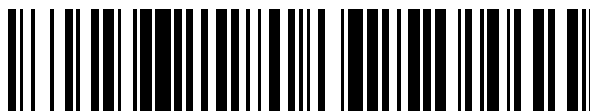


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 634**

51 Int. Cl.:

**G01B 5/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.04.2012 PCT/FR2012/000155**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.10.2012 WO12143627**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2012 E 12724658 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019 EP 2705330**

54 Título: **Sensor de deformaciones pasivo y reversible**

30 Prioridad:

**22.04.2011 FR 1101274**

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

**24.06.2019**

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  
WALTER, VINCENT**

74 Agente/Representante:

**TOMAS GIL, Tesifonte Enrique**

ES 2 717 634 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**

Sensor de deformaciones pasivo y reversible

5 [0001] La presente invención se refiere al campo de los microsensores y, más particularmente, tiene por objeto 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, que generan un nivel de tensión conocida en la estructura.

10 [0002] A este respecto, se conoce la patente US5452335 que presenta varios ejemplos de sensor de ciclos de temperatura entre los que se encuentran, por un lado, un primer ejemplo presentado en las figuras 1 y 2 y la columna 4, de sensor pasivo capaz de detectar y contar los ciclos de temperatura con respecto a un umbral de temperatura predefinido y, por otro lado, un segundo ejemplo presentado en las columnas 10 y 11 con respecto a las figuras 10 a 12, y que se refiere a un sensor electrónico de detección y de recuento de ciclos de temperatura con respecto a dos umbrales de temperatura, donde este sensor comprende una alimentación eléctrica y un microprocesador preprogramado.

15 [0003] En el campo de las infraestructuras de carreteras, como por ejemplo un puente, es importante conocer el número de vehículos que lo han cruzado para determinar la evolución estructural.

20 [0004] A este respecto, se conoce la patente FR2875324 que describe un contador de paso de vehículos que comprende principalmente un micrófono dispuesto en una cavidad acústica y conectado a unos medios de tratamiento de las señales emitidas por el micrófono. La señal característica de un vehículo de motor se detecta de esta forma por dicho dispositivo.

25 [0005] También se conocen otros dispositivos que funcionan con ayuda de ultrasonidos, sensores de presión o sensores de imágenes y a los que se asocian unos medios de tratamiento.

30 [0006] Estos dispositivos, al igual que el segundo ejemplo mencionado previamente, presentan varios inconvenientes: El primero de ellos se refiere a su vida útil: esta se limita, como máximo, a la vida útil de los medios de alimentación, a saber, pilas, es decir, aproximadamente uno o dos años. El segundo de entre ellos se refiere a la imposibilidad de utilizarlos con una seguridad pirotécnica completa. En efecto, la presencia de una diferencia de potencial, y por lo tanto de una corriente eléctrica, genera un riesgo de formación de chispas o de un cortocircuito, lo que puede provocar un incendio o incluso una explosión en presencia de materiales detonantes.

35 [0007] El tercero de ellos se refiere a su sensibilidad a los campos magnéticos a causa, particularmente, de la generación de corrientes inducidas en los circuitos eléctricos y del deterioro de los componentes electrónicos resultante. Además, en la mayoría de los casos, estos sensores y los medios de tratamiento correspondientes son de gran tamaño, normalmente de varias decenas de centímetros, lo que los hace muy visibles y explica que sean objeto de actos de vandalismo.

40 [0008] Para resolver estos inconvenientes, la solicitud de patente EP1998145 describe un microsensor pasivo y reversible de recuento del número de ciclos de solicitaciones experimentados por una estructura que puede, por ejemplo, corresponder al número de ciclos de temperatura, de solicitaciones mecánicas en tracción, compresión y/o flexión generadas, por ejemplo, por el paso de móviles sobre esta estructura cuyo tamaño no excede, ventajosamente, los 5 cm en su mayor tamaño, y preferiblemente 2 cm, y que presenta una vida útil casi ilimitada, que se puede utilizar con seguridad pirotécnica, que no presenta ninguna sensibilidad a los campos electromagnéticos y que permite un recuento sin error de este número de ciclos o de pasos.

45 [0009] 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.

[0010] Por medios pasivos, hay que comprender unos medios que funcionan sin fuente de energía, contrariamente a los medios, denominados activos, utilizados en las solicitudes de patentes

anteriormente mencionadas y que se sirven de una fuente de energía, a saber, una alimentación eléctrica.

5 [0011] Este microsensor incluye unos medios de detección y de recuento de los ciclos de variaciones de distancia entre dos puntos o zonas de una estructura, estos medios comprenden un soporte que tiene una primera y una segunda parte cada una con una zona de anclaje, donde estas zonas de anclaje son capaces de estar fijadas respectivamente a uno y al otro de dichos dos puntos o zonas de la estructura y que están constituidas mediante salientes, muescas y/o escariados y que tienen dimensiones más bajas que aquellas de la primera y la segunda parte, donde los medios de recuento  
10 están asociados a cada una de dichas primera y segunda parte del soporte.

[0012] Más precisamente y tal y como se muestra en las figuras 1a y 1b, este microsensor pasivo de detección y de recuento del número de paso de vehículos comprende un soporte 101, principalmente con forma de U que comprende, de esta forma, una primera parte 102 y una segunda parte 103  
15 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, una viga de accionamiento 107 de esta primera rueda dentada 106 fijada, en uno, 108, de sus extremos 108, 109, a dicha segunda parte 103 y que comprende, en su otro extremo 109, un diente 110, mostrado en la  
20 figura 10, y capaz de constituir un engranaje 111 con los dientes 112 de la primera rueda dentada 106, y por otro lado, un dispositivo antirretroceso 113 de la primera rueda dentada 106 y de tal manera que la aproximación de la primera y la segunda parte 102, 103 del soporte 101 produce un accionamiento de la rueda dentada 106 mediante el diente de accionamiento 110 de la viga de accionamiento 107 mientras que el alejamiento de estas dos partes produce un mantenimiento de la  
25 primera rueda dentada 106 por el dispositivo antirretroceso 113 y una retracción del diente 110 de la viga de accionamiento sobre un diente 112 de la primera rueda dentada 106.

[0013] Como se muestra en la figura 1a, la primera y segunda parte comprenden una primera y segunda zona de anclaje, respectivamente 224 y 225, constituidas por escariados en cada uno de los  
30 cuales se puede introducir un tornillo con el objetivo de fijar el microsensor a la estructura que se va a analizar, como por ejemplo el parapeto de un puente. Los escariados 224, 225 tienen un diámetro ligeramente superior al de dichos tornillos.

[0014] En este ejemplo de realización, la primera y segunda zona 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. Preferiblemente que permitan reducir al mínimo el tamaño del sensor, estas zonas de anclaje están dispuestas de tal manera que la longitud L sea lo mayor posible y de tal manera que la deformación de la estructura entre los ejes Y1 y Y2 sea al menos igual al paso P de los dientes de la  
35 rueda de recuento. En efecto, cuando el microsensor está fijado a una estructura sometida a una deformación, la variación de distancia entre las dos zonas de anclaje 224 y 225 y, por lo tanto, entre los ejes Y1 y Y2 es proporcional a esta longitud L. En consecuencia, para un paso P determinado de los dientes de la rueda de recuento y, en el caso del uso de una sola viga de accionamiento, la deformación de la estructura entre los ejes Y1 y Y2 debe ser al menos igual a P y, preferiblemente, inferior o igual a 1,5 P.  
45

[0015] Tal y como se muestra en la figura 1b, 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 destinadas a estar chapadas contra la estructura que se va a analizar a través de dichos tornillos.

50 [0016] En este ejemplo de realización, la tercera parte 104 del soporte tiene una 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 una fuerza importante fuera ejercida a la altura de esta tercera parte, tendría lugar una rotura a la altura de una de las ramificaciones y, por lo tanto, en una dirección paralela a la del desplazamiento normal de la primera y segunda parte, lo que permite evitar cualquier desplazamiento relativo entre estas partes en la  
55 dirección normal del desplazamiento y evitar un eventual desfase entre la rueda dentada 106 y el diente 110 de la viga de accionamiento 107. En este tipo de microsensor, el eje de la rueda de recuento se coloca sobre el eje Y1 de la primera parte 102 y la viga de accionamiento 107 está unida a la segunda parte 103.

[0017] Cuando una estructura se somete a diferentes tipos de esfuerzo que pueden generar deformaciones variables, puede ser que interesante discriminar varias categorías de deformaciones correspondientes a diferentes umbrales de detección. En un puente, se pueden fijar varios microsensores tales como el de las figuras 1a y 1b, donde cada uno comprende una rueda de recuento con un paso de los dientes diferentes al de las otras. De esta forma, uno de ellos puede contar únicamente los pasos de camiones de más de 20 toneladas, un segundo únicamente los vehículos de más de 3,5 toneladas y un tercero todos los vehículos de más de una tonelada. También se pueden utilizar varios sensores idénticos: en efecto, al estar un puente sometido a flexión, se pueden disponer estos sensores a distancias diferentes de la fibra neutra del puente, de manera que detecten así eventos diferentes.

[0018] Sin embargo, cuando la estructura sometida a estas deformaciones es pequeña o cuando esta tiene una zona de implantación potencial reducida, y se deben realizar varios umbrales de detección, su superficie puede no ser lo suficientemente grande para disponer tantos microsensores diferentes como umbrales diferentes por detectar.

[0019] El objetivo de la invención es remediar este inconveniente proponiendo un microsensor que presenta todas las ventajas de los que se describen en la solicitud EP1998145, así como poder detectar varios umbrales.

[0020] La solución proporcionada se define por el objeto de la reivindicación independiente 1, que define un microsensor de deformaciones pasivo y reversible, particularmente de ciclos de deformaciones según una dirección OX de una estructura, en especial durante los ciclos de temperaturas o las tensiones mecánicas sufridas por esta estructura, donde este microsensor comprende:

- unos medios de detección y, preferiblemente, también unos medios de recuento, de los ciclos de variaciones de distancia entre dos puntos o zonas de una estructura,
- un soporte que cuenta con una primera y segunda parte capaces de estar fijadas respectivamente a uno y al otro de dichos dos puntos o zonas de la estructura, donde los medios de detección están asociados a cada una de dichas primera y segunda parte de soporte,

donde los medios de detección de este microsensor comprenden medios de discriminación de al menos dos umbrales diferentes de ciclos de variaciones de distancia.

[0021] Los medios de detección tienen al menos un primer y segundo conjunto de detección que comprenden cada uno al menos una primera rueda dentada fijada a una de la primera o segunda parte y, por un lado, una viga de accionamiento de esta rueda dentada unida, directa o indirectamente, en uno de sus extremos, a 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 esta primera rueda dentada, donde el paso de los dientes de la primera rueda dentada del primer conjunto es diferente del de la primera rueda dentada del segundo conjunto.

[0022] Según una característica adicional que permite obtener un microsensor que ocupa poco volumen de superficie, el primer y segundo conjunto están superpuestos.

[0023] Según una característica, el primer y segundo conjunto están yuxtapuestos.

[0024] Según una característica privilegiada, dicha primera y segunda parte del soporte tienen forma de L y están dispuestas del revés, con las bases de las L formando una zona de anclaje y con una de ellas situada en un lado del soporte y la otra en el lado opuesto del soporte.

[0025] Según una característica que facilita la colocación del soporte sobre una estructura, los extremos (37, 38) de dicha primera y segunda parte del soporte están conectadas entre ellas mediante un elemento elástico.

[0026] Según una característica particular, un microsensor según la invención incluye sucesivamente según una dirección OX, una primera zona de anclaje fijada a una de dicha primera y segunda parte

del soporte, un primer conjunto de detección, un segundo conjunto de detección, incluso un tercero, un cuarto, etc. y finalmente una segunda zona de anclaje fijada a la otra parte.

5 [0027] Según otra característica que permite la detección y el recuento de ciclo de deformaciones, un microsensor según la invención tiene un dispositivo antirretroceso asociado a dicha primera rueda dentada, que comprende por ejemplo una viga fijada, 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 con las de dicha primera rueda dentada y, preferiblemente, los dientes de la primera rueda dentada comprenden cada uno una superficie radial y una superficie inclinada que conectan el extremo de la superficie radial de este diente a la base de la superficie radial del siguiente diente.

10 [0028] Cada conjunto incluye unos medios de accionamiento con forma de 9, que tienen una primera parte con forma de O rígida y fijada a la segunda parte del soporte, una segunda parte elástica con uno de los extremos fijado a la primera parte mientras que el extremo opuesto está fijado a una tercera parte que comprende una viga principal y la viga de accionamiento, donde esta última comprende el diente en su extremo libre y, preferiblemente, la primera parte del soporte incluye un tope de retención capaz de limitar, directa o indirectamente, el recorrido de dicha viga de accionamiento.

15 [0029] 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:

20 La figura 2 muestra un esquema de una primera variante de realización de un soporte 9 que se puede utilizar en el marco de un sensor de deformaciones pasivo y reversible según una dirección OX de una estructura según la invención.

25 La figura 3 muestra un esquema de una segunda variante de realización de un soporte 29 que se puede utilizar en el marco de un sensor de deformaciones pasivo y reversible según una dirección OX de una estructura según la invención.

30 La figura 4a muestra una vista en perspectiva del soporte de la figura 3 sobre el cual se han dispuesto unos medios de detección y unos medios de recuento,

La figura 4b presenta una sección del sensor según el eje BB' de la figura 4a, donde este sensor está fijado a una estructura para vigilar.

La figura 4c muestra una ampliación de uno de los conjuntos de detección y de recuento.

La figura 5 presenta un esquema detallado parcial de uno de los conjuntos.

35 Las figuras 6a y 6b presentan el principio de funcionamiento del microsensor según la invención, la figura 7 presenta un esquema de un primer ejemplo de realización de medios de recuento del número de detecciones.

La figura 8 presenta un esquema de un segundo ejemplo de realización de medios de recuento del número de detecciones.

40 Las figuras 9a y 9b presentan otra variante de realización de la invención, donde la figura 9a es un esquema de una sección longitudinal según OX que pasa por el eje principal de las ruedas dentadas mientras que la figura 9b es una vista lateral.

45 [0030] La figura 2 muestra un esquema de una primera variante de realización de un soporte 9 que se puede utilizar en el marco de un sensor de deformaciones pasivo y reversible según una dirección OX de una estructura según la invención.

50 [0031] Este soporte 9 incluye dos subconjuntos 10, 11 con forma de L dispuestos del revés y separados por un espacio 12 y cuyas bases respectivas 13, 14 son, en parte, zonas de anclaje del soporte 9 sobre la estructura para vigilar.

[0032] En este ejemplo de realización, estas bases 13, 14 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.

[0033] Las segundas partes 21, 23 de las L perpendiculares a las bases respectivas 13 y 14 se posicionan según el eje OX.

5 [0034] La segunda parte 21 del primer subconjunto 10 incluye tres escariados 19 distribuidos regularmente a lo largo del eje OX, así como tres parejas de escariados 20, donde el eje que pasa por los centros de una pareja de escariados es paralelo al eje Y1 y cada pareja se asocia a uno de los escariados 19. Cada escariado 20 se destina a alojar un eje que sobresale del soporte y es capaz de permitir un preposicionamiento de medios antirretroceso.

10 [0035] La segunda parte 23 del segundo subconjunto 11 incluye tres parejas de escariados 22 distribuidos asimismo según el eje OX, donde cada pareja 22 está asociada a uno de los escariados 19. Cada escariado 22 se destina a alojar un eje que supera el soporte y es capaz de permitir un preposicionamiento de medios de accionamiento.

15 [0036] Cuando dicho soporte se fija a una estructura, por ejemplo, mediante encolado o atornillado, es preferible introducir las cuñas en el espacio 12 para permitir un posicionamiento preciso de los subconjuntos 10, 11, uno con respecto al otro.

[0037] La figura 3 muestra un esquema de una segunda variante de realización de un soporte 29 que se puede utilizar en el marco de un sensor de deformaciones pasivo y reversible según una dirección OX de una estructura según la invención.

20 [0038] Este soporte 29 incluye un primer y segundo subconjunto 30, 31 con forma de L dispuestos del revés y separados principalmente de forma longitudinal según el eje OX por un espacio 32 y cuyas bases respectivas 33, 34 son, en parte, zonas de anclaje del soporte 29 sobre la estructura para vigilar.

25 [0039] Como en el ejemplo anterior, 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.

30 [0040] Además, esta primera y segunda parte longitudinal 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.

35 [0041] La segunda parte 41 del primer subconjunto 30 incluye tres escariados 19 distribuidos regularmente a lo largo del eje OX, así como tres parejas de escariados 20, donde el eje que pasa por los centros de una pareja de escariados es paralelo al eje Y1 y cada una las parejas se asocia a uno de los escariados 19. Cada escariado 20 se destina a alojar un eje que sobresale del soporte y es capaz de permitir un preposicionamiento de medios antirretroceso.

40 [0042] Esta segunda parte 41 incluye tantas depresiones 42 de forma considerablemente cuadrada como escariados 19, donde cada depresión está centrada alrededor de uno de los escariados 19. También incluye tres almenas 43 que sobresalen de la superficie lateral de la segunda parte 41 del primer subconjunto 30 situada enfrente de la segunda parte 44 del segundo subconjunto 31. Para cada escariado 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, un escariado 48.

45 [0043] La segunda parte 44 del segundo subconjunto 31 incluye tres parejas de escariados 22 distribuidos de la misma forma que los escariados 19 según el eje OX, donde cada una de las parejas 22 está asociada a uno de los escariados 19. Cada escariado 22 se destina a alojar un eje que sobresale del soporte y es capaz de permitir un preposicionamiento de los medios de accionamiento.

50 [0044] Además, la superficie lateral de la segunda parte 44 del segundo subconjunto 31 situada enfrente de la segunda parte 41 del primer subconjunto 30 incluye las muescas 45 de dimensiones superiores las de las almenas 43 y destinadas a permitir que se introduzcan las almenas en el interior.

55 [0045] Cada unas de las bases 33, 34 está parcialmente separada de la segunda parte de la L correspondiente por dos muescas 46, 47 coaxiales y que se encuentran cara a cara.

[0046] Las pequeñas muescas 46 no son absolutamente indispensables, sin embargo, presentan las ventajas siguientes:

- 5 - facilitar la rotación de las 2 zonas de anclaje una con respecto a la otra. En efecto, cuando el modelo se instala sobre una estructura sometida a flexión, se produce una rotación de las secciones de la derecha. Esta arquitectura, al aportar elasticidad (flexibilidad), permite, por lo tanto, evitar hacer que las tensiones aumenten inútilmente.
- Centrar la base con respecto a la segunda parte móvil correspondiente del soporte,
- 10 - dejar únicamente, a la altura de las bases, la materia necesaria para soportar las sollicitaciones de tracción o compresión.

[0047] Las muescas grandes 47 permiten crear los elementos elásticos, a saber, unos cordones de materia 35, 36 de unión de los subconjuntos 30, 31 entre ellos.

15 [0048] La figura 4a muestra una vista en perspectiva del soporte de la figura 3 sobre el cual se han dispuesto unos medios de detección y unos medios de recuento, mientras que la figura 4b presenta una sección del sensor según el eje BB' de la figura 4a, donde este sensor está fijado sobre una estructura 49 para vigilar, y la figura 4c muestra una ampliación de uno de los conjuntos de detección y de recuento.

20 [0049] Sobre el soporte 29 de la figura 3, se disponen tres conjuntos 4, 5, 6, donde cada uno comprende:

- 25 - unos ejes 50, 51, 52 y 53 ajustados por presión en los escariados 19, 20, 48 y 22 y que sobresalen del soporte 29 y sirven de tope de retención o de eje de rotación.
- Una rueda dentada 54<sub>1</sub>, 54<sub>2</sub> o 54<sub>3</sub>,
- unos medios antirretroceso 55<sub>1</sub>, 55<sub>2</sub> o 55<sub>3</sub>
- unos medios de accionamiento 56<sub>1</sub>, 56<sub>2</sub> o 56<sub>3</sub>.

30 [0050] Con el objetivo de permitir la detección de varios umbrales de deformaciones diferentes, las ruedas dentadas 54<sub>1</sub>, 54<sub>2</sub> o 54<sub>3</sub> presentan un paso de dientes diferente de una rueda a la otra.

[0051] La figura 4c presenta un esquema de una ampliación del conjunto 5. Este último incluye:

- 35 - unos ejes 50, 51, 52, 53 ajustados por presión en los escariados 19, 20, 48 y 22 y que sobresalen del soporte 29 y sirven de tope de retención o de eje de rotación,
- una rueda dentada 54<sub>2</sub> con un paso de los dientes igual a p<sub>2</sub>
- unos medios antirretroceso 55<sub>2</sub>,
- unos medios de accionamiento 56<sub>2</sub>.

40 [0052] Los medios de accionamiento 56<sub>2</sub> tienen una placa con forma de 9 que comprende:

- 45 - una primera parte 60 con forma de O, rígida y fijada a la segunda parte 44 del segundo subconjunto 31 del soporte 29, donde la abertura central de esta primera parte está constituida por un ojal,
- una segunda parte 61 elástica en la que uno de los extremos está unido a la primera parte mientras que el extremo opuesto está unido a una tercera parte 62,
- donde la tercera parte 62 comprende una viga principal 63 con forma de L en la que una de las caras laterales está fijada a dicha segunda parte 61 mientras que la base está unida a una viga secundaria 64 con considerablemente la misma longitud y dispuesta paralelamente a la viga principal pero más fina y que comprende, como se muestra en la figura 5, un diente 71 en su extremo, donde este diente es capaz, como se muestra en la figura 5, de formar un engranaje de tipo trinquete con la rueda dentada 54<sub>2</sub>. Esta tercera parte 62 forma así una U cuyas ramificaciones principales están constituidas por dichas vigas principal y secundaria 63 y 64.

55 [0053] Además, la cara lateral 65 de la primera parte 60, en la que una parte está unida a la segunda parte elástica 61, incluye una muesca de considerablemente el mismo tamaño que los ejes 52 y la forma de esta primera parte, así como el posicionamiento de los ejes 52 sobre el soporte permiten

preposicionar perfectamente estos medios de accionamiento antes de fijarlos, por ejemplo mediante encolado o atornillado, sobre el soporte 29.

[0054] Los medios antirretroceso 55<sub>2</sub> tienen forma de placa e incluyen:

5

- una primera parte 66 con forma de O, rígida y fijada a la segunda parte 41 del primer subconjunto 30 del soporte, donde la abertura central de esta primera parte está constituida por un ojal,

10

- una segunda parte 67 de dimensiones más pequeñas que las de la primera parte y que comprende una viga principal 68 con forma de L en la que una de las caras laterales está fijada a dicha primera parte 66 mientras que la base está unida a una viga secundaria 69 de considerablemente la misma longitud y dispuesta paralelamente a la viga principal pero más fina y que comprende, como se muestra en la figura 5, un diente 72 en su extremo, donde este diente es capaz, como se muestra en la figura 5, de formar un engranaje de tipo trinquete con la rueda dentada 54<sub>2</sub>. Esta segunda parte forma así una U cuyas ramificaciones principales están constituidas por dichas vigas principales y secundarias 68 y 69.

15

[0055] Además la cara lateral 70 de la primera parte 66 en la que una parte está unida a la segunda parte 67 incluye una muesca 70 considerablemente del mismo tamaño que el diámetro de los ejes 51 y la forma de esta cara lateral 70, así como el posicionamiento de los ejes 52 sobre el soporte permiten preposicionar perfectamente estos medios de accionamiento antes de fijarlos, por ejemplo mediante encolado o atornillado, sobre el soporte 29.

20

[0056] En este ejemplo de realización, la primera y segunda zona de anclaje 33, 34 están dispuestas respectivamente según un primer eje Y1 y un segundo eje Y2 paralelos entre ellos y separados por una distancia L. Preferiblemente que permitan reducir al mínimo el tamaño del sensor, estas zonas de anclaje se disponen de tal manera que la longitud L sea la mayor posible y de tal manera que la deformación de la estructura entre los ejes Y1 y Y2 sea al menos igual al paso p de los dientes de la rueda dentada. En efecto, cuando el microsensor está fijado sobre una estructura sometida a una deformación, la variación de distancia entre las dos zonas de anclaje 33 y 34, y por lo tanto entre los ejes Y1 y Y2, es proporcional a esta longitud L. En consecuencia, para un paso p determinado de los dientes de la rueda dentada, y en el caso del uso de una sola viga de accionamiento asociada a esta rueda, la deformación de la estructura entre los ejes Y1 y Y2 debe al menos ser igual a P. Además, la función del eje 53 introducido en el escariado 48 de la almena 43 es limitar, en la dirección OX, el recorrido de la viga principal 63 con un valor aproximadamente igual a 1,5 veces el paso p de los dientes de la rueda dentada asociada. Como la viga secundaria de accionamiento de la rueda está unida y es paralela a la viga principal, su desplazamiento según OX también estará limitado a 1,5 veces el paso p de los dientes de la rueda dentada asociada. En consecuencia, con este eje 53 que constituye un dispositivo de limitación, cualquier desplazamiento según OX superior a dicho paso de los dientes únicamente provocará la rotación de la rueda dentada en un ángulo correspondiente a un solo diente. Sin este eje 53, cualquier desplazamiento  $\Delta x$  (distancia entre las zonas de anclaje de  $\Delta x$ ) de la estructura según OX superior a p provocaría un desplazamiento del diente 71 de la viga secundaria de  $\Delta x$  y, por lo tanto, el accionamiento en rotación de la rueda de un ángulo igual a la parte entera de la relación:

30

35

40

45

$$(\Delta x/p)$$

[0057] En conclusión, la función del eje 53 es, indirectamente, limitar el desplazamiento de la viga de accionamiento 64 en dirección de la base 33 del primer subconjunto 30 del soporte 29, de un valor calibrado y que corresponde considerablemente al valor de un paso y medio de los dientes de la primera rueda dentada. Este eje 53 constituye así un medio de limitación del recorrido del diente 71 de la viga secundaria de conducción 64 o, en otras palabras, de tope de retención.

50

[0058] Cada una de las ruedas dentadas incluye un punto de referencia 97, que consiste por ejemplo en una hendidura rectilínea dispuesta, por ejemplo, delante del diente 71 de la viga secundaria de accionamiento 64 en el momento de la colocación del sensor y que permite el recuento del número de ciclos de deformaciones sufridas por la estructura mediante un sencillo recuento de los dientes de la rueda dentada situada entre el punto de referencia 97 y el diente 71 y en el sentido opuesto del sentido de rotación de la rueda.

55



5 [0059] Como se muestra en la figura 5, esta rueda dentada 54<sub>2</sub> incluye unos dientes 16 sobre su superficie periférica externa 17 y una superficie periférica interna 95, preferiblemente rugosa, destinada a cooperar con un manguito 12 unido al eje 50 para formar una pareja resistente e impedir una autorrotación de la rueda dentada 54<sub>2</sub>. La viga secundaria 64 de los medios de accionamiento, denominada viga de accionamiento 64 en lo sucesivo, incluye un diente 71 a la altura de su extremo libre 73, donde este diente 71 es capaz de formar un engranaje, de tipo trinquete, con los 16 de dicha rueda 54<sub>2</sub>.

10 [0060] En esta figura, la dirección OX indica la dirección de las deformaciones capaces de ser detectadas por este sensor mientras que la flecha indica el sentido normal de rotación de la rueda 54<sub>2</sub> de recuento. Según esta dirección, cada uno de los dientes 16 de esta rueda dentada 54<sub>2</sub> incluye una primera superficie radial 23 y una superficie inclinada 24 que conecta el extremo superior 25 de dicha primera superficie radial con la base 26 de la superficie radial del siguiente diente. Según esta misma  
15 dirección, el diente 71 unido a la viga de accionamiento 64 incluye una superficie inclinada 28 y una superficie radial 27, donde esta última se sitúa enfrente de dicha primera superficie radial 23 de un diente 16 de la rueda 54<sub>2</sub>.

20 [0061] De esta forma, el diente 71 de la viga de accionamiento presenta una cara de accionamiento que entra en contacto con un diente de la rueda dentada para accionar esta rueda en rotación en el momento de un desplazamiento en un sentido del elemento que acciona y una cara de guiado que autoriza el deslizamiento y, por lo tanto, la retracción, del elemento accionador sobre el diente de la rueda dentada durante un desplazamiento en el sentido opuesto al precedente del elemento accionador en la medida en que la rueda dentada se bloquea mediante los medios antirretroceso.

25 [0062] La viga de accionamiento presenta una elasticidad suficiente para permitir la retracción de un diente 16 sin deterioro. Además, las vigas de accionamiento y antirretroceso presentan una flecha cuando están colocadas contra la rueda. Esta deformación inicial permite garantizar el contacto y, por lo tanto, el accionamiento a pesar de los defectos e incertidumbres de fabricación/ensamblaje.

30 [0063] Las figuras 6a y 6b presentan el principio de funcionamiento del microsensor según la invención.

35 [0064] Tal y como se ha mostrado en estas figuras, cuando dicho sensor está fijado por sus dos zonas de anclaje 33, 34, por ejemplo mediante unos salientes de pegamento introducidos en los escariados 15, 16, 17 y 18, sobre una estructura 49 sometida a una sollicitación que produce una deformación, por ejemplo una elongación únicamente en la dirección OX, esta deformación de la estructura generará una variación de la distancia entre estos salientes y, por lo tanto, de sus centros respectivos. Con A y B como centros respectivos de los salientes en su posición inicial o normal y xA y xB como sus coordenadas según el eje Ox. Cuando la estructura 49 se somete a una sollicitación, la distancia entre los salientes varía y los puntos A y B se encuentran en las posiciones extremas A' y B', donde sus coordenadas son entonces xA' y xB' mientras que los salientes vuelven a su posición inicial, incluso ligeramente diferente, al final de la sollicitación o un tiempo determinado después.

45 [0065] La diferencia de coordenadas entre la posición inicial y la posición extrema se determina mediante la expresión siguiente:

$$\Delta x = (xA' - xA) - (xB' - xB)$$

50  $\Delta y = 0$  según la hipótesis anteriormente mencionada.

[0066] Esta diferencia de distancia entre los salientes provoca una variación de posicionamiento entre las segundas partes 41, 44 del primer y segundo subconjunto, respectivamente 30 y 31. Dado que las  
55 ruedas dentadas 54<sub>1</sub>, 54<sub>2</sub> y 54<sub>3</sub> están unidas a la segunda parte 41 del primer subconjunto 30 y que cada unas de las vigas de accionamiento 64 incluye un diente 71 engranado en una de las ruedas dentadas, dicha variación de posicionamiento produce un accionamiento correspondiente en las ruedas dentadas por dichas vigas de accionamiento 64 en el sentido de la flecha.

[0067] Dado que las ruedas dentadas 54<sub>1</sub>, 54<sub>2</sub> y 54<sub>3</sub> tienen pasos de dientes p<sub>1</sub>, p<sub>2</sub> y p<sub>3</sub> diferentes, por ejemplo, con p<sub>1</sub><p<sub>2</sub><p<sub>3</sub>, la deformación Δx sufrida por la estructura 49 se detectará o no en función de su valor y del valor de los pasos tal y como se indica en la tabla siguiente.

Deformación Δ	Inferior a p <sub>1</sub>	Comprendida entre p <sub>1</sub> y p <sub>2</sub>	Comprendida entre p <sub>2</sub> y p <sub>3</sub>	Superior a p <sub>3</sub>
Rueda 54 <sub>1</sub>	Sin detección	Detección	Detección	Detección
Rueda 54 <sub>2</sub>	Sin detección	Sin detección	Detección	Detección
Rueda 54 <sub>3</sub>	Sin detección	Sin detección	Sin detección	Detección

5

[0068] La figura 7 presenta un esquema de un primer ejemplo de realización de medios de recuento del número de detecciones en el que consisten simplemente en puntos de referencia, por ejemplo grabados sobre la cara visible de la rueda, con un punto de referencia principal 97 por encima del cual se coloca el diente 71 de la viga secundaria de accionamiento 64 en el momento de la puesta en funcionamiento del sensor y los puntos de referencia secundarios 96 distribuidos regularmente, por ejemplo cada 50 dientes sobre la periferia de la rueda dentada 56i.

10

[0069] Sin embargo, en el caso analizado, estos medios de recuento no permiten contar un número de ciclos de deformaciones sucesivas superior al número de dientes de la rueda.

15

[0070] La figura 8 presenta un esquema de un segundo ejemplo de realización de medios de recuento del número de detecciones que permite resolver el inconveniente precitado. Estos medios de recuento tienen:

20

- un punto de referencia principal 97 por encima del cual se coloca el diente 71 de la viga secundaria de accionamiento 64 en el momento de la puesta en funcionamiento del sensor una rueda,
- una segunda rueda dentada 150i fijada de manera coaxial sobre la rueda dentada 54i y que comprende un solo diente 151,
- una tercera rueda dentada que comprende por ejemplo 20 dientes y es capaz de ser accionada en un ángulo igual a  $2\pi/20$  por el diente 151 en cada torre de la rueda dentada 54i.

25

[0071] Estos medios permiten contar un número de ciclos de deformaciones comprendido entre 0 y 20 veces el número de dientes presentes en la rueda dentada 54i.

30

[0072] Además, se pueden utilizar medios ópticos de recuento, como por ejemplo los descritos en la solicitud de patente FR2875324.

35

[0073] Las figuras 9a y 9b presentan otra variante de realización de la invención, donde la figura 9a es un esquema de una sección longitudinal según OX que pasa por el eje principal de las ruedas dentadas mientras que la figura 9b es una vista lateral.

40

[0074] En este ejemplo de realización, el soporte es similar al de la figura 3 pero más corto. Incluye dos zonas de anclaje opuestas 233 y 234 delimitadas parcialmente mediante muescas 46, 47 y una primera y segunda parte longitudinal 241, 244 separadas por un espacio 12. Además, cada una esta primera y segunda parte longitudinal 241, 244 está conectada entre ellas, en sus extremos, mediante un elemento elástico, en este caso un cordón de materia 35 y 36.

45

[0075] Los medios de detección comprenden tres conjuntos superpuestos, donde cada uno comprende

50

- una rueda dentada 54i,
- unos medios antirretroceso 55i,
- unos medios de accionamiento 56i, las ruedas dentadas 54<sub>1</sub>, 54<sub>2</sub> o 54<sub>3</sub> son móviles alrededor de un mismo eje 250 unido al soporte 229 y comprenden unos pasos de diente p<sub>1</sub>, p<sub>2</sub> y p<sub>3</sub> diferentes (con p<sub>1</sub>>p<sub>2</sub>>p<sub>3</sub>) que permiten de esta forma detectar tres umbrales de deformaciones diferentes. En este ejemplo de realización, estas comprenden el mismo número de dientes, a saber 1000; de esta forma, sus diámetros son diferentes y la rueda 54<sub>1</sub> con el mayor diámetro y

un paso de los dientes p1, está dispuesta la primera sobre el eje 250 y, después, se disponen respectivamente sobre el eje 250 la rueda dentada 54<sub>2</sub> y, a continuación, la rueda dentada 54<sub>3</sub>, donde el conjunto de estas ruedas tiene una forma global troncocónica cuya base se sitúa enfrente de la primera parte longitudinal 241.

5

[0076] Los medios antirretroceso 55<sub>1</sub>, 55<sub>2</sub> o 55<sub>3</sub> son idénticos, a excepción del diente de accionamiento, que se adapta al paso de la rueda correspondiente y están fijados los unos por encima los otros, con un desfase para que el diente de cada uno de entre ellos esté en contacto con un diente de la rueda que le corresponde. Los separa una arandela con forma de O. Estos medios son idénticos a los descritos en el marco de las figuras 4a a 5.

10

[0077] Los medios de accionamiento 56<sub>1</sub>, 56<sub>2</sub> o 56<sub>3</sub> son idénticos, a excepción del diente de accionamiento que se adapta al paso de la rueda correspondiente, y están fijados los unos por encima los otros, una arandela con forma de O los separa, pero están desplazados según OX de manera que, sin deformación, la distancia que separa el extremo de su viga principal en el tope de retención 253 sea respectivamente de aproximadamente:

15

1,5 x p1 para los medios 56<sub>1</sub>

1,5 x p2 para los medios 56<sub>2</sub>

20

1,5 x 3 para los medios 56<sub>3</sub>

[0078] 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 y la primera parte longitudinal 241 incluye una hendidura rectilínea dispuesta siguiendo el radio de las ruedas y a la altura de la cual se coloca, para cada una de las ruedas, la numeración 0 en el momento de la introducción de estas ruedas en el eje 250. Durante el uso, las ruedas tienen diámetros diferentes, basta con efectuar una lectura visual, para cada rueda, de la numeración que figura a la altura de la hendidura rectilínea.

25

[0079] Los modos de realización descritos previamente presentan, con respecto al estado de la técnica, muchas ventajas. Así, el microsensor es totalmente pasivo, y es el propio suceso (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.

30

[0080] En el caso presente, el microsensor se pone en funcionamiento durante una duración que no está limitada por la vida útil de la fuente de energía. Habida cuenta de la naturaleza de los materiales utilizados, en este caso del 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.

35

[0081] En el caso presente, 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.

40

[0082] Asimismo, permite simplificar el montaje: menos implantaciones (número de orificios perforados, de encolados y de bridas), reducir el coste y aumentar la discreción.

45

[0083] Además, la solución propuesta es muy sencilla de poner en práctica y su funcionamiento muy fiable. Es independiente de una fuente de energía, discreto y con un coste unitario bajo.

50

[0084] Además, el diente de la viga antirretroceso se puede reemplazar por una zapata de freno 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 lo que le permite desempeñar su función. Esta fuerza de rozamiento se determina mediante 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 que la fuerza de rozamiento de la zapata sea superior a la de la viga de accionamiento sobre la rueda.

55

5 [0085] Además, en el caso de que se desee compensar las diferencias de dilataciones térmicas entre el sensor y la estructura, es, por un lado, preferible realizar los soportes del sensor en una materia cuyo coeficiente de dilatación térmica sea similar al del material de la estructura y, por otro lado, compensar geoméricamente esta dilatación térmica, a través de la forma de dicha primera y segunda parte del soporte y el posicionamiento de la rueda de recuento.

10 [0086] Asimismo, en el marco de la figura 5, la conexión entre el eje 50 y la rueda dentada podría ser del tipo conexión pivotante, por ejemplo del tipo eje/buje, eje + 2 rodamientos, eje + 2 cojinetes lisos o eje + 2 rubís y la pareja resistente podría asegurarse entonces mediante el módulo retención.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Microsensor de deformaciones pasivo y reversible, particularmente de ciclos de deformaciones según una dirección OX de una estructura (49) durante ciclos de temperaturas o tensiones mecánicas sufridas por esta estructura (49), donde este microsensor comprende
- unos medios de detección (4, 5, 6) y, unos medios de recuento de los ciclos de variaciones de distancia entre dos puntos o zonas de una estructura (49),
  - un soporte (9, 29, 229) que tiene
- 10                   - una primera (10, 41, 241) y
- una segunda parte (11, 44, 244) capaces de estar fijadas respectivamente a uno y al otro de dichos dos puntos o zonas de la estructura (49),
- 15                   donde los medios de detección (4, 5, 6) están dispuestos sobre el soporte (9, 29, 229), y están asociados a cada una de dichas primera (10, 41, 241) y segunda (11, 44, 244) parte del soporte (9, 29, 229),
- 20                   microsensor **caracterizado por el hecho de que** los medios de detección tienen medios (54<sub>1</sub>, 54<sub>2</sub>, 54<sub>3</sub>, 55<sub>1</sub>, 55<sub>2</sub>, 55<sub>3</sub>, 56<sub>1</sub>, 56<sub>2</sub>, 56<sub>3</sub>) de discriminación de por lo menos dos umbrales diferentes de ciclos de variaciones de distancia,
- 25                   donde los medios de detección comprenden al menos un primer y un segundo conjunto de detección (4, 5, 6), donde cada uno comprende al menos
- una primera rueda dentada (54<sub>1</sub>, 54<sub>2</sub>, 54<sub>3</sub>) unida a una de las partes primera (10, 41, 241) o segunda (11, 44, 244) y,
  - una viga de accionamiento (64) de esta primera rueda dentada (54<sub>1</sub>, 54<sub>2</sub>, 54<sub>3</sub>) unida, directa o indirectamente, en uno de sus extremos, a la otra de las partes primera (10, 41, 241) o segunda (11, 44, 244) y que comprende, en su otro extremo,
  - un diente (71) capaz de constituir un engranaje con los dientes de esta primera rueda dentada (54<sub>1</sub>, 54<sub>2</sub>, 54<sub>3</sub>), donde el paso p<sub>1</sub> de los dientes de la primera rueda dentada (54<sub>1</sub>, 54<sub>2</sub>, 54<sub>3</sub>) del primer conjunto (4, 5, 6) es diferente del p<sub>2</sub> de la primera rueda dentada (54<sub>1</sub>, 54<sub>2</sub>, 54<sub>3</sub>) del segundo conjunto (4, 5, 6),
  - unos medios de accionamiento (56<sub>1</sub>, 56<sub>2</sub>, 56<sub>3</sub>) con forma de 9, que tienen
- 35                   - una primera parte (60) con forma de O rígida y fijada a la segunda parte (44) del soporte (29),
- una segunda parte (61) elástica, en la que uno de los extremos está unido a la primera parte mientras que el extremo opuesto está unido
  - a una tercera parte (62) que comprende una viga principal (63) con forma de L, en la que
- 40                   una de las caras laterales está fijada a dicha segunda parte (61) mientras que la base está unida a la viga de accionamiento (64) considerablemente de la misma longitud y dispuesta paralelamente a la viga principal (63) pero más fina,
- 45                   la viga de accionamiento (64) que comprende el diente (71) en su extremo libre y, la primera parte del soporte (41) que comprende un tope de retención (53) capaz a limitar el recorrido de la viga principal (63) e indirectamente el recorrido de la viga de accionamiento (64).
- 50 2. Microsensor pasivo y reversible según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** dicho primer y segundo conjunto están superpuestos.
- 55 3. Microsensor pasivo y reversible según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** dicho primer y segundo conjuntos están yuxtapuestos.
- 60 4. Microsensor pasivo y reversible según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por el hecho de que** dicha primera y segunda parte del soporte tienen forma de L y están dispuestas del revés, donde las bases de las L forman una zona de anclaje y una de entre ellas se sitúa en un lado del soporte y la otra en el lado opuesto del soporte.

5. Microsensor pasivo y reversible según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por el hecho de que** los extremos (37, 38) de dicha primera y segunda parte del soporte están conectados entre ellos mediante un elemento elástico (35, 36).
- 5 6. Microsensor pasivo y reversible según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por el hecho de que** incluye sucesivamente según una dirección OX, una primera zona de anclaje (13, 33, 233) unida a una de dicha primera y segunda parte (10, 41, 241) del soporte (9, 29, 229), y una segunda zona de anclaje (14, 34, 234) unida a la otra parte (11, 44, 244).
- 10 7. Microsensor pasivo y reversible según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por el hecho de que** cada conjunto incluye unos medios antirretroceso asociados a la rueda dentada, donde estos medios comprenden una viga unida, en uno de sus extremos, a la primera parte del soporte y que comprende, en su otro extremo, al menos un diente capaz de engranarse en las de la rueda dentada y, preferiblemente, donde los dientes de la primera rueda dentada comprenden cada uno una superficie radial y una superficie inclinada que conecta el extremo de la superficie radial de este diente con la base de la superficie radial del diente siguiente.
- 15

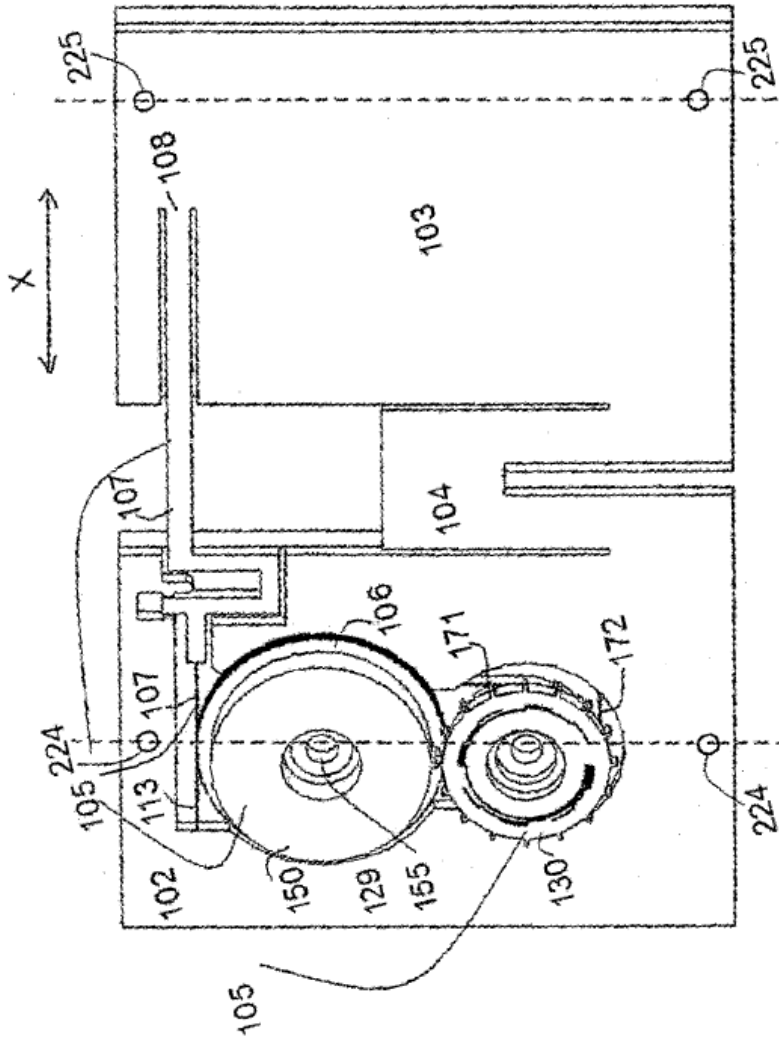


Fig.1a

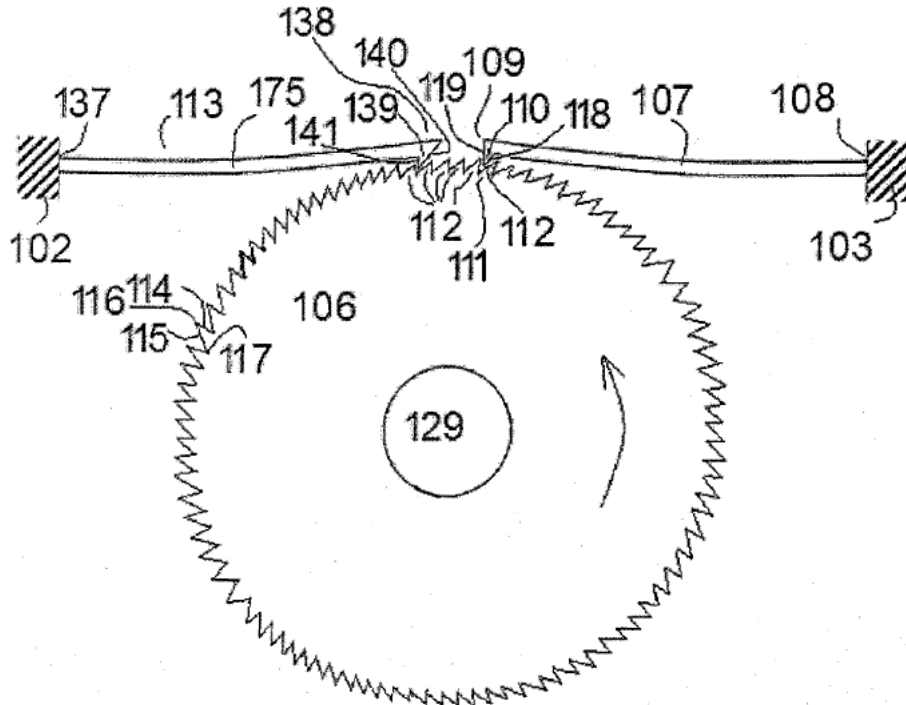
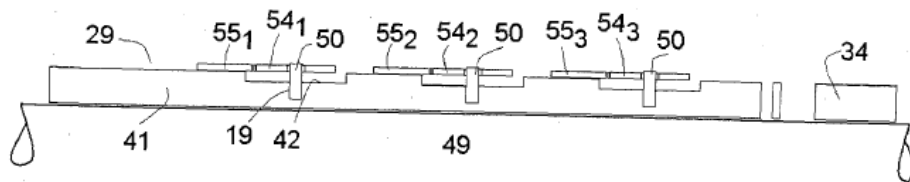
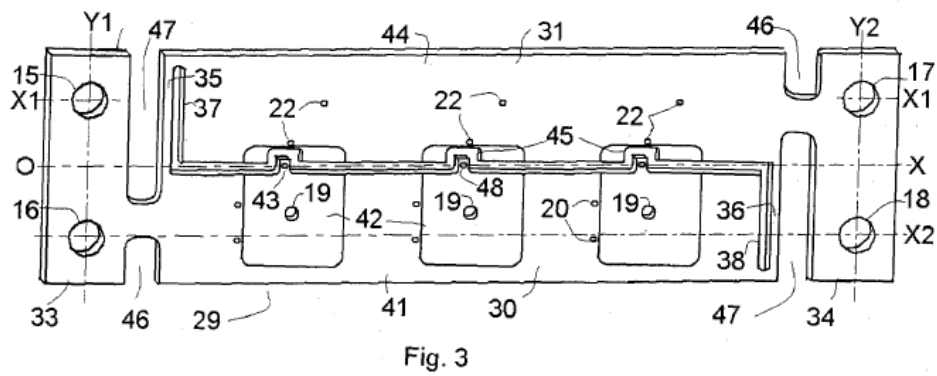
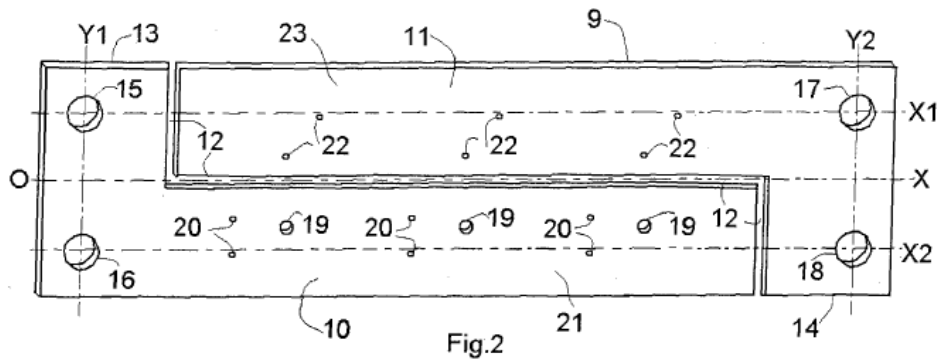


Fig. 1b





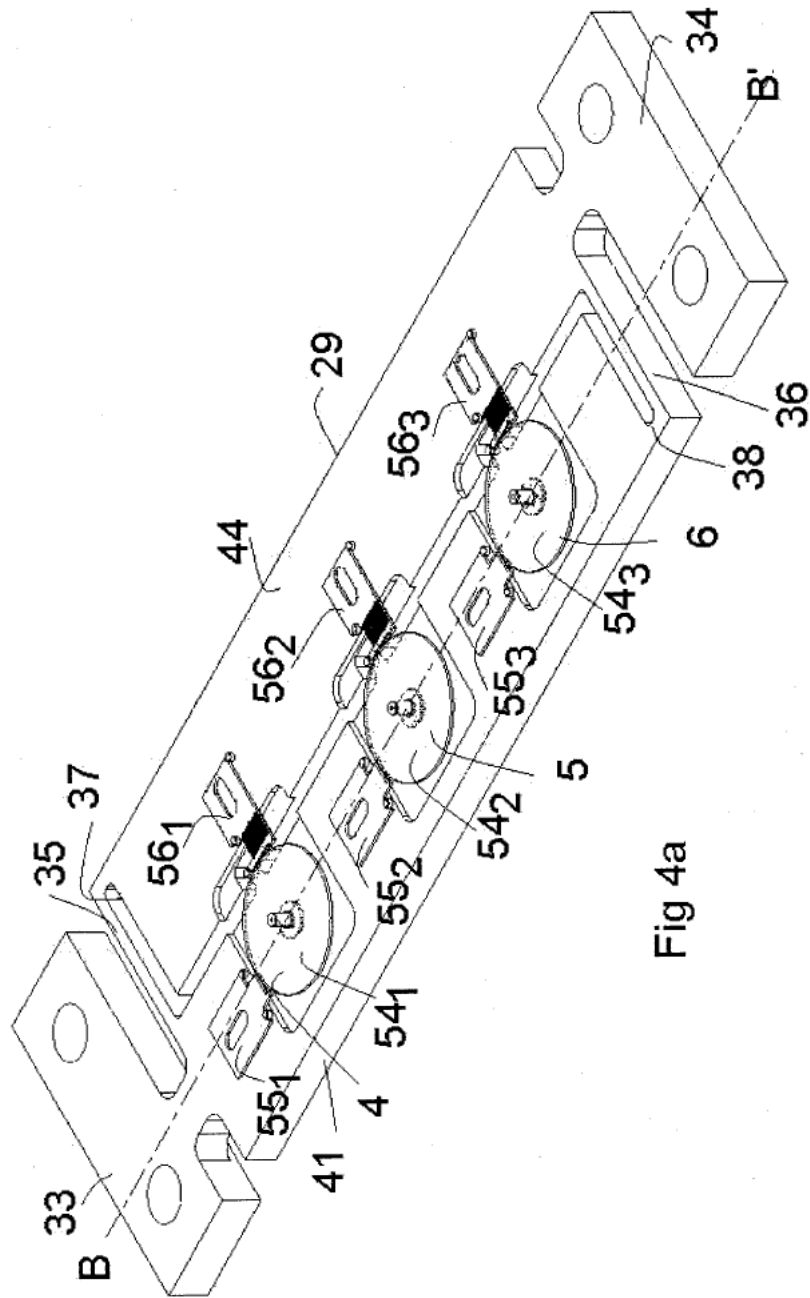


Fig 4a

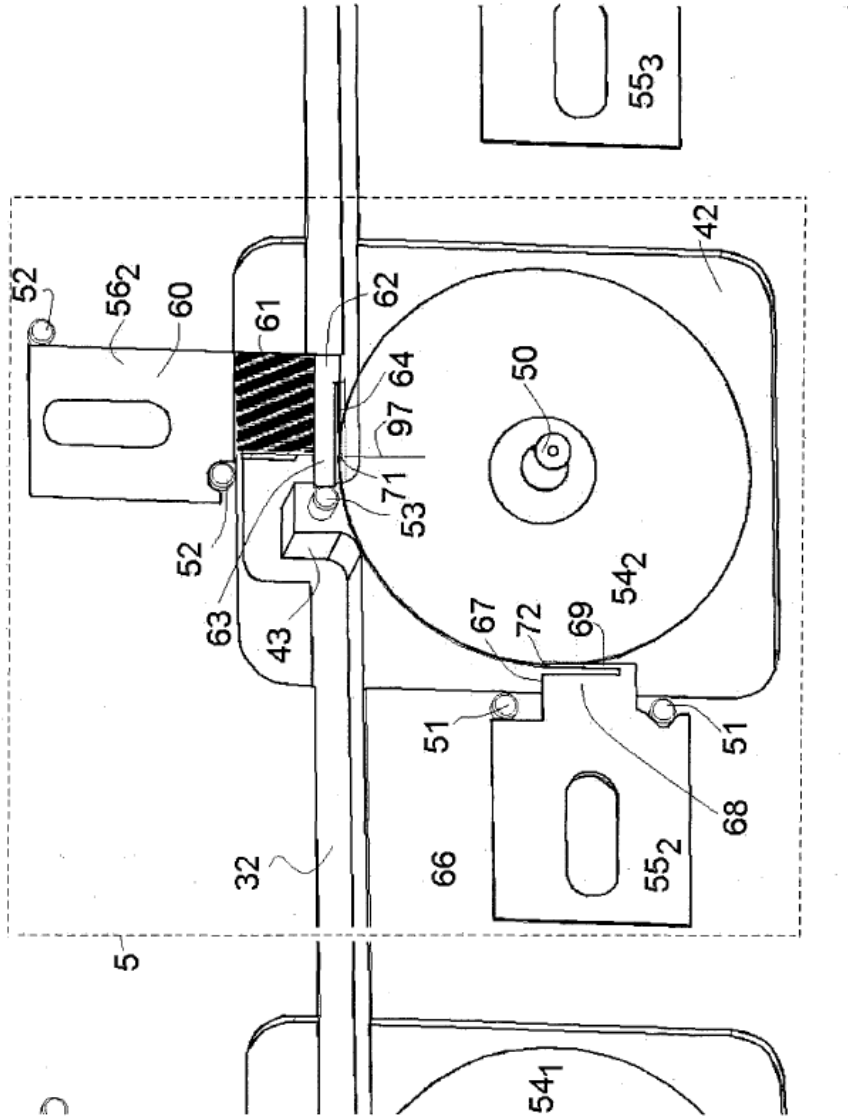


Fig. 4c

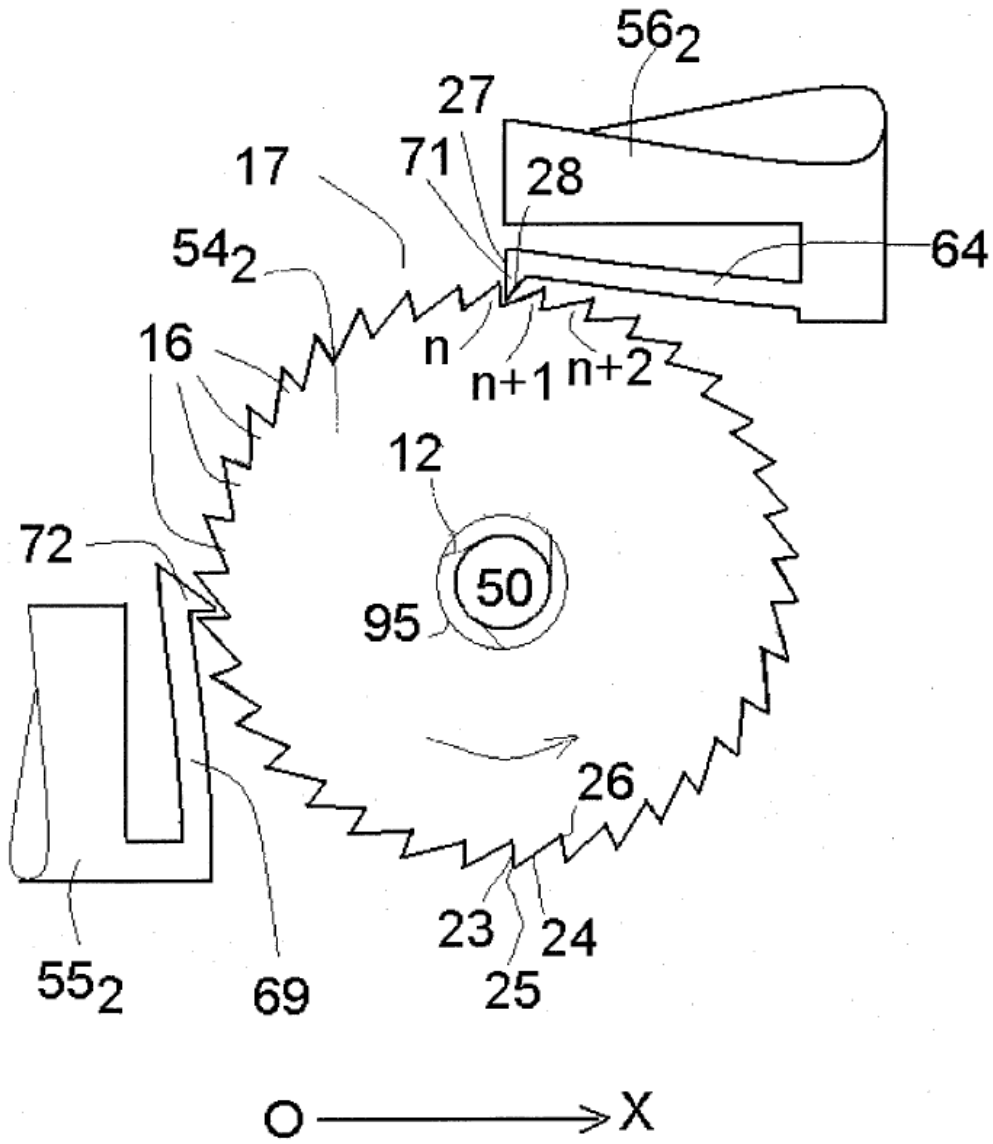
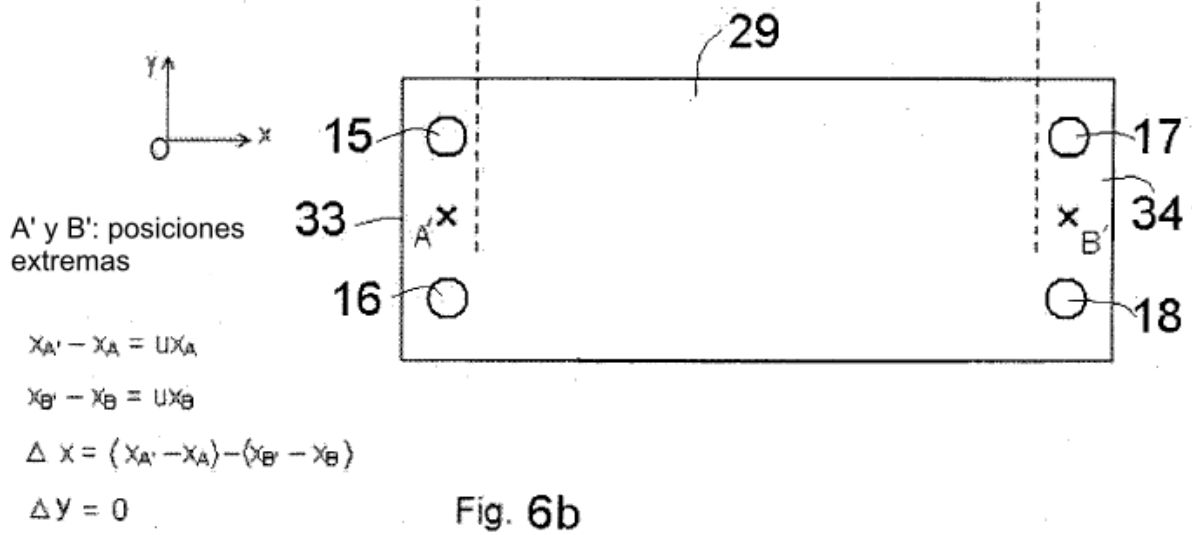
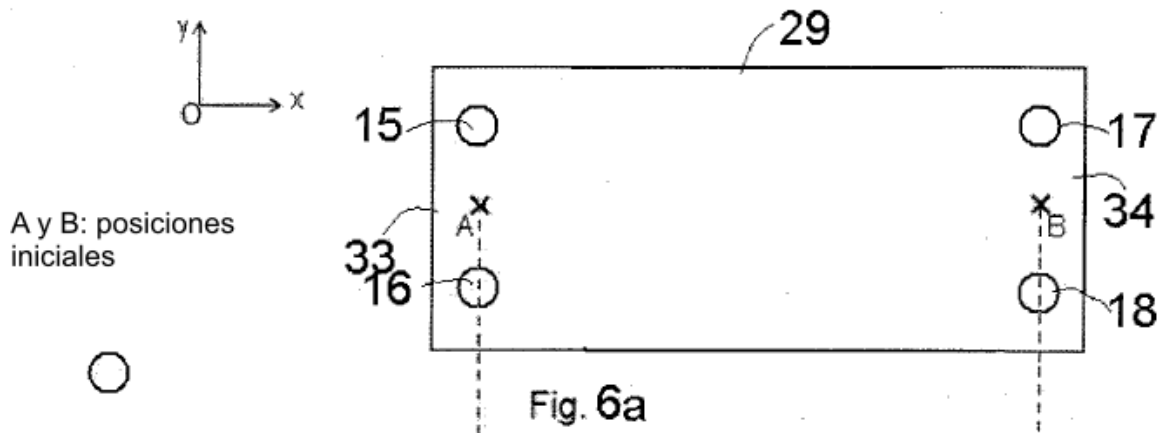


Fig 5



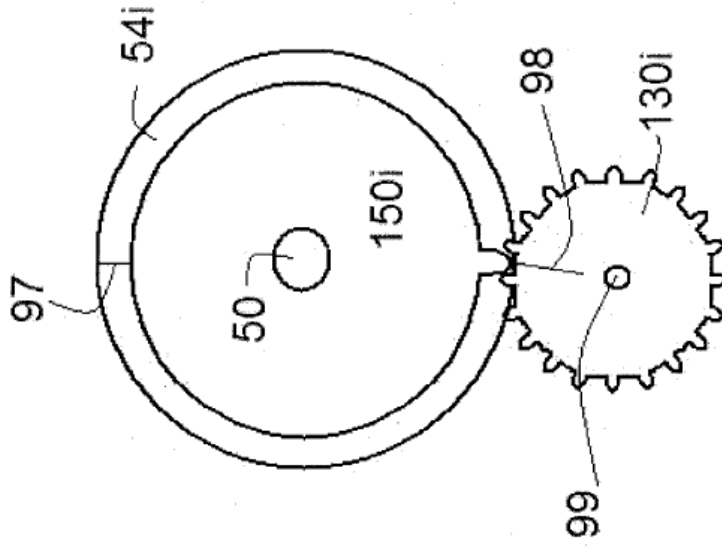


Fig. 8

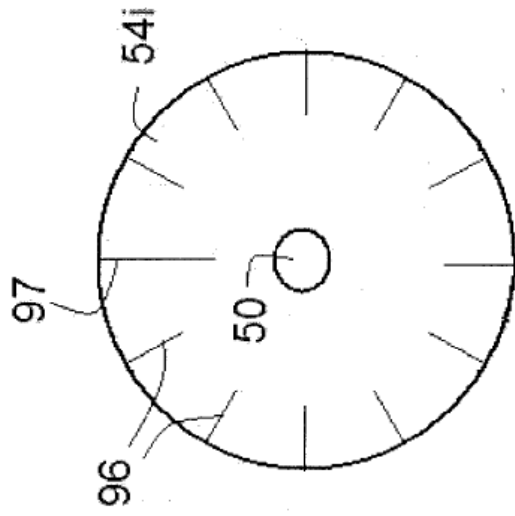


Fig. 7

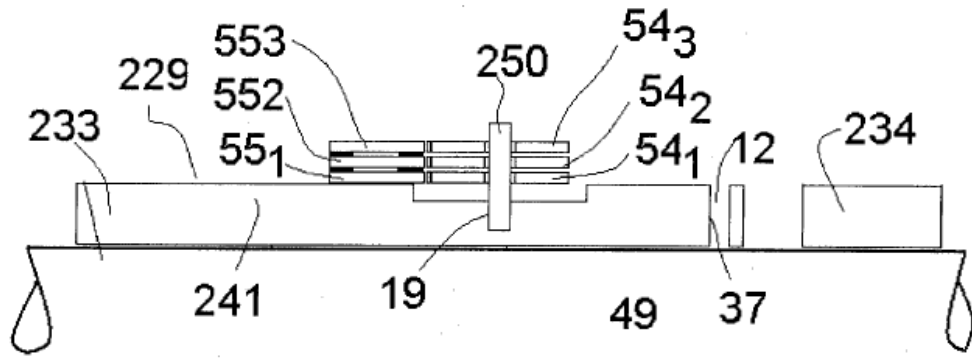


Fig. 9a

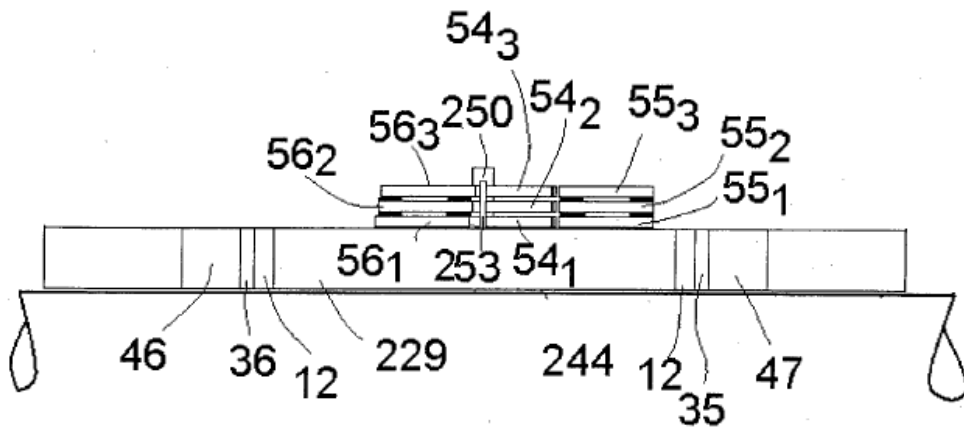


Fig 9b