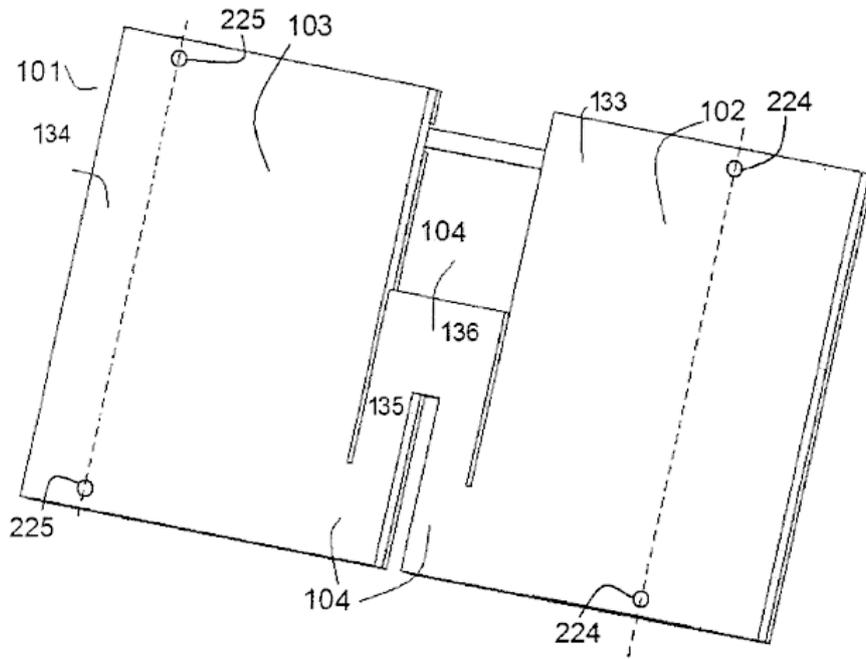


Fig. 8

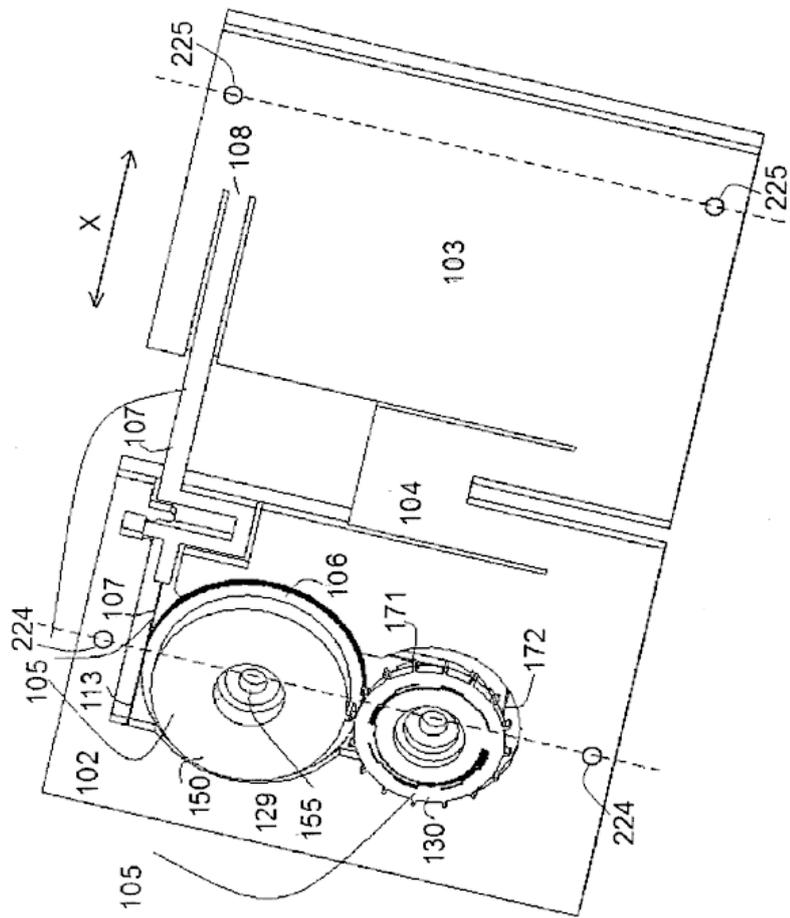


Fig. 9

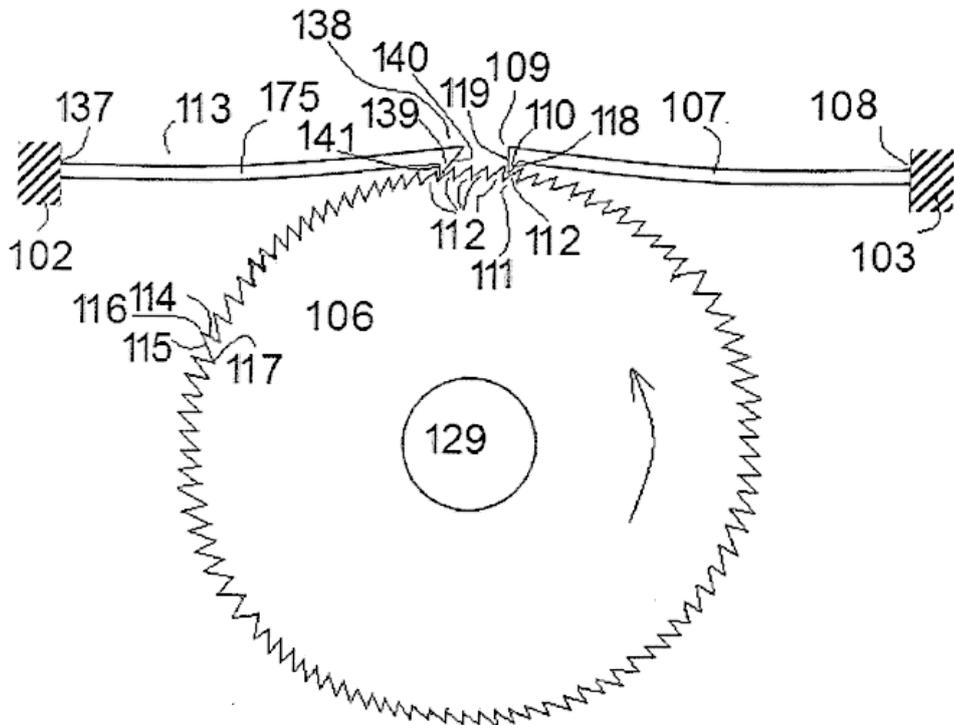


Fig. 10

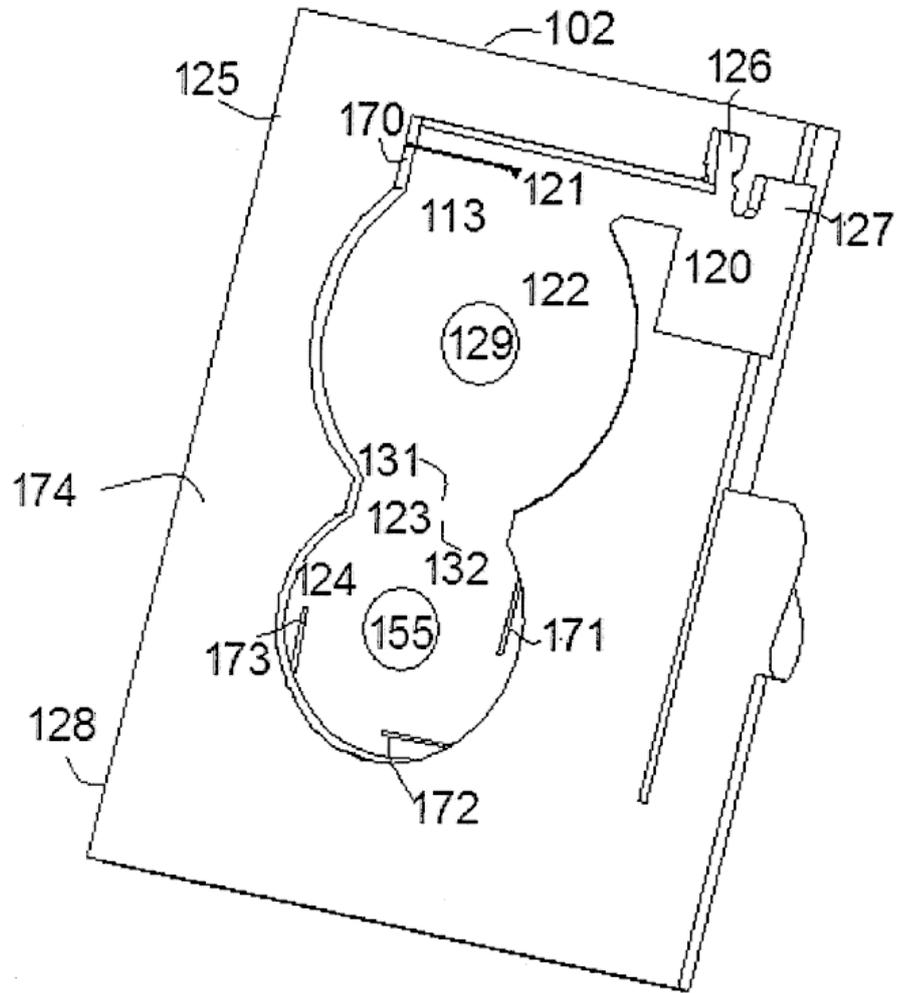


Fig. 11

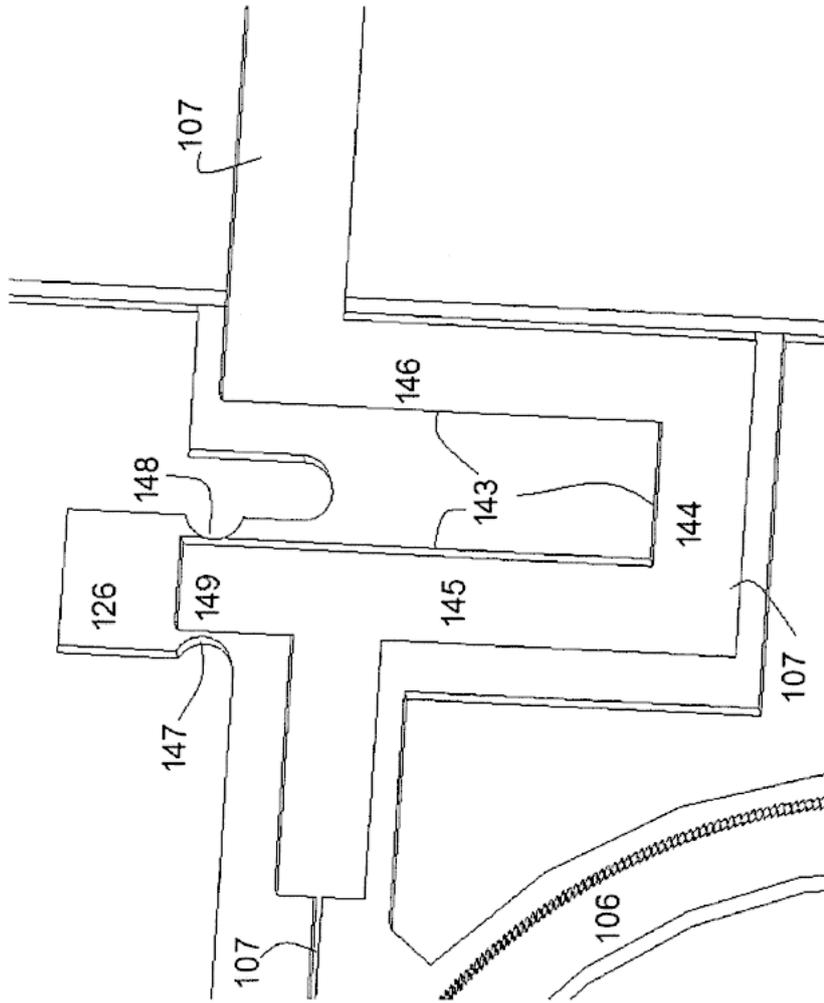


Fig. 12

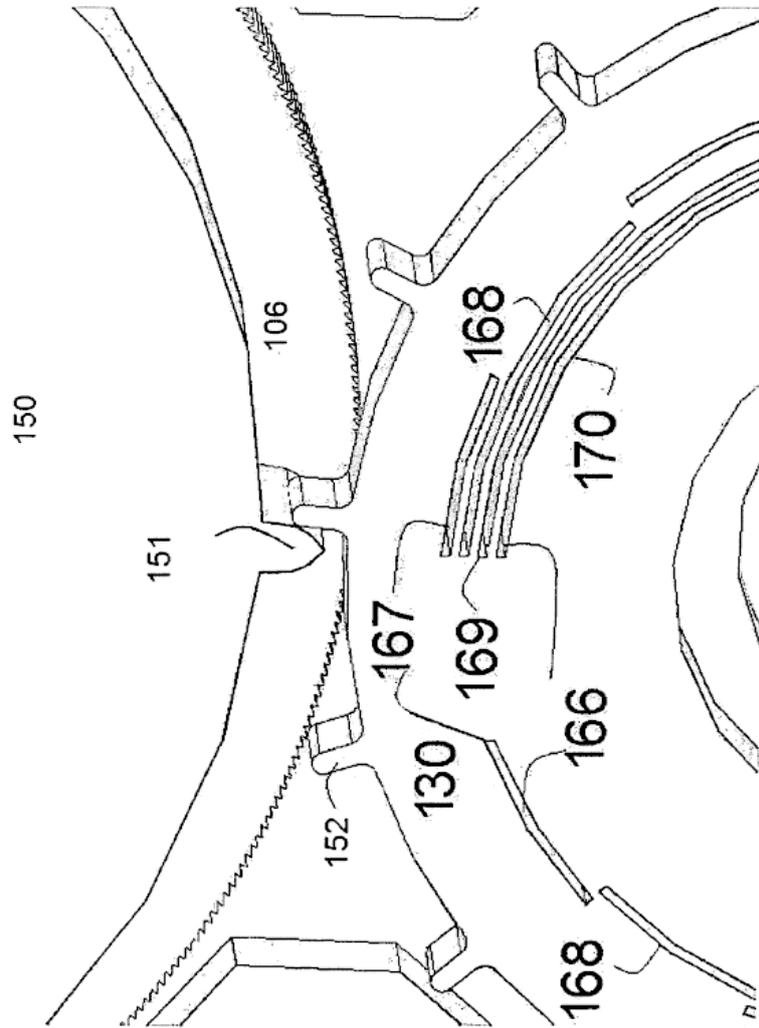


Fig. 13

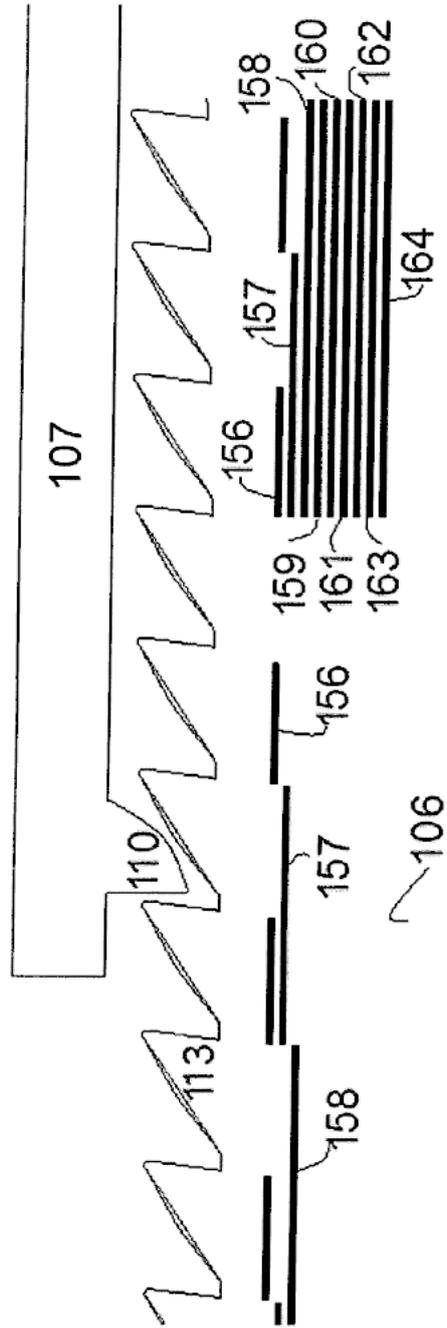


Fig. 14

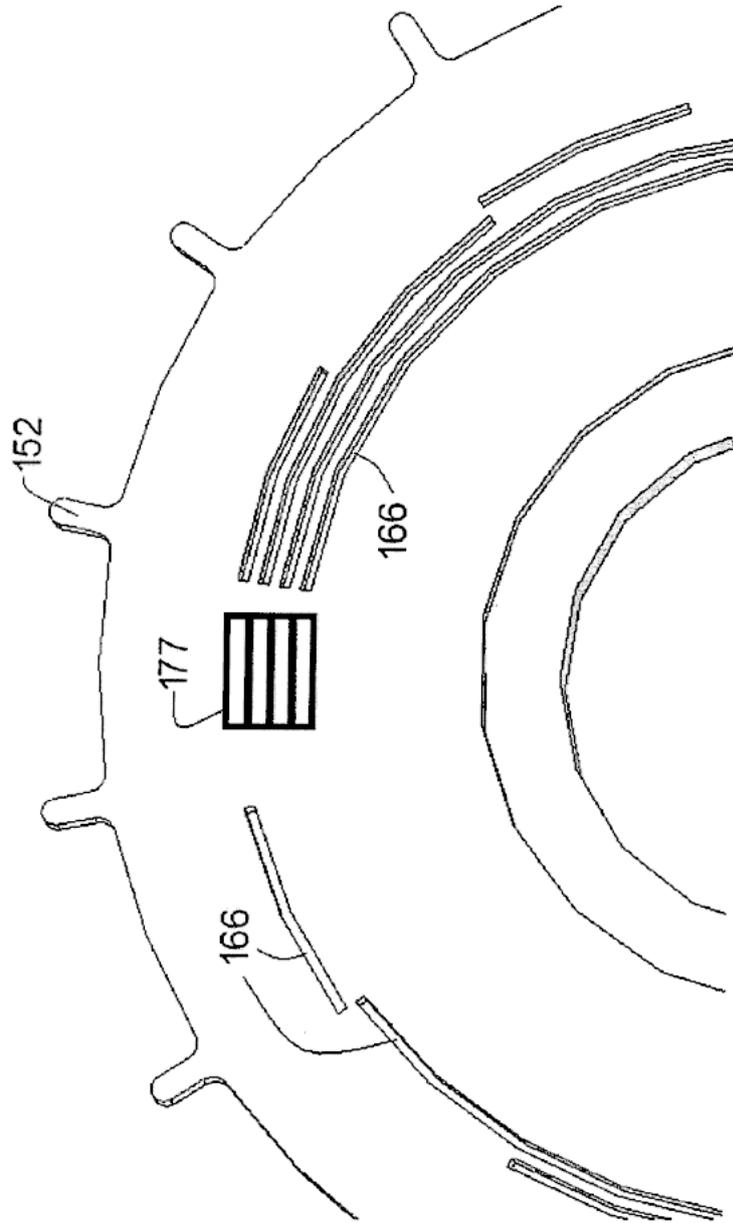


Fig. 15a

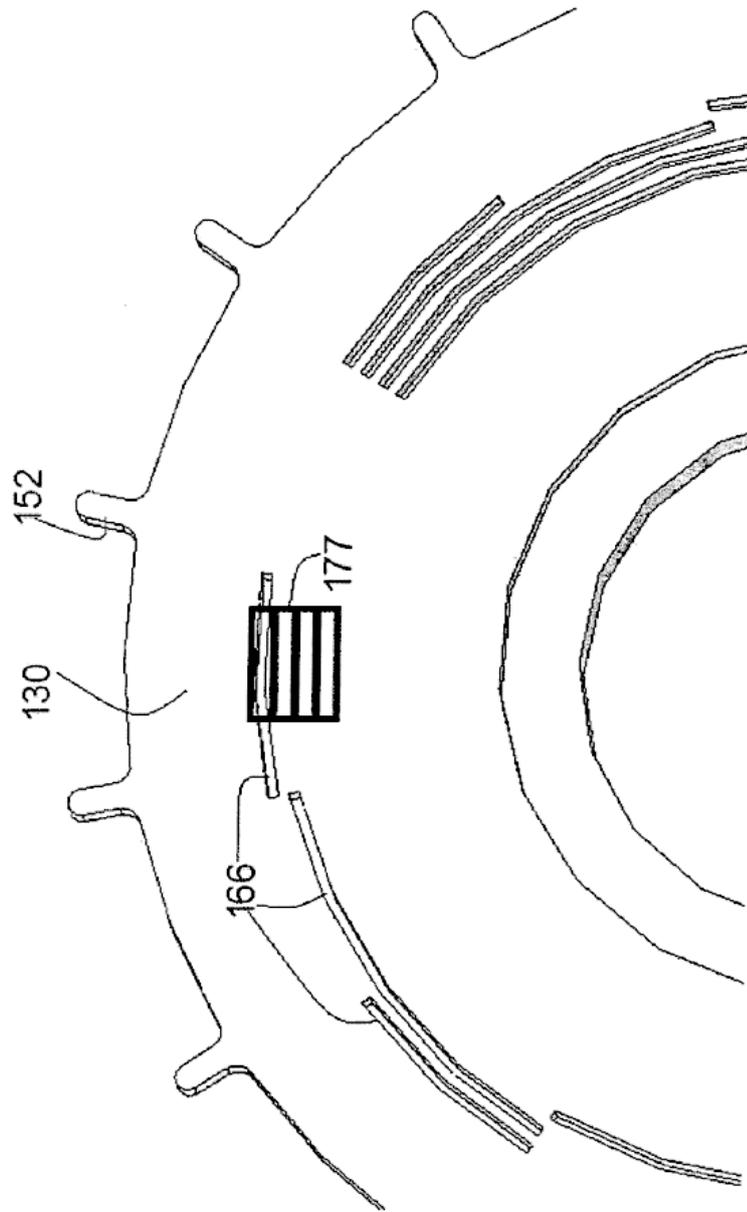


Fig 15b

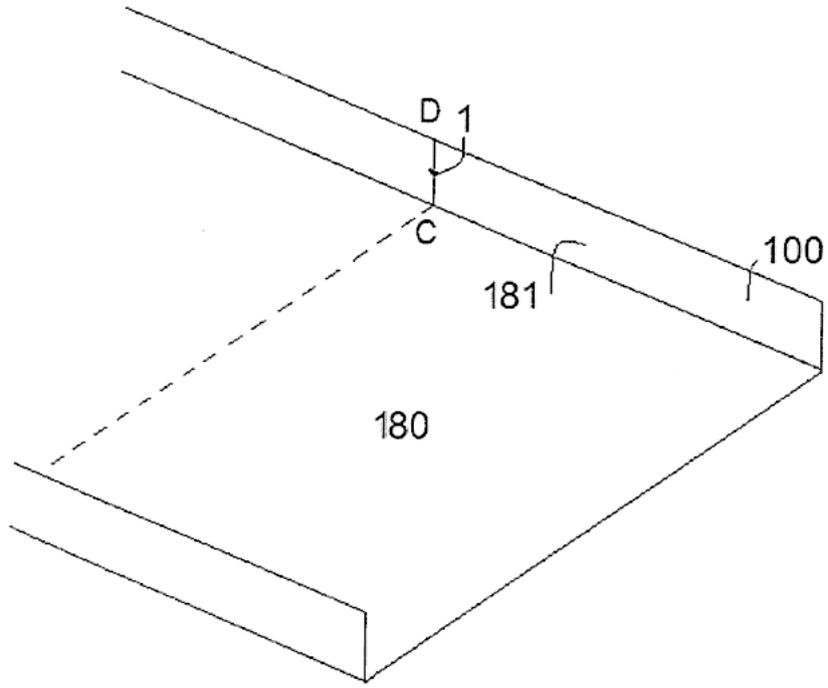


Fig. 16

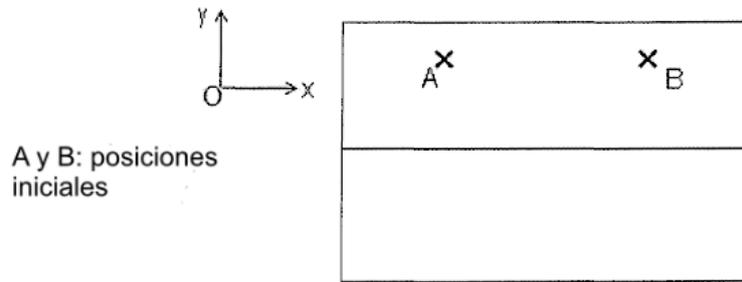


Fig. 17a

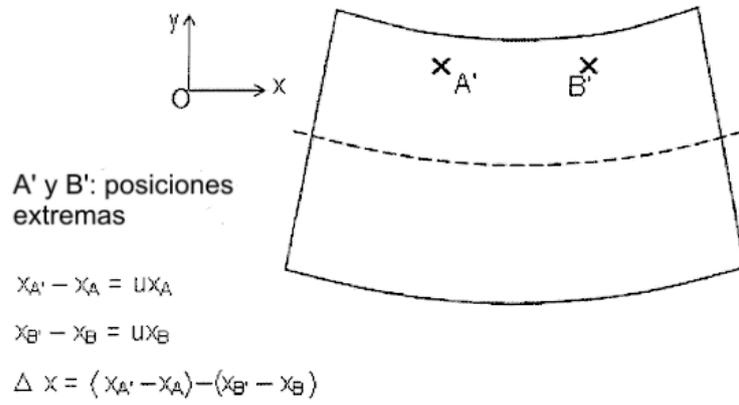
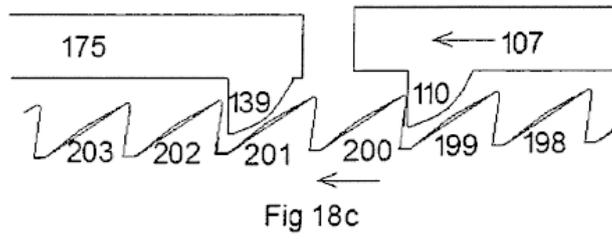
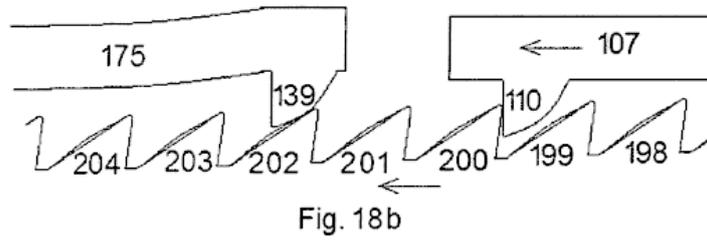
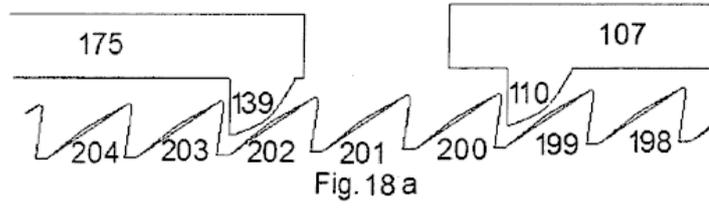


Fig. 17b



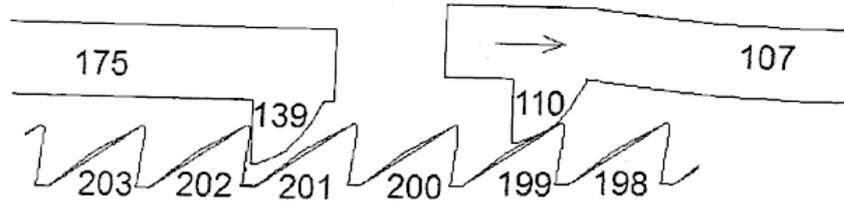


Fig. 18d

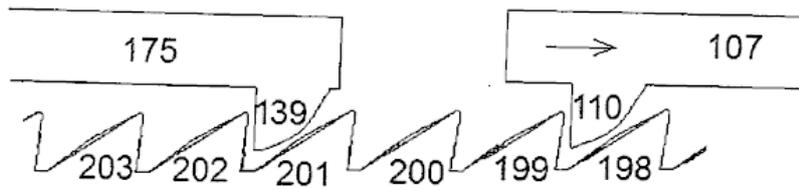


Fig. 18e

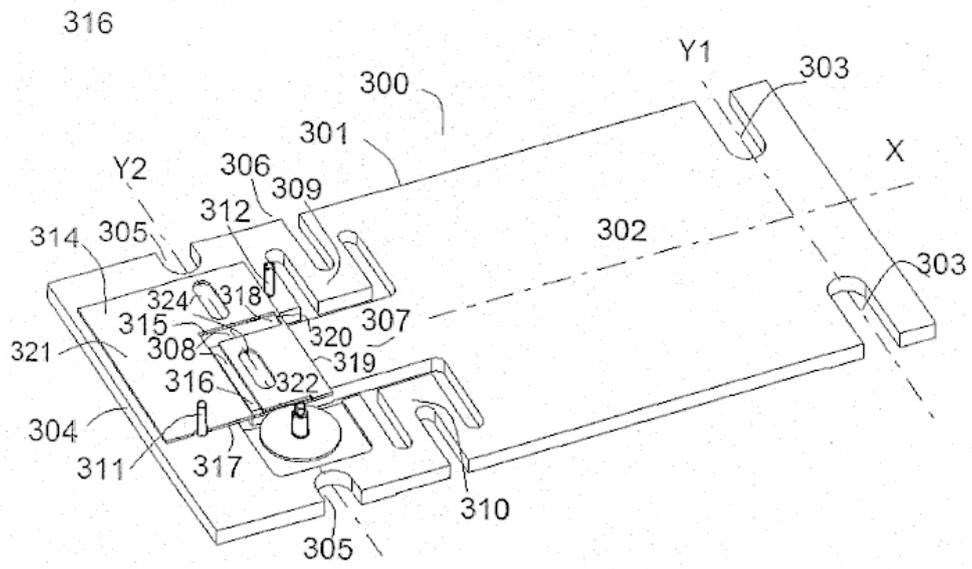


Fig. 19

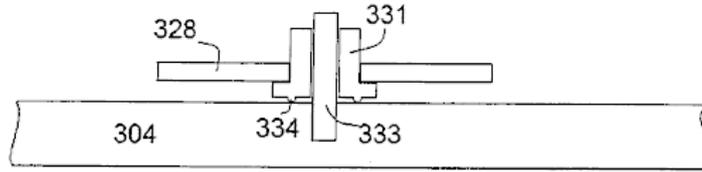


Fig. 20

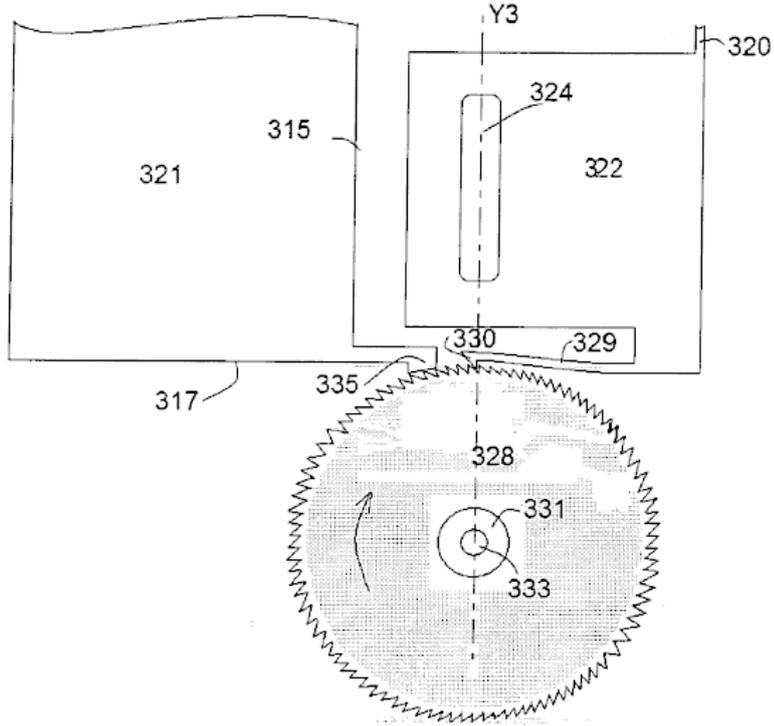
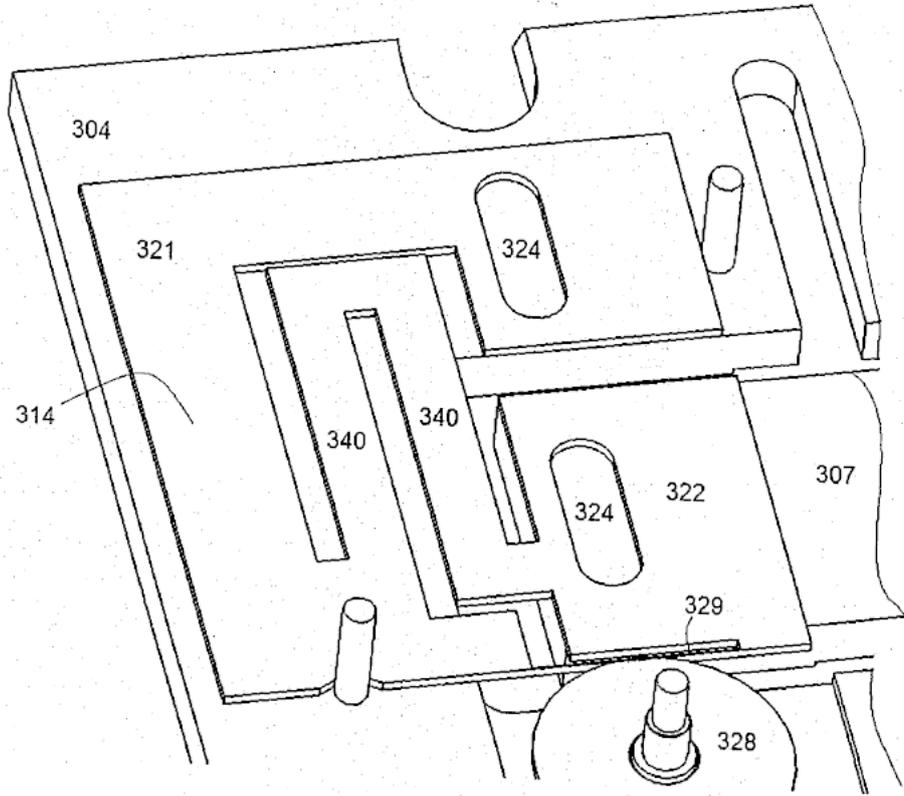
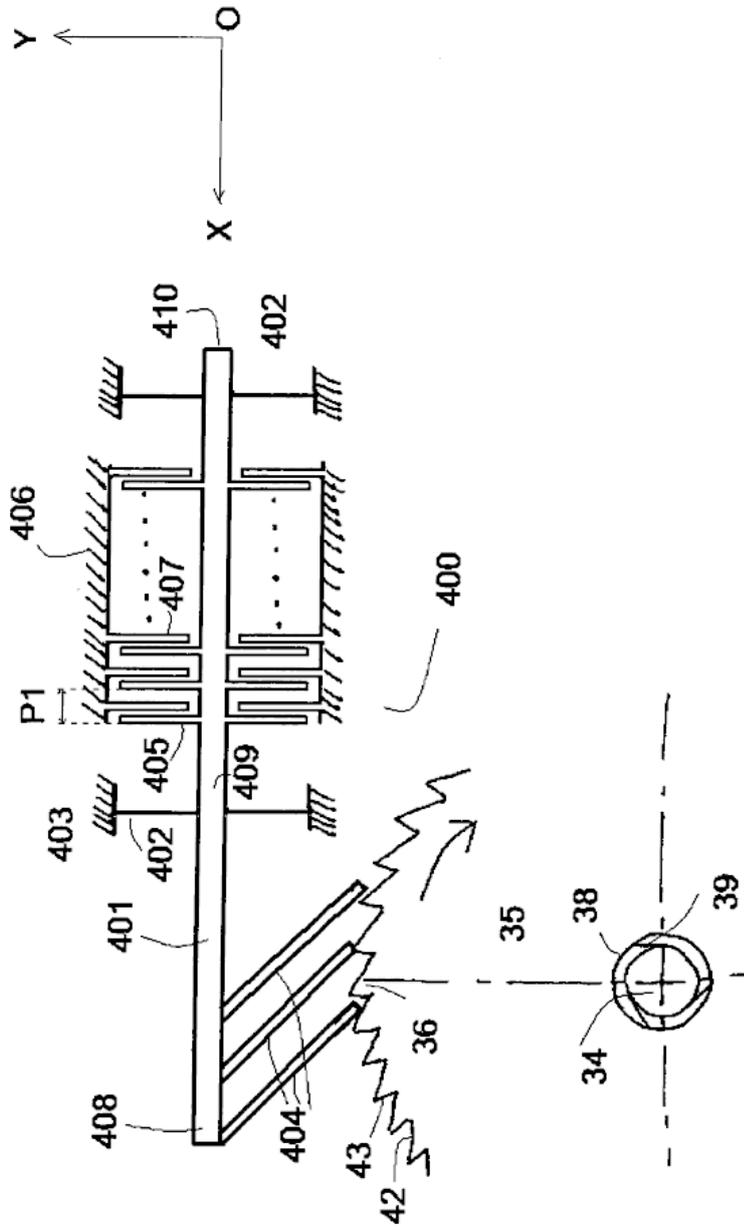


Fig 21





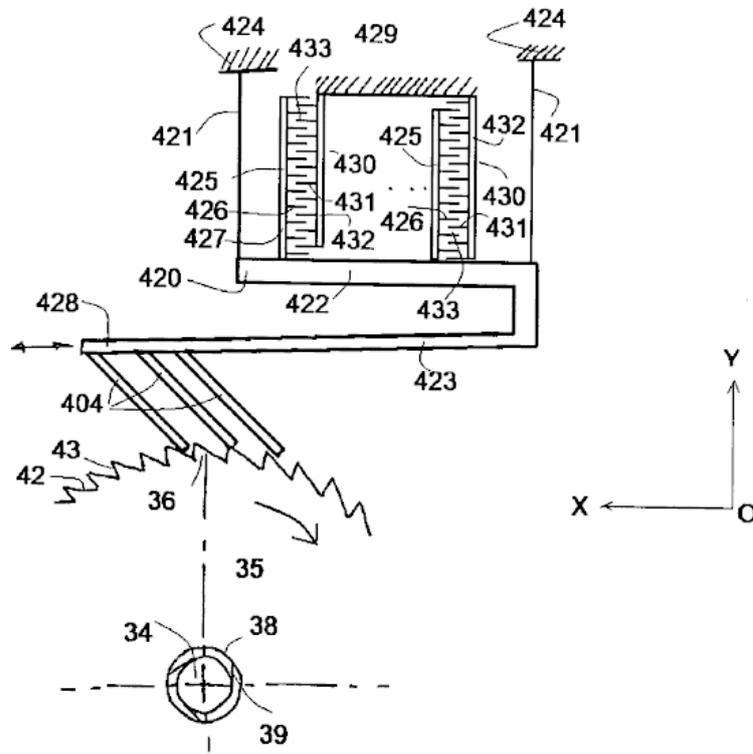


FIG. 24

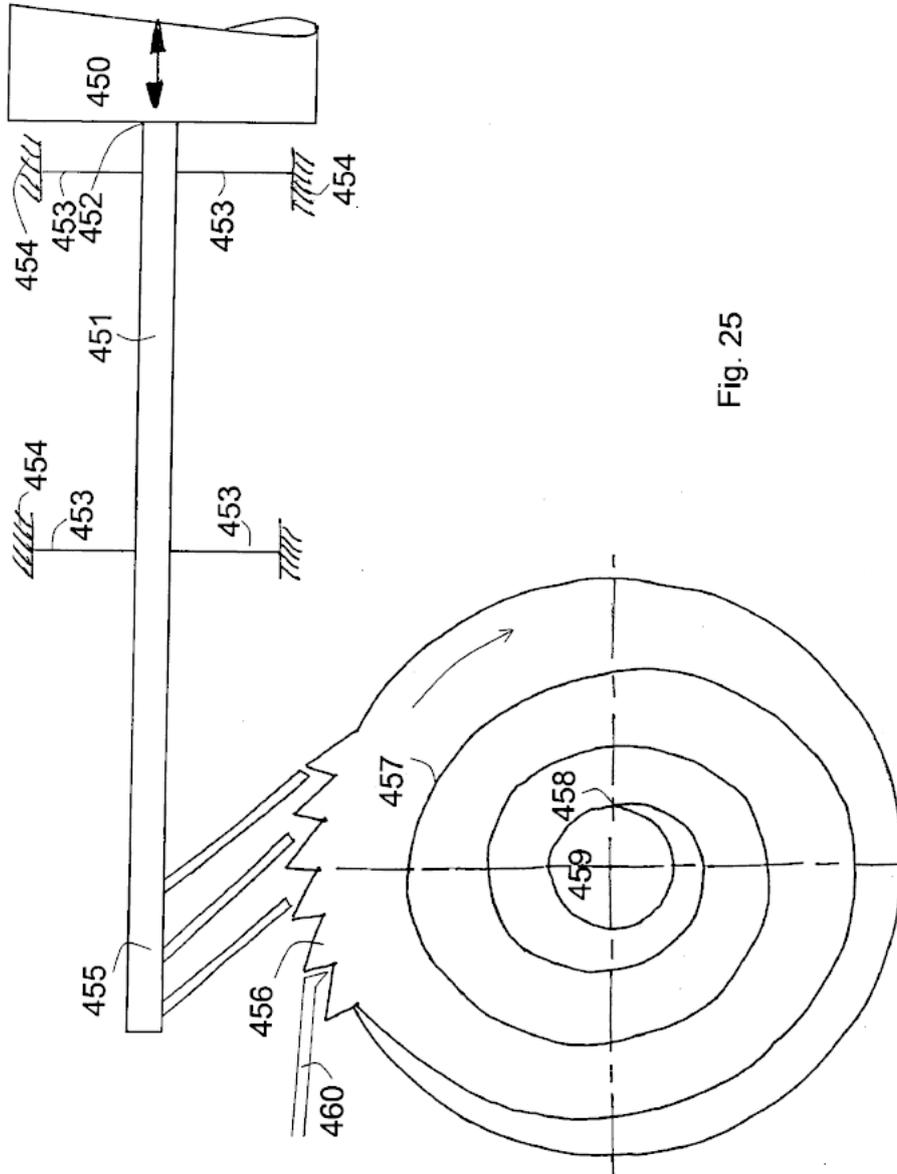


Fig. 25