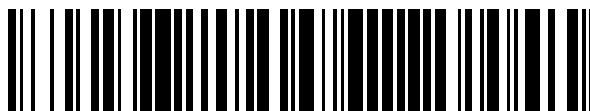


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 887**

51 Int. Cl.:

**H01L 41/00** (2013.01)

**H01L 41/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.07.2010 PCT/US2010/001885**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.01.2011 WO11002514**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2010 E 10794493 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2018 EP 2449610**

54 Título: **Dispositivo magnetostrictivo piezoeléctrico**

30 Prioridad:

**02.07.2009 US 270080 P**

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

**19.03.2018**

73 Titular/es:

**COOPER TIRE & RUBBER COMPANY (100.0%)  
701 Lima Avenue  
Findlay, OH 45840, US**

72 Inventor/es:

**TUCKER, RANDALL, L.**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 659 887 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 magnetostrictivo piezoeléctrico

**5 Antecedentes de la invención**

La presente invención está dirigida a un dispositivo magnetostrictivo piezoeléctrico adecuado como dispositivo independiente de generación de potencia para alimentar dispositivos electrónicos, o como componente de un dispositivo de identificación de radiofrecuencia (RFID) de un tipo que puede ser utilizado para monitorizar varias funciones de un neumático tal como el número de vueltas, la velocidad o la presión de aire. Patentes que muestran el uso de dispositivos RFID para su uso con neumáticos incluyen la patente de EE.UU. nº 7.504.947 del inventor. Otros dispositivos, que incluyen dispositivos RFID, que pueden ser incorporados en una superficie o en el interior de la estructura de un neumático para monitorizar diversas funciones relativas al neumático, incluyen las siguientes patentes de EE.UU.: 5.562.787; 5.741.966; 6.062.072; 6.856.245; 6.897.770; 7.009.576, y 7.186.308.

El documento US 6.809.516 B1 describe un dispositivo generador de potencia que, en una realización, comprende una lámina de material piezoeléctrico que tiene la capacidad de generar un campo eléctrico cuando se somete a esfuerzo mecánico, y que tiene una primera superficie y una segunda superficie separadas entre sí y sustancialmente paralelas, y una pluralidad de varillas o fibras magnetostrictivas incrustadas en el material piezoeléctrico y que se extienden desde la primera superficie hacia la segunda superficie, en donde dichas varillas o fibras magnetostrictivas son circulares, cilíndricas, y están posicionadas en una pluralidad de filas longitudinales que se extienden en trayectorias paralelas en una primera dirección, y una pluralidad de filas en anchura que se extienden en trayectorias paralelas en una segunda dirección perpendicular a la primera dirección.

**25 Sumario de la invención**

La presente invención proporciona un dispositivo generador de potencia que tiene las características de la reivindicación 1 independiente, y un método para generar potencia eléctrica según se reivindica en la reivindicación 5 independiente. Las realizaciones preferidas de la presente invención constituyen el objeto de las reivindicaciones dependientes.

La presente invención está dirigida a un dispositivo que tiene una estructura piezoeléctrica que incluye una matriz de orificios, de los que al menos algunos están rellenos con un compuesto generador de estrés o tensión tal como un material magnetostrictivo. Cuando el material magnetostrictivo se somete a un cambio de magnetización, experimenta un cambio de forma con el resultado de que el material magnetostrictivo de los orificios del material piezoeléctrico imparte un estiramiento o deformación sobre el material piezoeléctrico para provocar con ello la generación de potencia eléctrica.

Los objetos y ventajas de la presente invención resultarán evidentes para los expertos en la materia con la revisión de la descripción detallada que sigue de las realizaciones preferidas y de los dibujos que se acompañan.

**En los dibujos**

La figura 1 es una vista en planta del dispositivo magnetostrictivo piezoeléctrico de la presente invención.

La figura 2 es una vista a mayor escala de una porción de la figura 1 que muestra una forma de alineamiento de orificios en la lámina piezoeléctrica.

La figura 3 es una vista en sección tomada a través del dispositivo de la figura 1.

La figura 4 es una vista similar a la figura 2 de una realización modificada que muestra una matriz alternativa de orificios en la lámina piezoeléctrica.

**Descripción detallada de la o las realizaciones preferidas**

Haciendo referencia a la figura 1 y a la figura 3, se ha mostrado el dispositivo 10 magnetostrictivo piezoeléctrico de la presente invención. El dispositivo comprende una lámina 12 de un material piezoeléctrico tal como cuarzo, topacio, azúcar de caña, sal Rochelle, cristales artificiales, cerámica de potencia tal como Langasite, titanato de bario, o polímeros tales como fluoruro de polivinilideno (PVDF). No existe ningún requisito de forma o de tamaño particular en cuanto a la longitud o la anchura de la lámina 12; sin embargo, con preferencia, ésta se encuentra en la gama de 0,1 a 200 milímetros (mm) de longitud y de 0,1 a 200 mm de anchura. El espesor de la lámina 12 piezoeléctrica debe estar comprendido en la gama de 0,005 a 1,0 mm.

Según se conoce bien, el material piezoeléctrico tiene la capacidad de generar potencial eléctrico cuando se somete a un esfuerzo mecánico aplicado. Sacando ventaja de esta propiedad de los materiales piezoeléctricos, la lámina 12 tiene formada en la misma una matriz de orificios 14 que están rellenos con materiales magnetostrictivos que

convierten la energía magnética en energía mecánica al presentar un cambio de longitud o de anchura tras ser sometida a un cambio de energía magnética. Los materiales magnetostrictivos pueden incluir cobalto, Terfenol-D, una aleación de hierro-galio conocida con la marca Galfenol y aleaciones tales como NiMnGa. Adicionalmente, se pueden utilizar ferro-fluidos diseñados específicamente, para inducir el estrés en el dispositivo. Aunque la figura 1 muestra los orificios 14 solamente a lo largo de los bordes longitudinales y de un borde en anchura, debe entenderse que los orificios 14 estarán con preferencia formados sustancialmente a través de toda la lámina 12 ya sea según el patrón mostrado en la figura 2 o ya sea según el patrón mostrado en la figura 4.

Según se ha indicado anteriormente, el material piezoeléctrico tiene la propiedad de generar un potencial eléctrico en respuesta a un esfuerzo mecánico aplicado. Según la presente invención, tal esfuerzo mecánico puede ser impartido selectivamente a la lámina piezoeléctrica 12 colocando en los orificios 14 un material magnetostrictivo tal como uno de los materiales mencionados con anterioridad u otro material que tenga propiedades similares.

Bajo la realización de la figura 2, los orificios 14, que pueden ser de cualquier tamaño, están situados en una matriz alineada, de tal modo que todos los orificios 14 que se extienden en una dirección longitudinal están en una de un número de filas en línea recta alineadas, y todos los orificios 14 que se extienden según una dirección en anchura están también en una de una serie de filas en línea recta alineadas que se extienden en anchura sin ninguna interrupción. Los orificios 14 pueden ser tan pequeños como un nanómetro y tan grandes como se desee. Los espacios entre las filas alineadas de orificios 14 se extienden tanto en la dirección longitudinal como en anchura en la lámina 12 sobre trayectorias en línea recta sin interrupción. Los espacios entre los orificios 14 alineados en la dirección longitudinal han sido designados con el número 16 y los espacios entre los orificios 14 alineados en la dirección en anchura han sido designados con el número 18.

En contraste con la realización de la figura 2, en la figura 4 se ha mostrado una realización modificada en la que las filas de orificios 14 tienen una matriz alternativa con respecto a las filas de orificios que se extienden según la anchura de la lámina 12. De ese modo, según se puede apreciar claramente en la figura 4, los orificios 14A definen un primer conjunto de filas que se extienden según la anchura, que son paralelas y que están separadas entre sí. Un segundo conjunto de orificios 14B definen en un segundo conjunto de filas según la anchura que son paralelas y que están separadas entre sí, pero que están desviadas del primer conjunto de filas en anchura formadas por los orificios 14A.

Los espacios según la dirección en anchura entre los orificios 14A están designados con el número 18A y los espacios según la dirección en anchura entre los orificios 14B han sido designados con el número 18B. Como resultado del posicionamiento de los orificios 14A y 14B de la matriz alternativa de la realización de la figura 4, los espacios 18A y 18B no proporcionan filas ininterrumpidas en las direcciones en anchura. Por lo tanto, en esta realización, los orificios 14A interrumpen la fila de espacios 18B y los orificios 14B interrumpen la fila de espacios 18A.

La fila de espacios 16 en la dirección longitudinal entre la fila longitudinal de orificios 14A y la fila longitudinal de orificios 14B, está interrumpida.

El material magnetostrictivo está posicionado en algunos o en todos los orificios 14 incluyendo, en el caso de la matriz alternativa de la figura 4, ambos conjuntos de orificios 14A y 14B. Cuando el dispositivo 10 de la lámina piezoeléctrica 12 con el material magnetostrictivo en los orificios 14 se somete a un cambio en el estado de magnetización del mismo, el material magnetostrictivo de los orificios 14 estará sometido a un cambio de forma, dando con ello como resultado una tensión que imparte un estiramiento a la lámina piezoeléctrica 12, proporcionando con ello la generación de potencia al dispositivo 10.

Según se ha mostrado en la figura 1, se han montado electrodos 20 en los extremos opuestos de la lámina piezoeléctrica 12.

También está contemplado dentro de la presente invención que, al menos en algunas áreas de la lámina 12, en vez de existir orificios que se extienden completamente a través de la lámina como se ha mostrado mediante los orificios 14, se podrían proporcionar rebajes que se extiendan sólo de forma parcial a través del espesor de la lámina 12. Algunos o todos esos rebajes podrían estar rellenos de material magnetostrictivo.

Aunque la lámina piezoeléctrica 12 ha sido mostrada en la figura 1 con forma rectangular, ésta puede tener una cualquiera de una amplia diversidad de formas tal como circular u ovalada, por ejemplo.

Se pueden utilizar variaciones en la formulación específica del material magnetostrictivo para variar y/u optimizar la capacidad de rendimiento del dispositivo 10. La sintonización a la frecuencia de resonancia se puede efectuar variando esa formulación así como variando el tamaño del orificio, la forma del orificio o la densidad de orificios.

Adicionalmente, la matriz alternativa de la colocación de los orificios como se ha mostrado en la figura 4, proporcionará unas características de comportamiento diferentes a las de la matriz alineada de la figura 2. Por consiguiente, mediante las variaciones mencionadas con anterioridad de la matriz, del tamaño de orificio, de la forma

del orificio y de la densidad de orificios, es posible adaptar el dispositivo de modo que tenga una cualquiera de un número de características de comportamiento.

5 Según se puede ver en la figura 2, la matriz alineada de orificios 14 proporciona, tras un cambio en la magnetización y la exposición a un campo magnético desde la dirección indicada por la flecha N, un estiramiento del material magnetostrictivo contenido en los orificios 14 induciendo con ello un estiramiento mecánico en el material piezoeléctrico de la lámina 12 en la zona representada mediante la letra "A" en los espacios en anchura 18 entre filas de orificios 14. De forma similar, los espacios 16 entre filas alineadas en dirección longitudinal de orificios 14 evidencian una fuerza de compresión según se ha representado mediante la letra "B", suponiendo un campo magnético desde la dirección indicada por la flecha N.  
10

En el caso de la matriz alternativa mostrada en la figura 4, los espacios 16 entre las filas 14A, 14B que se extienden en dirección longitudinal, muestran el estiramiento en la zona designada con la letra "C" debido a un cambio en la magnetización desde la dirección N del material magnetostrictivo en los orificios 14. Sin embargo, en contraste con el alineamiento de orificios de la figura 2, en la matriz alternativa de la figura 4, los espacios 18A entre orificios 14A están desalineados o fuera de alineamiento en anchura como lo están los espacios 18B entre las aberturas 14B. Suponiendo un campo magnético desde la dirección indicada mediante la flecha N, los espacios en la zona designada con "C" en la figura 4 se expandirán y los espacios de la zona designada con "D" se comprimirán.  
15

20 Según puede apreciarse fácilmente, aunque la realización mostrada en la figura 4 muestra el posicionamiento de los orificios 14A y 14B de tal modo que las filas adyacentes de orificios están fuera de alineamiento en anchura unas con respecto a las otras, está dentro de la presente invención contemplar que las filas de orificios 14 en la dirección longitudinal podrían estar también fuera de alineamiento con las filas de orificios adyacentes.

25 Las variaciones en el material magnetostrictivo y en la composición del mismo, podrían dar como resultado una variación de características para el dispositivo 10 dependiendo de su aplicación específica o de la capacidad de comportamiento deseada. La sintonización a la frecuencia de resonancia del dispositivo 10 puede ser llevada a cabo variando los materiales para la lámina piezoeléctrica 12 y/o el material magnetostrictivo, variando el tamaño y/o la forma de los orificios 14 y/o variando la densidad u otras disposiciones de los orificios 14.  
30

La descripción detallada que antecede de la presente invención se proporciona a efectos explicativos. Resultará evidente para los expertos en la materia que se pueden realizar numerosos cambios y modificaciones sin apartarse del alcance de la invención. En consecuencia, la totalidad de la descripción que antecede debe ser interpretada en sentido ilustrativo y no limitativo, estando definido el alcance de la invención únicamente por las reivindicaciones anexas.  
35

**REIVINDICACIONES**

1.- Un dispositivo generador de potencia, que comprende:

5 (a) una lámina de material piezoeléctrico que tiene la capacidad de generar un campo eléctrico cuando se somete a un esfuerzo mecánico, teniendo dicha lámina (i) una primera superficie y una segunda superficie separada de la primera y sustancialmente paralela con la misma, (ii) una pluralidad de rebajes u orificios que se extienden desde la primera superficie hacia la segunda superficie, (iii) un primer y un segundo bordes longitudinales, y (iv) un primer y un segundo bordes extremos, extendiéndose ambos conjuntos de dichos bordes desde dicha primera superficie hasta dicha segunda superficie, estando dichos rebajes u orificios posicionados (A) en una pluralidad de filas longitudinales, extendiéndose cada una de ellas según una trayectoria en línea recta sustancialmente paralela con dichos bordes longitudinales, estando dichas filas longitudinales separadas de cada fila longitudinal adyacente para definir una pluralidad de espacios alineados paralelos, dichos espacios alineados paralelos siendo paralelos con dichos bordes longitudinales, y (B) una pluralidad de filas en anchura, extendiéndose cada una de ellas según una trayectoria en línea recta paralela a las otras, y

(b) material magnetostrictivo posicionado en al menos algunos de dichos rebajes u orificios;

caracterizado porque dicha lámina tiene un espesor comprendido en la gama de 0,005 a 1,0 mm, y dichos rebajes u orificios son cuadrados.

2.- Un dispositivo generador de potencia según la reivindicación 1, en donde cada una de dichas filas en anchura está separada de cada fila en anchura adyacente.

25 3.- Un dispositivo generador de potencia según la reivindicación 1, en donde las alternas de dichas filas en anchura están separadas de las otras alternas de dichas filas en anchura, pero no están separadas de las adyacentes de dichas filas en anchura.

30 4.- Un dispositivo generador de potencia según la reivindicación 3, en donde los rebajes u orificios que definen filas adyacentes en anchura están posicionados en las alternas de dichas filas longitudinales.

5.- Un método para generar potencia eléctrica, que comprende las etapas de:

35 (a) proporcionar una lámina de material piezoeléctrico que tenga la capacidad de generar un campo eléctrico cuando se somete a esfuerzo mecánico, teniendo dicha lámina una primera superficie y una segunda superficie separada de la primera y sustancialmente paralela con la misma;

40 (b) formar una pluralidad de rebajes u orificios en dicha lámina que se extienden desde la primera superficie hacia la segunda superficie, estando dichos rebajes u orificios posicionados (i) en una pluralidad de filas, extendiéndose cada una de ellas según una trayectoria en línea recta en una primera dirección y siendo paralela a cada fila adyacente que se extienda en dicha primera dirección, y (ii) una pluralidad de filas, cada una de ellas extendiéndose en una segunda dirección sustancialmente perpendicular a dicha primera dirección;

45 (c) colocar un material magnetostrictivo en al menos algunos de dichos rebajes u orificios;

(d) someter dicha lámina piezoeléctrica y dicho material magnetostrictivo a un campo magnético diferente del campo magnético, si lo hay, en el momento de la colocación según la etapa (c);

50 en el que las etapas (a), (b), (c) forman un dispositivo generador de potencia; y

(e) sintonizar la frecuencia de resonancia de dicho dispositivo, incluyendo dicha sintonización una etapa de variar el tamaño o la forma de dichos rebajes u orificios.

55 6.- El método según la reivindicación 5, que incluye además una etapa de posicionar dichos rebajes u orificios de tal modo que cada una de dichas filas que se extiende en dicha primera dirección esté separada de cada fila adyacente para definir una pluralidad de espacios alineados paralelos.

60 7.- El método según la reivindicación 6, que incluye además etapas de posicionamiento de dichos rebajes u orificios de tal modo que cada una de dichas filas que se extiende en dicha segunda dirección esté separada de cada fila adyacente que se extienda en dicha segunda dirección.

8.- El método según la reivindicación 6, que incluye además una etapa de posicionamiento de dichos rebajes u orificios de tal modo que los alternos de dichas filas que se extienden en dicha segunda dirección estén separados de los otros alternos de dichas filas que se extienden en dicha segunda dirección, pero no estén separados de los adyacentes de dichas filas que se extienden en dicha segunda dirección.

- 9.- El método según la reivindicación 5, que incluye además una etapa de posicionamiento de dichos rebajes u orificios de tal modo que los alternos de dichas filas que se extienden en dicha primera dirección están separados de los otros alternos de dichas filas que se extienden en dicha primera dirección, pero no están separados de los adyacentes de dichas filas que se extienden en dicha primera dirección, y los alternos de dichas filas que se extienden en dicha segunda dirección están separados de los otros alternos de dichas filas que se extienden en dicha segunda dirección, pero no están separados de los adyacentes de dichas filas que se extienden en dicha segunda dirección.
- 10.- El método según la reivindicación 5, en donde dicha sintonización incluye una etapa de variar la densidad de dichos rebajes u orificios.
- 11.- El método según la reivindicación de 5, en donde dicha sintonización incluye una etapa de variar el número de dichos rebajes u orificios en los que se posiciona dicho material magnetostrictivo.
- 12.- El método según la reivindicación 5, en donde dicha sintonización incluye una etapa de variar los materiales a partir de los cuales se fabrica la lámina piezoeléctrica.
- 13.- El método según la reivindicación 5, en donde dicha sintonización incluye una etapa de variar los materiales para el material magnetostrictivo presente en dichos rebajes u orificios.

