

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 398 402**

51 Int. Cl.:

H01L 41/113 (2006.01)

H01L 31/058 (2006.01)

H02N 2/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.02.2008 E 08708791 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2012 EP 2118942**

54 Título: **Dispositivo de conversión de energía mecánica de impactos en energía eléctrica con rendimiento optimizado**

30 Prioridad:

08.02.2007 FR 0753151

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

15.03.2013

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET
AUX ENERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
BATIMENT D "LE PONANT" 25, RUE LEBLANC
75015 PARIS, FR**

72 Inventor/es:

**JAGER, THOMAS;
CHAILLOUT, JEAN-JACQUES;
DESSESSE, GHISLAIN y
GUIGON, ROMAIN**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 398 402 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 conversión de energía mecánica de impactos en energía eléctrica con rendimiento optimizado

5 Campo técnico y arte previo

La presente invención se refiere a un dispositivo de recuperación de energía mecánica en energía eléctrica, en particular a un dispositivo apto para transformar la energía liberada por choques de objetos que vienen a impactar contra una superficie deformable. Los objetos de los que se desea recuperar la energía de impacto pueden ser, por ejemplo, gotas lluvia, estando dispuesto entonces el dispositivo en un entorno exterior, u objetos rígidos, de tipo polvo, granos, etc. en un dispositivo de carga por ejemplo.

Se conocen dispositivos de recuperación de energía en forma de cinta que comprenden un elemento en material piezoeléctrico dispuesto en un flujo de líquido, por ejemplo agua, corriendo el flujo de manera sensiblemente paralela a la superficie del elemento en material piezoeléctrico. La deformación del elemento genera la aparición de una tensión en los terminales de electrodo a ambos lados del material piezoeléctrico.

Ahora bien, este dispositivo no permite una recuperación óptima de la energía procedente de impactos de objetos. En efecto, el dispositivo del estado de la técnica funciona por sollicitación continua del fluido de manera uniforme sobre toda su superficie. Ahora bien, en el caso de impactos de objetos, la localización de los impactos es aleatoria y discreta.

Por otra parte, este dispositivo no está adaptado a deformarse de manera óptima para choques transversales en la superficie del elemento en material piezoeléctrico.

Se conoce igualmente por el documento "Optimal design of piezoelectric cantilever for a micro power generator with microbubble" 2nd Annual International IEEE-EMBS Special Topic Conference on Microtechnologies in Medicine & Biology, May 2-4, 2002, Madison, Wisconsin EE.UU., Poster 102; páginas 424-427, una estructura de conversión piezoeléctrica deformada por el apoyo periódico de burbujas sobre una estructura deformable; esta estructura comprende una viga en material piezoeléctrico encastrada por un primer extremo y que comprende en un segundo extremo una placa destinada a recibir impactos. Esta estructura sólo es eficaz si el objeto que impacta viene a deformar la estructura en un lugar preciso. Si las burbujas vienen a impactar contra la viga directamente, la cantidad de cargas producida es muy escasa.

Por otra parte, las zonas de recuperación de energía formadas por la propia viga y la zona de impacto están separadas físicamente. Así, con relación a la superficie total del sistema, la zona eficaz es relativamente reducida.

Es por consiguiente un objetivo de la presente invención ofrecer un dispositivo de recuperación de energía procedente del impacto de objetos en una membrana, en el que la recuperación de energía es poco dependiente del lugar de impacto de los objetos en la membrana. Un dispositivo conocido se divulga en el documento US 4.404.490.

Exposición de la invención

El objetivo anteriormente enunciado es alcanzado por un dispositivo que comprende un elemento en material apto para generar una tensión eléctrica bajo la aplicación de un esfuerzo mecánico, suspendido según su mayor dimensión y que recibe directamente los impactos de los objetos cuya energía mecánica se quiere convertir; el elemento comprende, a ambos lados de su superficie, electrodos que se extienden a lo largo de su mayor dimensión.

En otros términos, el dispositivo es tal que se solicita el material transductor directamente y los electrodos se distribuyen a lo largo de toda la longitud del material. Eso permite reducir la influencia de la localización geográfica de los impactos en la membrana. Así pues, se alcanza un buen rendimiento de conversión sobre toda la superficie del material; la cantidad de energía recuperada es entonces sensiblemente la misma cualquiera que sea el lugar de impacto en la membrana.

Gracias a la presente invención, se aumenta la eficacia espacial del dispositivo de recuperación y se reduce muy apreciablemente la sensibilidad de la recuperación de energía en la zona solicitada mecánicamente por el impacto de un objeto o la acción de un fluido.

Las estructuras de conversión propuestas permiten pues recuperar la energía de objetos que vienen a impactar de manera uniforme contra toda la superficie del sistema. Ya no hay entonces separación física entre la zona de impacto y la zona de conversión y recuperación de energía formada por el material transductor de energía mecánica en energía eléctrica y los electrodos asociados. Gracias a la presente invención, se puede aumentar la eficacia de la recuperación de energía para sollicitaciones de distribución espacial aleatoria como puede ser por ejemplo el impacto de gotas de lluvia, de gotas procedentes de sistemas de aspersión, el impacto de partículas sólidas durante tamizaciones o cualesquiera transferencias por almacenamiento o utilización.

5 Se prevé realizar membranas en las cuales el material transductor está cubierto parcialmente por los electrodos. Los electrodos no son entonces ya íntegramente continuos en anchura (es decir, de la misma geometría que la membrana) sino que están divididos para formar cintas de anchura del mismo orden de magnitud que la de los objetos durante el impacto, lo que permite optimizar la recuperación de energía: de esta forma se maximiza la variación de deformación y esfuerzo medio bajo los electrodos evitando disipaciones eléctricas en las zonas no solicitadas mecánicamente.

10 Se prevé también una membrana agujereada para facilitar la evacuación de los objetos que impactan contra la membrana. En este modo de realización, la membrana puede estar formada por bandas discretas, yuxtapuestas paralelamente.

15 El dispositivo de recuperación de energía puede también servir para abastecer un sensor asociado o integrado, es decir, que el sensor está formado por la propia membrana.

20 La presente invención tiene entonces principalmente por objeto un dispositivo de conversión de energía mecánica de impactos de objetos en energía eléctrica, que comprende un almacén, una membrana suspendida sobre dicho almacén por al menos unos extremos longitudinales primero y segundo, estando destinada dicha membrana a ser impactada por dichos objetos en una dirección sensiblemente transversal a un plano medio de la membrana, comprendiendo dicha membrana un alma en material transductor de energía mecánica en energía eléctrica que se extiende desde el primer extremo longitudinal hasta el segundo extremo longitudinal, y al menos un electrodo sobre una primera cara del alma y al menos un electrodo sobre una segunda cara del alma, extendiéndose dichos electrodos desde el primer extremo longitudinal hasta el segundo, y cubriéndose al menos parcialmente. El dispositivo comprende una pluralidad de electrodos sobre la primera cara del alma y una pluralidad de electrodos sobre la segunda cara del alma, comprendiendo cada pluralidad de electrodos unas láminas discretas yuxtapuestas que se extienden desde el primer extremo longitudinal de la membrana hasta el segundo extremo longitudinal de la membrana, cubriéndose al menos parcialmente la pluralidad de electrodos sobre la primera cara y la pluralidad de electrodos sobre la segunda cara. Se aumenta aún la cantidad de energía así recuperada. El alma comprende luces que se extienden entre las láminas de electrodos.

30 Estas luces se extienden longitudinalmente desde el primer extremo longitudinal del alma hasta el segundo para definir una membrana en forma de bandas suspendidas yuxtapuestas. La membrana, más concretamente las bandas, que es de poca anchura, es más fácilmente deformable por un mismo impacto, lo que permite aumentar la cantidad de energía convertida. La anchura de las láminas es por ejemplo sensiblemente igual a la de las bandas. La longitud de las láminas se elige de un orden de longitud mayor que su anchura.

35 La anchura de los electrodos en forma de lámina es superior ventajosamente al tamaño de los objetos destinados a impactar contra la membrana.

40 Se puede prever que la membrana no esté sometida, en ausencia de impacto, a ninguna tensión mecánica, en el caso de choques aleatorios, así ella sufre una fuerte variación de deformación.

45 Se puede prever que la membrana esté sometida a una tensión mecánica determinada en ausencia de impacto de manera que la frecuencia de resonancia de la membrana coincide con la frecuencia de los impactos, en el caso de choques repetitivos a frecuencia regular, lo que permite aumentar aún más la cantidad de energía mecánica convertida en energía eléctrica.

El material transductor del alma puede por ejemplo ser un material piezoeléctrico o un material electroactivo.

50 El dispositivo según la presente invención puede también comprender un dispositivo de conversión de la energía solar en energía eléctrica que comprende células fotovoltaicas, estando hecha la membrana en materiales transparentes a la luz, estando dispuestas las células fotovoltaicas aguas abajo de la membrana con relación a la dirección de desplazamiento de los objetos.

55 La presente invención tiene también por objeto un sistema que comprende un dispositivo de conversión según la presente invención, y un sensor de una magnitud física, estando dicho sensor al menos parcialmente alimentado por el dispositivo de conversión.

60 En este sistema, la membrana puede formar la zona sensible del sensor, permitiendo obtener una información sobre los objetos que impactan contra dicha membrana.

Breve descripción de los dibujos

65 La presente invención se comprenderá mejor con ayuda de la descripción que viene a continuación y de los dibujos anexos en los cuales:

- la figura 1 es una representación esquemática en corte longitudinal de un primer modo de realización de un dispositivo de recuperación de energía,
- 5 - la figura 2 es una curva que representa la evolución de la energía recuperada en función de la zona de impacto en la membrana del dispositivo de recuperación de energía de la figura 1,
- la figura 3 es una vista en perspectiva de un segundo modo de realización de la membrana del dispositivo de recuperación de energía,
- 10 - la figura 4 es una vista en perspectiva de un modo de realización de la membrana del dispositivo según la presente invención,
- la figura 5 es una curva que representa la evolución de la energía recuperada en función de la anchura de una cinta que forma la membrana de la figura 4, teniendo esta cinta una longitud de 10 cm y un grosor de material transductor PVDF de 25 μm ,
- 15 - la figura 6 es una representación de un registro de la tensión recuperada en los terminales de los electrodos que cubren una cinta de PVDF de 25 μm de grosor y de 3 mm de ancho a lo largo de una longitud de 10 cm durante el impacto de una gota de lluvia de diámetro de 1 mm que tiene una velocidad de 3 mm/segundo,
- 20 - la figura 7 es una representación esquemática de una alternativa del primer modo de realización de una membrana de un dispositivo de recuperación de energía,
- la figura 8 es una representación esquemática en corte longitudinal de un sistema de recuperación de energía híbrido según la presente invención que integra el dispositivo representado en la figura 1 y células fotovoltaicas.

Exposición detallada de modos de realización particulares

30 En la figura 1, se puede ver un detalle de realización de un dispositivo de recuperación de energía que comprende una membrana 2 de dimensión longitudinal 1 y suspendida por un primer extremo longitudinal 4 en un soporte 6 y por un segundo extremo longitudinal 8 en un soporte 10.

Los soportes 6 y 10 forman parte de un bastidor rígido del dispositivo.

35 La membrana 2 comprende un alma 12 en material transductor de energía mecánica en energía eléctrica, un electrodo 14 dispuesto sobre su superficie superior y un segundo electrodo 16 dispuesto sobre su superficie inferior. Los términos "inferior" y "superior" se utilizan en relación con la figura 1 y no son en ningún caso limitativos, pudiendo tener la membrana una posición distinta a la horizontal.

40 Los electrodos 14 y 16 están dispuestos al menos parcialmente a plomada uno con respecto al otro a cada lado del alma 12.

La membrana 2 se extiende a lo largo de un eje X.

45 La flecha 18 simboliza el sentido de desplazamiento de los objetos destinados a impactar contra la membrana 2.

Los electrodos primero y segundo 14, 16 se extienden a lo largo de toda la longitud de la membrana 2 y cubren pues el alma 12 en material transductor a lo largo de toda su longitud.

50 Así la probabilidad de que objetos que impactan contra la membrana 2 entren en contacto con el electrodo 14 se aumenta con relación a los dispositivos del estado de la técnica.

55 La membrana 2 puede ser de forma cuadrada, rectangular o de cualquier forma adaptada y mantenida al menos por dos de estos extremos según su mayor dimensión. No es necesario que esta membrana esté tendida entre los dos soportes 6, 10.

60 Los electrodos 14 y 16 conductores pueden ser realizados, por ejemplo, por depósito o pulverización catódica de algunos nanómetros de grosor de un material conductor tal como, por ejemplo, el cobre, el níquel, o el polvo de carbono. Estos electrodos limitan entonces distintas zonas de generación eléctrica sobre la superficie de la membrana 2.

De manera ventajosa, es preferible realizar membranas de forma alargada y que tengan un bajo grosor con el fin de maximizar la transferencia de energía en el impacto de un objeto sobre la estructura.

65 En el caso particular de una conversión piezoeléctrica para una geometría de tipo membrana, se aplica la fórmula siguiente:

$$U_{elec} = \frac{1}{2} \frac{k^2}{Y} \Delta\sigma_{moy}^2 = \frac{1}{2} k^2 Y \Delta\varepsilon_{moy}^2$$

5 siendo Y el módulo de Young del material piezoeléctrico, siendo k^2 el coeficiente de acoplamiento electromecánico del material piezoeléctrico, siendo $\Delta\sigma_{moy}$ la variación de esfuerzo medio en el material, y siendo $\Delta\varepsilon_{moy}$ la variación de deformación media en el material.

10 Todo indica pues, para maximizar la tensión eléctrica en los terminales de los electrodos 14, 16 y por lo tanto la transferencia de energía, que es preferible maximizar la variación de esfuerzo medio y la variación de deformación media de la membrana. Esto se obtiene con un sistema que puede deformarse sobre una gran extensión, es decir con un sistema largo y de bajo grosor, lo que permite obtener localmente variaciones de esfuerzo medio importante.

15 Por otra parte, para maximizar la recuperación de energía a lo largo de toda la longitud de la membrana, cualquiera que sea la posición axial del impacto en la membrana, la dimensión longitudinal de los electrodos 14 y 16 está prevista sensiblemente igual a la de la membrana, en particular del material transductor.

En consecuencia, se considerará x la coordenada de una zona de impacto según el eje longitudinal X que sale del soporte 6.

20 En la figura 2, se puede ver la variación de la relación de la energía recuperada $E_r(x)$ con un impacto que tiene lugar en un punto de dado x sobre la energía recuperada E_{rc} con un impacto que tiene lugar en el centro de la membrana en función de la relación de x sobre la longitud total 1 de la membrana. Esta curva se ha trazado para una membrana de 10 cm de longitud, de 10 cm de ancho y de 25 μm de grosor, siendo el objeto que venía a impactar contra la membrana una gota de agua de 1 mm de diámetro que se desplazaba a 3 m/segundo.

25 Se constata que la relación de la energía recuperada en x sobre la energía recuperada en el centro de la membrana varía muy poco en función de x; en efecto esta relación varía entre 0,975 y 1. Así se obtiene un dispositivo de conversión de energía mecánica en energía eléctrica cuya eficacia de recuperación es muy poco dependiente de la posición del impacto en toda la superficie de la membrana.

30 El alma 12 de la membrana 2 puede realizarse en material piezoeléctrico masivo tal como PZT (titano-zirconato de plomo) o polímeros como el PVDF (polifluoruro de vinilideno), o con ayuda de polímeros electroactivos como, por ejemplo, un polímero dieléctrico Acrylic VHB 4910 ® de la sociedad 3M.

35 La elección del material y la elección de su grosor dependen de las sollicitaciones mecánicas aplicadas al sistema: para impactos de gotas de agua, cuyo diámetro se incluye entre 1 y 5 mm, puede seleccionarse una membrana en PVDF que tenga un grosor de una decena de micrómetros, ésta va a poder deformarse de forma importante a raíz de los impactos de las gotas.

40 Para objetos más voluminosos y más pesados, por ejemplo granos de cereales, o partículas rocosas, se pueden utilizar una película PVDF más gruesa (del orden de algunos centenares de micrómetros) o un elemento mecánicamente más rígido como el PZT o un polímero electroactivo grueso de tipo dieléctrico (grosor superior a 100 μm - 1 mm).

45 Del mismo modo, el medio en el cual el dispositivo se coloca puede ser determinante para la elección del material transductor.

50 En el caso de un medio húmedo, lo óptimo en términos de producción de energía y resistencia mecánica puede obtenerse con los materiales electroactivos de tipo IPMC. Por otra parte, la elección entre materiales piezoeléctricos o electroactivos puede hacerse también, por ejemplo, según el rango de las frecuencias de excitación. Por ejemplo, para frecuencias de excitación superiores al kHz, los materiales piezoeléctricos están particularmente adaptados; por el contrario, para frecuencias de excitación inferiores al kHz, los materiales electroactivos parecen más adecuados.

55 De una manera general, la elección está condicionada generalmente por un óptimo entre la energía recuperada, para lo cual se busca en general obtener deformaciones importantes, por lo tanto tener sistemas de bajo grosor, y la resistencia mecánica que impone un grosor mínimo con el fin de garantizar la solidez y la vida útil del dispositivo de recuperación de energía.

60 Además, como se mencionó anteriormente, no es necesario que la membrana esté suspendida de manera tendida. Esto es especialmente ventajoso en el caso de choques aleatorios, tales como los de las gotas de lluvia o cualesquiera granos sólidos. Se puede prever entonces que en vacío, no se aplique ninguna tensión mecánica a la membrana, así la membrana vibrante sufrirá a cada choque una fuerte variación de deformación, maximizando la

cantidad de energía mecánica que puede ser convertida en energía eléctrica.

En el caso de choques repetitivos a frecuencia regular, al contrario puede ser ventajoso suspender la membrana bajo tensión. Se dimensiona entonces la membrana y/o se elige una tensión mecánica a la cual se somete en vacío con el fin de que la frecuencia de resonancia de la membrana coincida con la frecuencia de los impactos, lo que permitirá aumentar la cantidad de energía mecánica convertida en energía eléctrica.

La tensión mecánica puede regularse previendo soportes 6, 10 montados sobre carriles para poder distanciarlos uno del otro.

En la figura 3, se puede ver un segundo modo de realización de una membrana para dispositivo de recuperación de energía de impacto; este modo de realización es especialmente ventajoso puesto que permite optimizar la cantidad de energía recuperada.

La membrana 102 representada en la figura 3 comprende un alma 112 en material transductor de energía mecánica en energía eléctrica, sobre el cual están dispuestos unos electrodos 114, 116 que se extienden a lo largo de toda la longitud de las caras superior e inferior del alma 112 respectivamente.

Según este segundo modo de realización, la membrana comprende varios electrodos 114 dispuestos sobre la superficie superior de este alma 112 y varios electrodos 116 dispuestos sobre la superficie inferior de la membrana 102.

Cada electrodo 114 está dispuesto al menos parcialmente a plomada con respecto a un electrodo 116.

Estos electrodos 114, 116 forman bandas paralelas distribuidas sobre toda la anchura del alma 112, estando dispuestos los electrodos 116 a plomada con respecto a los electrodos 114. En el primer modo de realización, los electrodos 14, 16 forman una capa continua sobre cada una de las caras del alma 12 respectivamente.

Esta distribución discreta de los electrodos 114, 116 permite optimizar la recuperación de energía sobre toda la superficie de la membrana 102 y esto limitando el desplazamiento de las cargas y su distribución simétrica.

En efecto, cuando un objeto viene a impactar contra la superficie superior de la membrana 2, el alma 12 se deforma, generando la aparición de una tensión en el material transductor a causa de la asimetría de la distribución de las cargas. La energía generada se almacena entonces en medios de almacenamientos eléctricos, tipo batería.

En el caso de los electrodos 14, 16 representados en la figura 1 que cubren de manera continua toda la superficie superior y toda la superficie inferior del alma 12, las cargas pueden desplazarse en el alma 12 por medio de los electrodos 12, 14. Por el contrario, en el caso de una distribución discreta de los electrodos 114, 116 sobre la superficie superior del alma y la superficie inferior del alma 12, el desplazamiento de las cargas se limita y se aumenta la cantidad de energía recuperada.

Los inventores han observado entonces que, aunque la cantidad de energía potencialmente recuperable es inferior a la del dispositivo de la figura 1 con electrodos 14, 16 continuos, la cantidad de energía efectivamente recuperada con el dispositivo de la figura 3 es superior.

La anchura de los electrodos se elige para ser superior al orden de magnitud del tamaño de los objetos que vienen a impactar contra la superficie de la membrana 2. Por ejemplo, en el caso de gotas de agua de diámetro de 1 mm y cuyo impacto tiene un diámetro de 4 mm, la anchura de los electrodos es superior a 4 mm.

En la figura 5, está representada la evolución de la energía eléctrica recuperada E_r en función de la anchura L de los electrodos en milímetros.

El elemento transductor tiene una longitud de 10 cm, un grosor de 25 μm , el alma 212 está hecha de PVDF y cubierta por ambos lados de electrodos con una capa de níquel de algunos nanómetros de grosor que no perturban el comportamiento mecánico de la membrana. El objeto que viene a impactar contra la superficie de este elemento es una gota de lluvia de diámetro de 1 mm cuyo diámetro en el impacto puede extenderse hasta 4 mm. Se constata, con la lectura de este gráfico, que la anchura de electrodo de 10 mm permite recuperar el máximo de la energía transmitida durante el impacto aunque un electrodo más ancho pueda aportar energías equivalentes.

Pero en ese caso, por una parte, la energía disipada por un electrodo que cubre todo el alma será más importante, por lo tanto presentará un rendimiento global más escaso y, por otra parte, la forma bajo la cual la energía se recupera en el caso de estrechos electrodos se adapta más a los circuitos electrónicos de gestión y recuperación de esta energía.

Por ejemplo, para un alma en material piezoeléctrico, una lámina estrecha permite obtener tensiones recuperadas más elevadas para una energía dada, lo que limitará las pérdidas en el tratamiento de la señal, en particular, en la

etapa de rectificación para convertir la señal alternativa en señal continua.

En la figura 4, se puede ver un modo de realización de una membrana de recuperación de energía de impacto.

5 La membrana 202 está formada, en este modo de realización, por una pluralidad de elementos 202' discretos dispuestos paralelamente unos con relación a otros y fijados por cada uno de sus extremos longitudinales en soportes 206, 208.

10 Cada elemento discreto 202' comprende un alma 212 en material transductor cubierto por ambos lados por electrodos 214, 216 que se extienden a lo largo de toda la longitud del alma 212.

La anchura de estos elementos 202' que forman bandas o láminas es sensiblemente del mismo orden de magnitud que el diámetro del objeto cuya energía de impacto se desea recuperar.

15 Según este modo de realización, se vuelve independiente mecánicamente cada uno de los elementos transductores. La deformación de cada uno de los elementos se aumenta con relación a los modos de realización representados en las figuras 1 y 3, puesto que el esfuerzo implicado por el impacto del objeto en un elemento 202' no es "amortiguada" por una conexión mecánica con los otros elementos 202'.

20 En el caso de los dispositivos de las figuras 1 y 3, cuando un objeto viene a impactar contra la superficie de la membrana 2, 102, el esfuerzo aplicado por el objeto, que se orienta de manera sensiblemente perpendicular a la superficie de la membrana 202, causa una deformación a la vez en la dirección perpendicular a la membrana, pero también en una dirección paralela a la superficie de la membrana. La deformación total es tanto más reducida cuanto más importante es la energía necesaria para la deformación en el plano de la membrana. En el caso de
25 elementos discretos 202', puesto que cada elemento discreto 202' se extiende muy poco de manera lateral, la energía necesaria para su deformación es muy escasa. Por lo tanto, la deformación en una dirección perpendicular a la membrana, más concretamente a cada uno de los elementos discretos 202', es más importante, y por consiguiente la energía eléctrica recuperada por conversión de la energía mecánica es más importante.

30 El dispositivo de la figura 4 presenta también la ventaja de permitir una evacuación de los objetos que vienen a impactar contra la membrana. En efecto, éstos pasan a través de los espacios que separan los elementos discretos 202', dado que se eligió la anchura de estos espacios en función de la dimensión de los objetos que vienen a impactar contra la membrana 202.

35 Se va a dar ahora un ejemplo de dimensionamiento de un dispositivo según la figura 4.

En el caso en el que el dispositivo se aplica a la recuperación de energía de impacto de gotas de un líquido, por ejemplo del agua u otro, el dispositivo se puede dimensionar de la siguiente manera:

40 El dispositivo de conversión comprende un conjunto de láminas, encastradas por cada uno de sus extremos y distribuidas de manera uniforme. Estas láminas se forman por un material convertidor de energía mecánica en energía eléctrica, por ejemplo un polímero piezoeléctrico (tipo PVDF) o un polímero electroactivo. Se cubre cada lámina de un electrodo inferior y de un electrodo superior, cubriendo el polímero, extendiéndose estos electrodos a lo largo de toda la longitud de las láminas. Los electrodos superiores se hacen ventajosamente de manera continua,
45 por ejemplo de un sólo componente entre los extremos longitudinales de las láminas ancladas para garantizar la conexión eléctrica entre todos los electrodos superiores. Asimismo, para los electrodos inferiores, están hechos ventajosamente de un sólo componente. Este método particular de realización permite simplificar la realización de las conexiones eléctricas, puesto que bastan dos conexiones para cada conjunto de electrodos.

50 La anchura de las láminas se determina en función del tamaño de los objetos que impactan contra las láminas, por ejemplo en el caso de gotas, la anchura de las láminas es del orden de magnitud del diámetro de la gota extendida después de impacto. En el caso de una gota de lluvia de 1 mm de diámetro, el diámetro después de esparcirse es de 4 mm, por lo tanto la anchura de las láminas es elegida al menos igual al diámetro después de esparcirse, por ejemplo del orden de 4 mm.

55 Por otra parte, la longitud de las láminas se elige al menos de un orden de magnitud mayor que su anchura.

Se elige por otro lado un espaciado entre las láminas de modo que sea a lo sumo igual al de las gotas de agua antes del impacto, así incluso en el caso de que las gotas pasen entre las láminas, impactan contra las láminas y una parte
60 de su energía es recuperada. Por ejemplo, el espaciado entre las láminas se elige del orden del diámetro de las gotas antes del impacto.

En el caso de la recuperación de energía de gotas de lluvia de 1 mm, se puede pues realizar un dispositivo cuyas láminas son en PVDF de 25 mm de grosor, de 4 mm de anchura y de 10 cm de longitud, estando espaciadas 1 mm
65 estas láminas.

Está claro que una membrana que lleva luces que se extienden sobre la totalidad o parte de la longitud de la membrana entre los electrodos no sale del marco de la presente invención.

5 Se puede también prever inclinar la superficie de la membrana para facilitar la evacuación por gravedad de los objetos que vienen a impactar contra la superficie de la membrana.

10 En la figura 6, se puede ver un ejemplo de tensión recuperada U_r en función del tiempo t en los terminales de una membrana de 10 cm de longitud, de 3 mm de anchura y de 25 μm de grosor cuyo alma es de PVDF, siendo el objeto que viene a impactar una gota de lluvia de 1 mm de diámetro y que tiene una velocidad de 3 mm/segundo antes del impacto. La escala para este registro es de 40 milisegundos por división en abscisas y de 1 voltio por división en ordenadas. Se constata entonces que la tensión recuperada U_r alcanza un valor V de varios voltios.

15 En la figura 7, se puede ver una alternativa de realización de la membrana 2' del dispositivo de la figura 1. La membrana 2' comprende orificios 20 para permitir la evacuación de los objetos que vienen a impactar contra la superficie de la membrana 2', el electrodo superior 14 e inferior (no visible) se extienden de manera continua sobre el alma 12, y a lo largo de toda la longitud de la membrana 2'.

20 Los orificios 20 están representados circulares, pero pueden tener cualquier otra forma, por ejemplo con forma de ranura.

25 Estos dispositivos de recuperación de energía, en el caso de la recuperación de la energía de los impactos de las gotas de lluvia, están por lo tanto destinados a ser implementados en un entorno exterior. Están por lo tanto particularmente adaptados para asociarse a otro dispositivo de recuperación de energía, en particular un dispositivo de recuperación de la energía solar.

En la figura 8, se puede ver un sistema de recuperación de energía híbrido que permite a la vez recuperar la energía solar por medio de células fotovoltaicas y recuperar la energía de impacto de las gotas de lluvia.

30 Para eso, el dispositivo híbrido comprende una membrana 302 según la presente invención, transparente a la luz, suspendida entre dos soportes 306, 310, eligiéndose el material transductor por ejemplo entre los materiales piezoeléctricos o los polímeros dieléctricos acrílicos, y células fotovoltaicas 322 dispuestas por debajo de la membrana transductora en el sentido de desplazamiento de las gotas de lluvia, de manera sensiblemente paralela a la membrana 302.

35 La membrana comprende un alma 312 y unos electrodos 314, 316 a ambos lados del alma y que se extienden a lo largo de toda la longitud 1 de la membrana.

40 Así, en caso de tiempo soleado, la luz cruza la membrana 302 y excita las células fotovoltaicas. En presencia de un tiempo lluvioso, las gotas de lluvia o el granizo vienen a impactar contra la membrana.

Este dispositivo está por lo tanto particularmente adaptado para funcionar en un entorno natural bajo distintas condiciones meteorológicas: en condiciones lluviosas y en condiciones soleadas. Se aumenta pues la cantidad de energía recuperada.

45 Los dispositivos de recuperación de energía según la presente invención se asocian por supuesto a medios de almacenamiento de esta energía eléctrica (no representados); siendo éstos conocidos por el experto en la técnica, no se detallarán aún más en la presente solicitud.

50 Todos los dispositivos de conversión de energía según la presente invención pueden asociarse o integrarse a un sensor alimentado al menos en parte por la energía eléctrica recuperada por conversión de la energía de impacto.

55 Este sensor puede, por otro lado, de manera ventajosa, utilizar la membrana tal como se describe como sistema de medición. En el caso de choques, puede tratarse de un contador de impactos, de la medición de la frecuencia de los impactos, de la medición del tamaño o la masa de las partículas que vienen a impactar contra la membrana. Este sistema puede entonces permitir, por ejemplo en el caso de un dispositivo de conversión de energía dispuesto en un medio natural, obtener información sobre la cantidad de lluvia caída o sobre la frecuencia de los chubascos en este entorno.

60 El dispositivo según la presente invención puede combinar a la vez una función de recuperación de energía y una función de sensor.

El dispositivo puede en efecto permitir recoger información a partir de las características del impacto, tratando esta información sobre las características del dispositivo en sí mismo.

65 Por ejemplo, el impacto de una gota excita una frecuencia de resonancia de la lámina o la membrana, frecuencia de resonancia que se detecta sobre el gráfico de la figura 6 por la presencia del pico de tensión designado por V . Esta

frecuencia de resonancia está vinculada a las características mecánicas y geométricas de la membrana, en particular a su grosor, a su longitud, al tipo de material que lo constituye, etc. Se puede pues, midiendo una variación de esta frecuencia de resonancia durante el tiempo, detectar por ejemplo una variación del grosor de las láminas. Se puede así detectar un aumento del grosor de la membrana o las láminas por aumento de su rigidez y así deducir la presencia de un depósito de un material sobre la membrana, tipo calcáreo o depósito orgánico, y determinar el grosor de este depósito. Esta información puede entonces utilizarse para prever un mantenimiento del dispositivo, por ejemplo una limpieza o una sustitución de la membrana.

Además, de manera especialmente ventajosa, la medición de este cambio de característica puede hacerse de manera completamente autónoma, aportándose directamente la energía necesaria para esta medición por el impacto de las gotas.

Como se describió anteriormente, los dispositivos de conversión de energía de impactos según la presente invención pueden utilizar objetos "sólidos", como granos de cereales o grava; el dispositivo de recuperación se implementa entonces en dispositivos de relleno o de carga.

En los modos de realización descritos, la membrana recibe los impactos en una sola de sus caras, pero un dispositivo de conversión en el cual la membrana es impactada por sus dos caras no sale del marco de la presente invención.

Se han realizado por lo tanto sistemas de recuperación de energía mecánica de vibración de tipo membrana, solicitada por el impacto de objetos, en los que la geometría del sistema se optimiza para hacer la recuperación de energía eficaz sobre toda la superficie ofrecida a las sollicitaciones mecánicas, independientemente de la localización o de las zonas mecánicamente sollicitadas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de conversión de energía mecánica de impactos aleatorios de objetos distintos en energía eléctrica, que comprende un armazón rígido, una membrana (202, 302) suspendida sobre dicho armazón por al menos unos extremos longitudinales primero (4) y segundo (8), estando destinada dicha membrana (202, 302) a ser impactada por dichos objetos en una dirección sensiblemente transversal a un plano medio de la membrana (202, 302), comprendiendo dicha membrana (202, 302) un alma (212, 312) en material transductor de energía mecánica en energía eléctrica que se extiende desde el primer extremo (4) longitudinal hasta el segundo extremo (8) longitudinal, comprendiendo dicho dispositivo una primera pluralidad de electrodos (214) sobre la primera cara del alma (212) y una segunda pluralidad de electrodos (216) sobre la segunda cara del alma (212), comprendiendo el alma (212) luces que se extienden longitudinalmente, comprendiendo cada pluralidad de electrodos (214, 216) unas láminas discretas yuxtapuestas que se extienden desde el primer extremo longitudinal de la membrana (202) hasta el segundo extremo longitudinal de la membrana (202), cubriéndose al menos parcialmente las pluralidades primera y segunda de electrodos, extendiéndose longitudinalmente dichas luces del alma (212) entre las láminas de electrodos desde el primer extremo longitudinal del alma (212) hasta el segundo para definir una membrana (202) en forma de bandas suspendidas yuxtapuestas (202'), caracterizado porque la longitud de las láminas se elige al menos de un orden de magnitud mayor que su anchura.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el cual los medios para regular la tensión mecánica de la membrana comprenden unos soportes (206, 210) de los extremos longitudinales de la membrana, montados sobre carriles para poder alejarlos uno del otro.
3. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 2, en el cual la anchura (L) de los electrodos (214, 216) en forma de lámina es superior al tamaño de los objetos destinados a impactar contra la membrana (202).
4. Dispositivo según la reivindicación 3, destinado a recuperar la energía de impacto de objetos que tienen un diámetro antes del impacto en la membrana y un diámetro después del impacto en la membrana, presentando las láminas de electrodos una anchura al menos igual al diámetro después del impacto y presentando las luces una anchura a lo sumo igual al diámetro antes del impacto.
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual la anchura (L) de las láminas es sensiblemente igual a la de las bandas (202').
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual la membrana (202, 302) no está sometida en ausencia de impacto a ninguna tensión mecánica.
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual la membrana (202, 302) está sometida a una tensión mecánica determinada en ausencia de impacto de tal modo que la frecuencia de resonancia de la membrana coincide con la frecuencia de los impactos.
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el cual el alma (212, 312) es de material piezoeléctrico o de material electroactivo.
9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el cual los objetos destinados a impactar contra la membrana son gotas de agua.
10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende también un dispositivo de conversión de la energía solar en energía eléctrica que comprende células fotovoltaicas (322), haciéndose la membrana (302) en materiales transparente a la luz, disponiéndose las células fotovoltaicas (322) aguas abajo de la membrana (302) con relación a la dirección de desplazamiento de los objetos.
11. Sistema que comprende un dispositivo de conversión según una de las reivindicaciones 1 a 10, y un sensor de una magnitud física, estando alimentado dicho sensor al menos parcialmente por el dispositivo de conversión.
12. Sistema según la reivindicación 11, en el cual la membrana forma la zona sensible del sensor, permitiendo obtener una información sobre los objetos que impactan contra dicha membrana.
13. Sistema según la reivindicación 11 ó 12, en el cual la membrana forma la zona sensible del sensor, estando destinado el sensor a detectar una variación de una característica de la membrana por detección de una variación de frecuencia de resonancia de la membrana.
14. Utilización del dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 10 para recuperar la energía de impactos de gotas de agua.

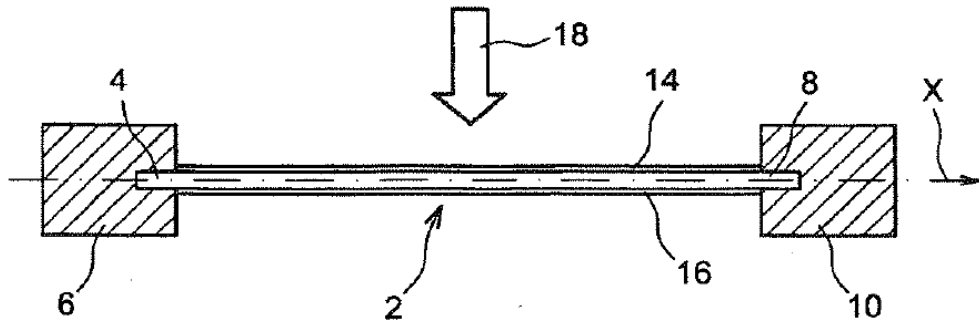


FIG. 1

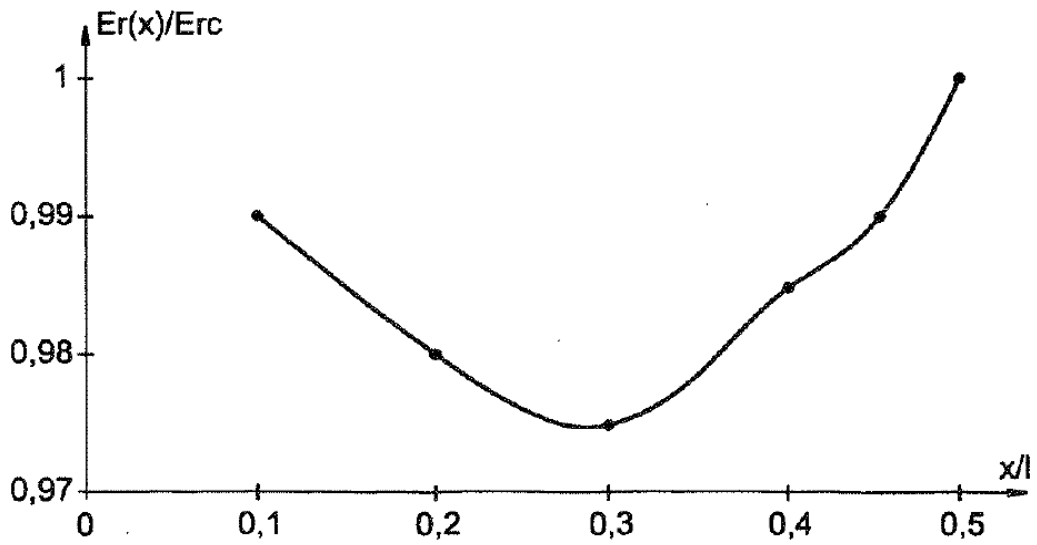


FIG. 2

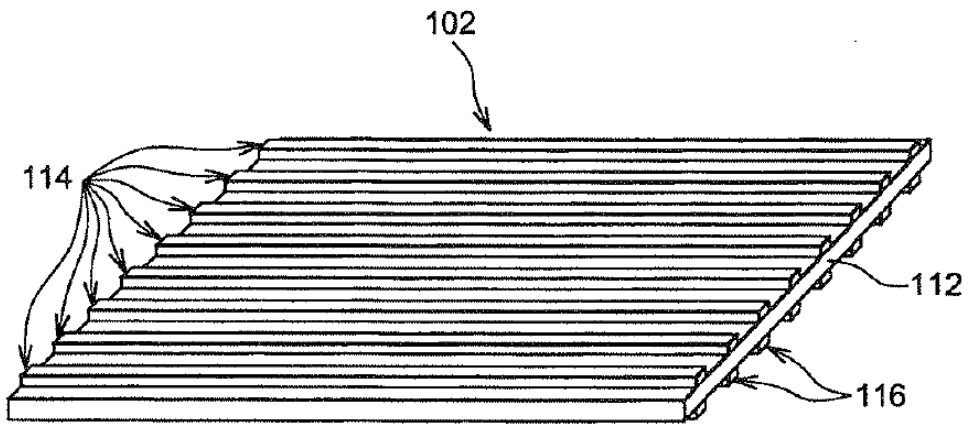


FIG. 3

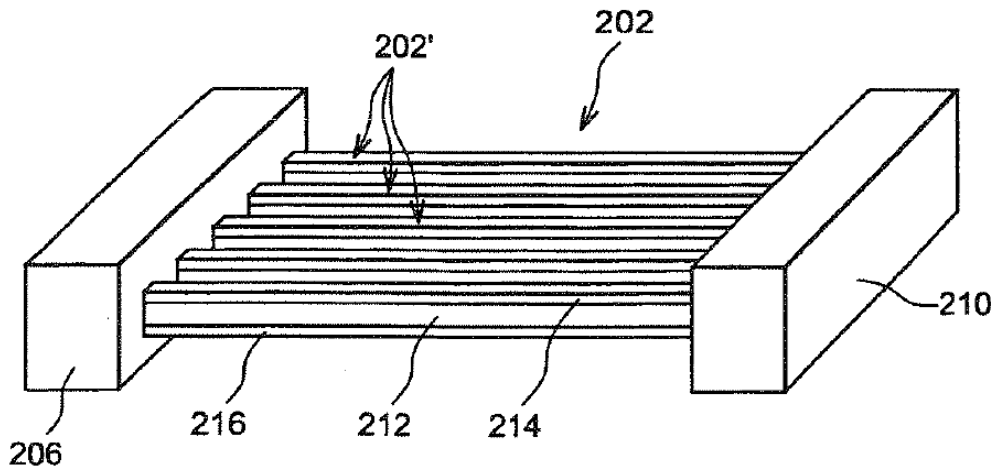


FIG. 4

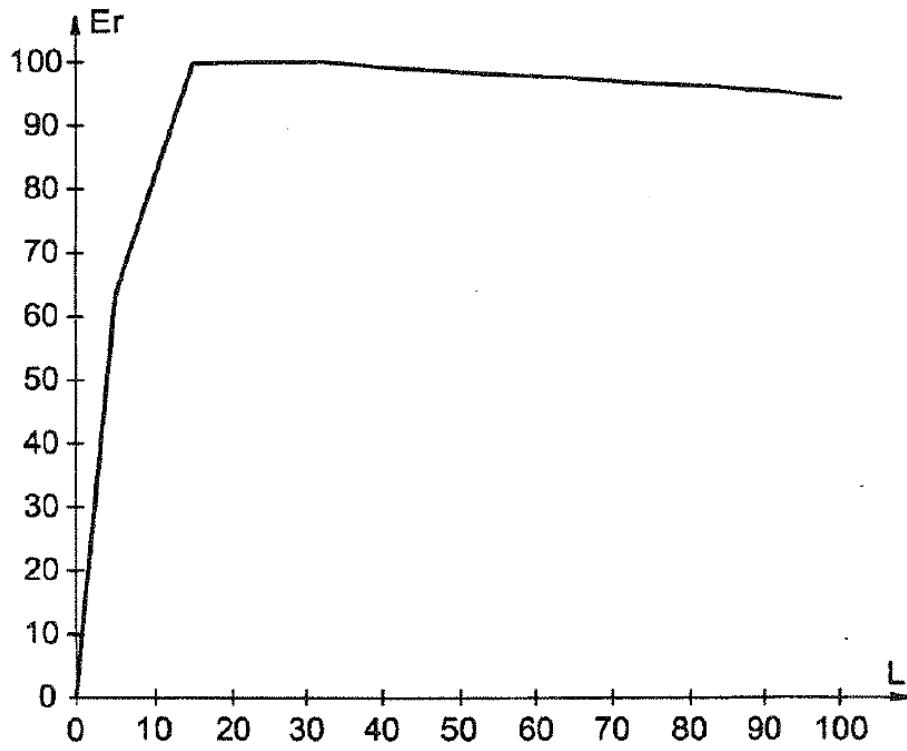


FIG. 5

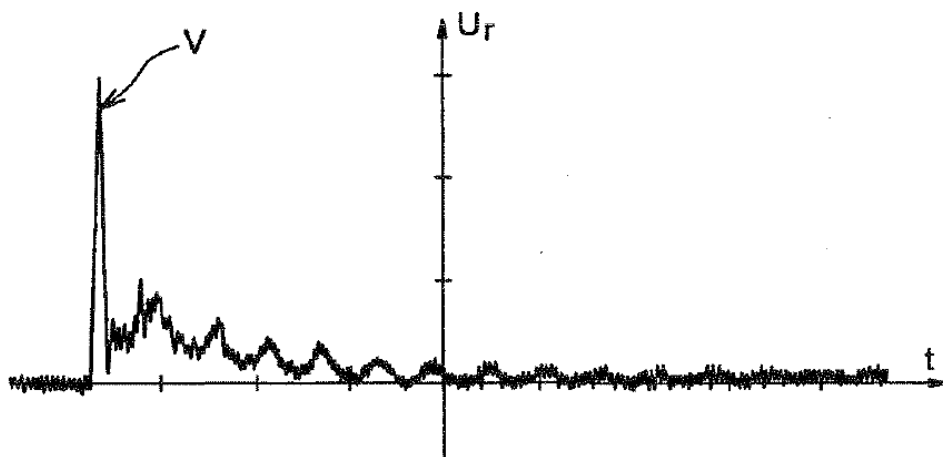


FIG. 6

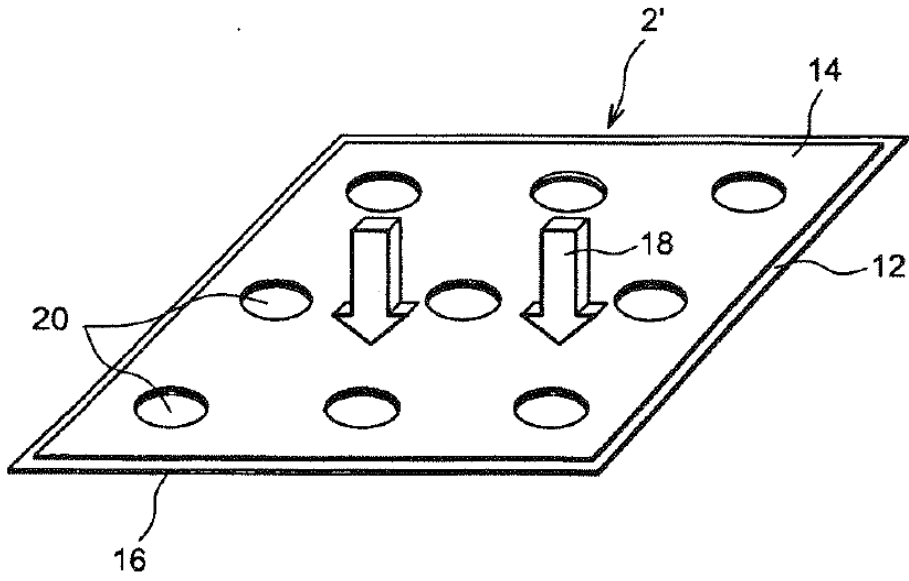


FIG. 7

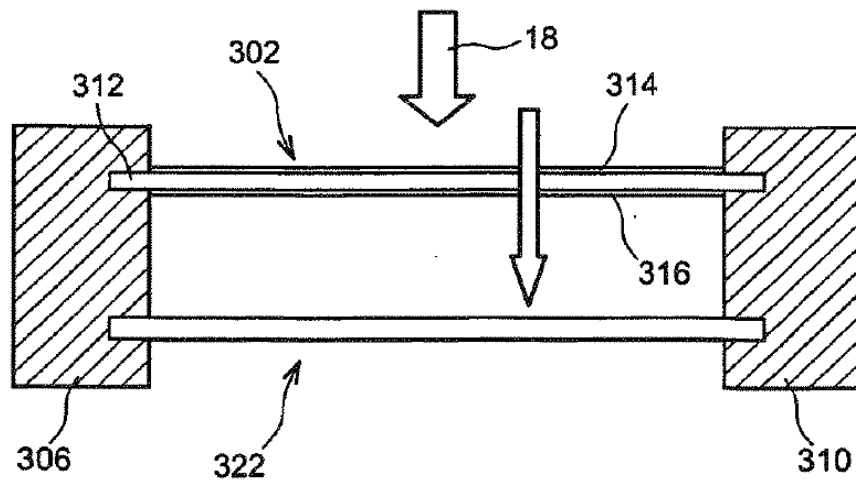


FIG. 8