

SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE ENERGÍA Y MÉTODO DE MANUFACTURA

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un sistema de recolección de energía y a un método de manufactura. En particular, el sistema de recolección de energía que se describe es adecuado para la recolección de energía de un motor de combustión interna de un automóvil.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Un motor de combustión interna, como es típicamente encontrado en un automóvil, convierte la energía química en la energía mecánica deseada mediante la combustión de un combustible, de manera que la expansión e incremento en la presión de los gases resultantes impulsa o mueve un pistón. Un motor de combustión interna no es 100% eficiente, puesto que la energía es principalmente perdida en la forma de energía térmica y vibracional. De hecho, un automóvil convencional utiliza por lo regular sólo del 10-16% de la energía química del combustible para impulsar el automóvil. Además del motor por sí mismo, existen pérdidas de energía, por ejemplo, en la transmisión, los frenos e incluso en la resistencia de rodamiento del automóvil. No obstante, el motor toma en cuenta la pérdida más grande de energía dentro de un automóvil que es por lo regular del 63%.

Los automóviles y motores de combustión interna que se describen con anterioridad tienen numerosas desventajas. Por ejemplo, las ineficiencias de operación originan un impacto más grande ambiental debido al incremento en los niveles de consumo de combustible. Puesto que por lo regular el combustible es derivado de un combustible fósil, el cual es un recurso finito, los combustibles fósiles se están consumiendo a una velocidad cada vez más grande. Además, un automóvil y motor ineficiente tendrán un costo más grande por milla o kilómetro.

Además, la energía desperdiciada podría tener consecuencias negativas sobre la operación de la energía de combustión interna. Por ejemplo, las vibraciones de exceso podrían requerir la instalación de mecanismos costosos de amortiguación vibracional para limitar el daño al motor y el impacto sobre el rendimiento. También, la energía térmica de exceso podría requerir una instalación adicional térmica pesada y costosa para detener el sobrecalentamiento del motor.

20

SUMARIO DE LA INVENCION

Un objetivo de un aspecto de la presente invención es proporcionar un sistema de recolección de energía que haga obvias o que al menos mitigue una o más de las desventajas que se mencionaron con anterioridad de los sistemas de recolección de energía que se conocen en la técnica.

25

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención se proporciona un lente de vibración que comprende al menos dos miembros de enfoque, cada uno de al menos los dos miembros de enfoque tiene un extremo próximo para acoplarse
5 con una fuente de vibración y un extremo distante, en donde al menos los dos miembros de enfoque son colocados de manera que la separación entre los miembros de enfoque disminuya de los extremos próximos hacia los extremos distantes.

De la manera más preferible, al menos cada uno de los
10 dos miembros de enfoque comprende una primera porción ubicada entre el extremo próximo y el extremo distante. Las primeras porciones de al menos los dos miembros de enfoque están en ángulo entre sí de manera que al menos los dos miembros de enfoque converjan en los extremos distantes.

De preferencia, al menos cada uno de los dos miembros
15 de enfoque comprende una segunda porción ubicada en el extremo próximo. De preferencia, las segundas porciones de al menos los dos miembros de enfoque son sustancialmente paralelas.

De la manera más preferible, el lente de vibración
20 comprende además una placa de apoyo. Los extremos próximos de al menos los dos miembros de enfoque podrían fijarse en la placa de apoyo. Las segundas porciones de al menos los dos miembros de enfoque podrían fijarse en la placa de apoyo.

De preferencia, al menos cada uno de los dos miembros
25 de enfoque comprende una tercera porción ubicada en el extremo

distante. Las terceras porciones de al menos los dos miembros de enfoque son sustancialmente paralelas. Las terceras porciones de al menos los dos miembros de enfoque definen un punto focal del lente de vibración.

5 De preferencia, al menos los dos miembros de enfoque comprenden latón.

De manera opcional, al menos los dos miembros de enfoque comprenden dos o más capas y/o revestimientos. Las dos o más capas y/o revestimientos podrían presentar
10 características diferentes térmicas y/o vibracionales. Al menos las dos capas y/o revestimientos podrían comprender dimensiones, materiales, densidades y/o estructuras de granos diferentes.

De manera opcional, al menos los dos miembros de
15 enfoque comprenden una primera capa y una segunda capa. La primera capa es fijada en la segunda capa. La primera capa tiene un coeficiente diferente de expansión térmica al de la segunda capa. La primera capa podría comprender latón. La segunda capa podría comprender acero.

20 De manera opcional, el lente de vibración comprende además uno o más resortes. Uno o más de los resortes conectan al menos los dos miembros de enfoque.

De manera opcional, el lente de vibración comprende además uno o más pesos acoplados con uno o más de al menos los
25 dos miembros de enfoque.

De manera opcional, el lente de vibración comprende además un sistema de control dinámico. El sistema de control dinámico cambia las características vibracionales del lente de vibración durante la operación. El sistema de control dinámico podría ajustar la rigidez del resorte. El sistema de control dinámico podría ajustar la ubicación y/o magnitud de los pesos.

De manera opcional, el lente de vibración podría comprender tres miembros de enfoque.

De la manera más preferible, los miembros de enfoque son placas de enfoque.

De manera alternativa los miembros de enfoque son varillas de enfoque.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención se proporciona un sistema de recolección de energía que comprende un lente de vibración de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, una fuente de vibración y un medio de conversión de energía.

De la manera más preferible, un extremo próximo del lente de vibración es fijado en la fuente de vibración.

De preferencia, la fuente de vibración es un motor de combustión interna.

De la manera más preferible, el medio de conversión de energía es ubicado en un extremo distante del lente de vibración. De preferencia, el medio de conversión de energía es ubicado entre las terceras porciones de al menos los dos

miembros de enfoque.

De preferencia, el medio de conversión de energía es uno o más cristales piezoeléctricos.

De manera alternativa el medio de conversión de energía es uno o más imanes y una o más bobinas.

De manera opcional, el sistema de recolección de energía además podría comprender una o más tiras bimetálicas.

De manera opcional, el sistema de recolección de energía además podría comprender una o más cámaras de vibración.

De manera opcional, la cámara de vibración comprende una primera superficie y una segunda superficie.

De manera opcional, la cámara de vibración es dimensionada con relación al extremo distante de la tira bimetálica de manera que la tira bimetálica pueda golpear la primera y segunda superficies de la cámara de vibración. La cámara de vibración es la dimensión que será más grande que el extremo distante de la tira bimetálica.

Las modalidades del segundo aspecto de la invención podrían comprender características para implementar las características preferidas u opcionales del primer aspecto de la invención o viceversa.

De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención se proporciona un método de manufactura de un lente de vibración que comprende:

- proporcionar al menos dos miembros de enfoque, cada uno tiene un extremo próximo para acoplarse con una fuente de vibración y un extremo distante; y

- colocar al menos los dos miembros de enfoque de manera que la separación entre al menos los dos miembros de enfoque disminuya de los extremos próximos hacia los extremos distantes.

De la manera más preferible, el método comprende además la determinación de las características de la fuente de vibración.

De preferencia, la determinación de las características de la fuente de vibración comprende cuantificar cualquiera de los siguientes parámetros: revoluciones por minuto, nivel de ruido, temperatura de gas del motor, potencia de salida, par de torsión y temperatura ambiente.

De la manera más preferible, el método comprende además la determinación de los parámetros óptimos del lente de vibración para usarse con la fuente de vibración.

De preferencia, la determinación de los parámetros óptimos de un lente de vibración comprende determinar una longitud, ancho y/o profundidad óptima de al menos los dos miembros de enfoque; y/o la separación óptima de los extremos próximos de al menos los dos miembros de enfoque; y/o la separación óptima de los extremos distantes de al menos los dos miembros de enfoque; y/o la distancia óptima para que

converjan al menos los dos miembros de enfoque; y/o el material o materiales óptimos para al menos los dos miembros de enfoque; y/o el coeficiente óptimo de expansión térmica del material o materiales de al menos los dos miembros de enfoque.

5 De manera opcional, la determinación de la longitud óptima de al menos los dos miembros de enfoque comprende acoplar las varillas de latón de longitudes diferentes con la fuente de vibración para determinar la frecuencia resonante a través del rango operativo de la fuente de vibración.

10 De manera opcional, el método además podría comprender la determinación de las características de una variación de temperatura cíclica. Las características incluyen la frecuencia y amplitud de la variación de temperatura cíclica.

 De manera opcional, el suministro de al menos dos
15 miembros de enfoque comprende proporcionar al menos los dos miembros de enfoque con dos o más capas y/o revestimientos.

 De manera opcional, la determinación de los parámetros óptimos también podría incluir la determinación de las características óptimas térmicas y/o vibracionales de las dos
20 o más capas y/o revestimientos de al menos los dos miembros de enfoque.

 De manera opcional, la determinación de los parámetros óptimos también podría incluir: determinar las dimensiones; y/o la composición de material; y/o densidad; y/o la estructura
25 de grano de las dos o más capas y/o revestimientos de al menos

los dos miembros de enfoque.

De manera opcional, la determinación de los parámetros óptimos también podría incluir: la determinación de la profundidad de una primera capa y una segunda capa de al menos
5 las dos placas de enfoque; el material de la primera capa; y el material de la segunda capa.

De manera opcional, el suministro de un lente de vibración comprende proporcionar al menos los dos miembros de enfoque con una primera capa y una segunda capa. La primera
10 capa tiene un coeficiente diferente de expansión térmica al de la segunda capa. La primera capa podría comprender latón. La segunda capa podría comprender acero.

Las modalidades del tercer aspecto de la invención podrían comprender las características para implementar las
15 características preferidas u opcionales del primero y/o segundo aspectos de la invención o viceversa.

De acuerdo con un cuarto aspecto de la presente invención se proporciona un sistema de recolección de energía térmica que comprende una tira bimetalica y un medio de
20 conversión de energía.

De la manera más preferible, el medio de conversión de energía podría comprender una cámara de vibración. Un extremo distante de la tira bimetalica es ubicado dentro de la cámara de vibración.

25 De preferencia, la cámara de vibración comprende una

primera superficie y una segunda superficie.

De la manera más preferible, la cámara de vibración es dimensionada con relación al extremo distante de la tira bimetalica de manera que la tira bimetalica pueda golpear la primera y segunda superficies de la cámara de vibración. La cámara de vibración es la dimensión que será más larga que el extremo distante de la tira bimetalica.

De la manera más preferible, la primera y/o segunda superficies podrían comprender uno o más cristales piezoeléctricos. La tira bimetalica podría golpear uno o más de los cristales piezoeléctricos ubicados en la primera y/o segunda superficies de la cámara de vibración.

De manera alternativa el medio de conversión de energía podría comprender un imán y una bobina. El imán podría ubicarse en el extremo distante de la tira metálica. La bobina podría estar centrada alrededor del imán. La bobina podría orientarse con relación al imán de manera que cualquier deformación o desviación de la tira bimetalica mueva el imán dentro del centro de la bobina.

Las modalidades del cuarto aspecto de la invención podrían comprender las características para implementar las características preferidas u opcionales del primer, segundo y/o tercer aspectos de la invención o viceversa.

De acuerdo con un quinto aspecto de la presente invención se proporciona un método de manufactura de una tira

bimetálica que comprende:

- determinar las características de una variación de temperatura cíclica;

- determinar los parámetros óptimos de la tira bimetálica para usarse con la variación de temperatura cíclica;

5 y

- proporcionar una tira bimetálica que comprende una primera capa y una segunda capa, de acuerdo con los parámetros óptimos.

10 De preferencia, la determinación de las características de la variación de temperatura cíclica podría comprender la determinación de la amplitud y/o la frecuencia de la variación de temperatura cíclica.

De preferencia, la determinación de los parámetros
15 óptimos comprende la determinación de la longitud, ancho y/o profundidad óptima de la tira bimetálica; y/o la profundidad óptima de las primeras y/o segundas capas; y el material óptimo de la primera capa y/o la segunda capa.

De manera opcional, el suministro de una tira
20 bimetálica podría comprender proporcionar tres o más capas. Cada una de las tres o más capas comprende materiales diferentes.

Las modalidades del quinto aspecto de la invención podrían comprender las características para implementar las
25 características preferidas u opcionales del primer, segundo,

tercero y/o cuarto aspectos de la invención o viceversa.

De acuerdo con un sexto aspecto de la presente invención se proporciona un lente de vibración que comprende al menos dos miembros de enfoque, cada uno de al menos los dos
5 miembros de enfoque tiene un extremo próximo y un extremo distante, en donde la separación entre los extremos distantes de al menos los dos miembros de enfoque es menor que la separación entre los extremos próximos de al menos los dos miembros de enfoque.

10 Las modalidades del sexto aspecto de la invención podrían comprender las características para implementar las características preferidas u opcionales del primer, segundo, tercer, cuarto y/o quinto aspectos de la invención o viceversa.

15 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

A continuación, serán descritas, sólo por medio de ejemplo, las distintas modalidades de la invención con referencia a los dibujos, en los cuales:

En la Figura 1 se presenta una vista en perspectiva
20 de un lente de vibración de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

En la Figura 2 se presenta una vista en corte transversal esquemática del lente de vibración de la Figura 1;

En la Figura 3 se presenta una vista en perspectiva
25 de un sistema de recolección de energía vibracional que

comprende el lente de vibración de la Figura 1;

En la Figura 4 se presenta una vista en corte transversal esquemática del sistema de recolección de energía vibracional de la Figura 3;

5 En las Figura 5A y 5B; se presenta una gráfica de (5A) una tensión generada por un cristal piezoeléctrico del sistema de recolección de energía vibracional de la Figura 3 y (5B) una tensión generada por un cristal piezoeléctrico de referencia;

10 En la Figura 6 se presenta una modalidad alternativa del lente de vibración de la Figura 1;

En la Figura 7 se presenta una modalidad alternativa adicional del lente de vibración de la Figura 1;

15 En la Figura 8 se presenta una gráfica de flujo del método de manufactura del lente de vibración de la Figura 1;

En la Figura 9 se presenta una vista en perspectiva de un aparato utilizado en el método de manufactura de la Figura 8;

20 En la Figura 10 se presenta una vista en corte transversal de una tira bimetálica de acuerdo con la presente invención y la deformación de la tira bimetálica asociada con un cambio de temperatura de 22-150°C como es calculado a partir del modelo de elemento finito;

25 En la Figura 11 se presenta una gráfica de la temperatura y la deformación de la tira bimetálica de la Figura

10 como una función del tiempo;

En la Figura 12 se presenta una vista en corte transversal esquemática de un sistema de recolección de energía térmica que comprende la tira bimetalica de la Figura 10;

5 En la Figura 13 se presenta una vista en corte transversal esquemática de un sistema alternativo de recolección de energía térmica que comprende la tira bimetalica de la Figura 10;

En la Figura 14 se presenta una gráfica de flujo del
10 método de manufactura de la tira bimetalica de la Figura 10;

En la Figura 15 se presenta una vista en corte transversal esquemática de un sistema combinado de recolección de energía térmica y vibracional de acuerdo con la presente invención.

15 En la Figura 16 se presenta una vista en corte transversal esquemática de un sistema combinado alternativo de recolección de energía térmica y vibracional de acuerdo con la presente invención.

En la descripción que sigue, las mismas partes son
20 señaladas a través de toda la especificación y los dibujos con los mismos números de referencia. Los dibujos no se encuentran necesariamente a escala y las proporciones de ciertas partes han sido exageradas para ilustrar mejor los detalles y características de las modalidades de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS MODALIDADES PREFERIDAS

A continuación, será descrita la explicación de la presente invención con referencia a las Figuras 1-16.

5 Lente de vibración

En las Figuras 1 y 2 se representa un lente de vibración 1a. El lente de vibración 1a comprende una placa de apoyo 2 y dos miembros de enfoque. Los miembros de enfoque tienen la forma de una primera placa de enfoque 3 y una segunda
10 placa de enfoque 4. Cada una de la primera y segunda placas de enfoque 3, 4 tiene un extremo próximo 5 y un extremo distante 6. Cada una de la primera y segunda placas de enfoque 3, 4 comprende una primera porción 7, que tiene una longitud γ , ubicada entre una segunda porción 8, en el extremo próximo 5,
15 y una tercera porción 9, en el extremo distante 6.

La segunda porción 8 de la primera y segunda placas de enfoque 3, 4 es fijada en la placa de apoyo 2. Como se muestra en la Figura 1, la segunda porción 8 está en ángulo para que sea sustancialmente paralela y en contacto con la
20 placa de apoyo 2 de manera que la segunda porción 8 sea fijada en la placa de apoyo 2 mediante soldadura. Además de o como una alternativa a la soldadura, el medio de fijación podría tener la forma de un adhesivo, una tuerca y un tornillo, remaches, una combinación de los mismos o cualquier otra
25 alternativa adecuada.

Las segundas porciones 8 de la primera y segunda placas de enfoque 3, 4 son fijadas en la placa de apoyo 2 sustancialmente en la misma orientación y separadas por la distancia α , como puede observarse en la Figura 2.

5 Como también puede observarse en la Figura 2, las primeras porciones 7 de la primera y segunda placas de enfoque 3, 4, están en ángulo con relación a la placa de apoyo 2 de manera que estas convergen entre sí en la modalidad actualmente descrita, las primeras porciones 7 de la primera y segunda
10 placas de enfoque 3, 4, están en ángulo con relación a la placa de apoyo 2 de manera que estas convergen hacia un punto en una distancia β a lo largo de la perpendicular a la placa de apoyo 2 ubicada a la mitad ($\alpha/2$) entre las segundas porciones 8 de la primera y segunda placas de enfoque 3, 4.

15 Las terceras porciones 9 en el extremo distante 6 de la primera y segunda placas de enfoque 3, 4 están en ángulo para que sean sustancialmente paralelas y de preferencia, perpendiculares a la placa de apoyo 2, y que actúen como el punto focal del lente de vibración 1a.

20

Sistema de recolección de energía vibracional

En las Figuras 3 y 4 se representa el lente de vibración 1a como parte de un sistema de recolección de energía vibracional 10. Así como también el lente de vibración 1a, el
25 sistema de recolección de energía vibracional comprende además

una fuente de vibración 11 y un medio de conversión de energía 12.

Como se representa en las Figuras 3 y 4, el lente de vibración 1a es acoplado con la fuente de vibración 11 que tiene la forma de un motor de combustión interna. La placa de apoyo 2 del lente de vibración 1a es fijada en el motor de combustión interna 11, por ejemplo, mediante tuercas y pernos, soldadura y cualquier otro medio adecuado equivalente o una combinación de los mismos.

Como puede observarse con claridad en la Figura 4, ubicado entre las terceras porciones 9 de la primera y segunda placas de enfoque 3, 4 está el medio de conversión de energía 12 que tiene la forma de uno o más cristales piezoeléctricos. Los cristales piezoeléctricos 12 son conectados con los componentes eléctricos 13 y son dirigidos, por ejemplo, a una carga eléctrica adecuada (no se muestra) mediante los cables 14. Uno o más de los cristales piezoeléctricos 12 convierten la energía vibracional que se origina del motor de combustión interna 11 en energía eléctrica útil. Un medio alternativo de conversión de energía podría tener la forma de nano-bobinas e imanes.

En la Figura 5a se muestra la tensión como una función de tiempo, que es generada por un cristal piezoeléctrico 12 ubicado entre las terceras porciones 9 de la primera y segunda placas de enfoque 3, 4 del lente de vibración 1a. En la Figura

5A se representa la tensión de raíz cuadrada de 0.743 V. En la Figura 5B se muestra la tensión como una función de tiempo que es generada por un cristal piezoeléctrico de referencia (no se muestra en las figuras) directamente acoplado con el motor de combustión interna 11. En la Figura 5B se representa una tensión de raíz cuadrada de 0.003 V. El cristal piezoeléctrico 12 entre las terceras porciones 9 genera una tensión aproximadamente de 248 veces más grande que la tensión del cristal piezoeléctrico de referencia.

La razón para esto es que el lente de vibración la transmite, converge y enfoca las vibraciones del extremo próximo 5 al extremo distante 6 de las placas de enfoque 3, 4. Como tal, las placas de enfoque 3, 4 podrían considerarse equivalentes a un voladizo a medida que el extremo próximo 5 de cada placa de enfoque 3, 4 es fijado en la placa de apoyo 2, y el extremo distante 6 es libre de moverse, accionando o moviendo los cristales piezoeléctricos 12.

Las placas de enfoque 3, 4 son sustancialmente triangulares, como puede observarse con claridad en la Figura 1. El extremo próximo 5 de las placas de enfoque 3, 4 es equivalente a la base de un triángulo y el extremo distante 6 es equivalente a la punta (truncada) de un triángulo. La forma triangular de las placas de enfoque 3, 4 minimiza el espacio requerido para alojar el lente de vibración 1a en la distancia perpendicular β de la placa de apoyo 2 mientras se mantiene la

funcionalidad.

El lente de vibración 1a que se representa en las Figuras 1-4 es elaborado de latón debido a la densidad relativamente alta del latón lo cual facilita la transmisión eficiente de la energía vibracional a través del lente de vibración 1a. De manera alternativa, el lente de vibración 1a podría elaborarse de otros metales, aleaciones o incluso materiales no metálicos, tales como cerámicas, adecuadas para la transmisión de la energía vibracional.

10 Como una característica adicional o alternativa, el lente de vibración 1b de la Figura 6, comprende además un resorte 15 entre la primera y segunda placas de enfoque 3, 4. Será apreciado que el lente de vibración 1b podría comprender múltiples resortes 15. De manera similar, como una
15 característica adicional o alternativa, el lente de vibración 1c de la Figura 7, comprende además un peso 16 acoplado con las primeras placas de enfoque 3. Una vez más, será apreciado que el lente de vibración 1c podría comprender múltiples pesos 16 de pesos iguales o desiguales ubicados en ambas o sólo en
20 una de la primera y segunda placas de enfoque 3, 4. Como una alternativa adicional el lente de vibración 1 podría comprender ambos de un resorte 15 y un peso 16. Ambos del resorte 15 y el peso 16 modifican las características vibracionales del lente de vibración 1b, 1c mediante la amortiguación y/o el cambio de
25 la frecuencia resonante del lente de vibración 1b, 1c, lo cual

proporciona un mecanismo para optimizar las características del lente de vibración 1b, 1c. En las Figuras 6 y 7 se muestra el lente de vibración 1b, 1c el cual además podría comprender un sistema de control dinámico 17 para ajustar dinámicamente la rigidez del resorte 15 y/o la ubicación del peso 16 en las primeras y/o segundas placas de enfoque 3, 4 y/o la magnitud del peso 16 en las primeras y/o segundas placas de enfoque 3, 4. Por ejemplo, el peso 16 podría tener la forma de un recipiente dentro del cual el agua podría ser bombeada dentro y/o fuera por medio del sistema de control dinámico 17. El sistema de control dinámico 17 facilita la modificación de las características vibratorias del lente de vibración 1b, 1c durante la operación.

Como una alternativa adicional, el lente de vibración 1a, 1b, 1c podría comprender más o menos de dos placas de enfoque 3, 4. Por ejemplo, un lente de vibración 1a, 1b, 1c con solo una primera placa de enfoque 3 podría accionar o mover los cristales piezoeléctricos 12 ubicados en el extremo distante 6 de la primera placa de enfoque 3 contra el motor de combustión interna 11, de manera más específica, una porción saliente del alojamiento de motor de combustión interna. Por el contrario, un lente de vibración, 1a, 1b, 1c con tres placas de enfoque 3, 4 podría comprender dos conjuntos de cristales piezoeléctricos 12, un conjunto de cristales piezoeléctricos 12 entre el extremo distante 6 de una primera y segunda placas

de enfoque, y el otro conjunto de cristales piezoeléctricos entre la segunda y tercera placas de enfoque.

Aun como otra alternativa, en lugar del lente de vibración 1a, 1b, 1c que comprende una placa de apoyo 2, las
5 placas de enfoque 3, 4 podrían ser directamente fijadas en la fuente de vibración 11.

Como una alternativa adicional, en lugar del lente de vibración 1a, 1b, 1c que comprende placas de enfoque 3, 4, los miembros de enfoque podrían tener la forma de varillas de
10 enfoque. De manera ventajosa, las varillas de enfoque, tales como aquellas que se representan en la Figura 9, ocupan menos espacio que las placas de enfoque 3, 4.

Como otra característica adicional o alternativa, los miembros de enfoque podrían comprender múltiples capas y/o
15 revestimientos. Las capas y/o revestimientos diferentes podrían presentar características diferentes térmicas y/o vibracionales debido a que comprenden, por ejemplo, dimensiones, materiales, densidades y/o estructuras de grano diferentes.

20 Por ejemplo, en la Figura 15 se representan las placas de enfoque 3, 4 que comprenden una primera capa exterior 20d y una segunda capa interior 21d. La segunda capa interior 21d podría ser menos densa que la primera capa exterior 20d. Se ha encontrado que este arreglo o disposición mejora la transmisión
25 de vibraciones a través del lente de vibración 1. Como otro

ejemplo, la estructura de grano de la primera capa exterior 20d podría estar más alineada en comparación con la estructura de grano de la segunda capa interior 21d. Una vez más, este arreglo o disposición mejora la transmisión de vibraciones a través del lente de vibración 1. Como un ejemplo adicional, la primera capa exterior 20d podría tener un coeficiente diferente de expansión térmica en comparación con la segunda capa interior 21d, en otras palabras, la primera capa 20d es elaborada de latón y la segunda capa 21d es elaborada de acero. Esta disposición induce las vibraciones e imita las propiedades térmicas de una tira bimetálica, como se discute en mayor detalle más adelante. Las capas planas 20d, 21d de las placas de enfoque 3, 4 como se representan en la Figura 15 son equivalentes a capas y/o revestimientos concéntricos de una varilla de enfoque.

Además, se observa que las propiedades físicas relativas de la primera capa exterior 20d y la segunda capa interior 21d podrían invertirse de manera que, por ejemplo, la segunda capa interior 21d podría ser más densa que la primera capa exterior 20d. Como una alternativa adicional, la estructura de grano de la primera capa exterior 20d podría estar menos alineada en comparación con la estructura de grano de la segunda capa interior 21d. Las propiedades físicas de las capas diferentes tales como las dimensiones, materiales, densidades y/o estructuras de grano son optimizadas de acuerdo

con las características deseadas térmicas y/o vibracionales lo cual finalmente depende de las características de frecuencia de la fuente de vibración 11.

5 Método de manufactura de lente de vibración

El método de manufactura de lente de vibración 1a, 1b, 1c será descrito con referencia a las Figuras 8 y 9.

En la Figura 8 se muestra una gráfica de flujo del método de manufactura del lente de vibración 1a, 1b, 1c. El
10 lente de vibración 1a, 1b, 1c es manufacturado, de manera que sea optimizado para una fuente específica de vibración tal como un motor de combustión interna 11. En primer lugar, las características del motor de combustión interna 11, son determinadas (S1001). Por ejemplo, en la tabla I se muestra el
15 cambio en nivel de ruido, temperatura de gas del motor, potencia de salida, par de torsión y temperatura ambiente para el motor de combustión interna 11, a medida que la velocidad del motor se incrementa de 1260-3200 rpm.

20

25

Tabla I: Parámetros característicos de un motor de combustión interna

Revoluciones por minuto (rpm)	Nivel de ruido (dB)	Temperatura de gas de escape (°C)	Potencia (kW)	Par de torsión (Nm)	Temperatura ambiente (°C)
1260	85.6	127	1.99	15.3	13.1
1318	85.2	121	1.60	12.2	11.6
1620	86.3	122	1.83	11.2	12.7
1890	90.9	118	1.29	6.5	13.1
2218	93.1	133	1.49	6.5	12.9
2520	97.3	152	1.72	6.4	14.3
2818	98.4	158	1.97	6.7	14.4
3200	100.9	178	2.63	7.7	14.1
3444	101.2	208	3.60	9.9	14.8

De manera más específica, de las más bajas a las más altas revoluciones por minuto (rpm), el nivel de ruido se incrementa casi en 20 dB que corresponde con el motor de combustión interna 11 que es aproximadamente de 4 veces más fuerte en las más altas rpm y también lo cual indica que la pérdida de energía vibracional dentro del motor de combustión interna 11 se incrementa con las rpm. De manera similar, la temperatura de los gases de escape se incrementa de 127-208°C de las más bajas a las más altas rpm, lo cual indica un incremento en la pérdida térmica del motor de combustión interna.

El método de manufactura comprende además la etapa de determinación de los parámetros óptimos para un lente de vibración 1a, 1b, 1c para cosechar o recolectar la energía vibracional de una fuente de vibración, tal como un motor de combustión interna 11, como es caracterizado con anterioridad

(S1002). Esto incluye la determinación de la forma y dimensiones del lente de vibración 1a, 1b, 1c, tales como las distancias α , β e γ . De manera más específica, la optimización podría incluir el dimensionamiento de la longitud γ de las
5 placas de enfoque 3, 4, para coincidir con la frecuencia resonante promedio a través del rango operativo del motor de combustión interna (1260-3444 rpm). En la Figura 9 se muestran las varillas de latón 18 de una longitud variable que son acopladas con el motor de combustión interna 11. La operación
10 del motor de combustión interna 11 y monitorear cual varilla 18 experimenta la deformación y/o resonancia más grande, a través del rango de las velocidades del motor (rpm) es indicativo de la válvula óptima de γ . Como es indicado con anterioridad, los miembros de enfoque podrían tener la forma
15 de las varillas de latón 18, en lugar de o además de las placas de enfoque 3, 4.

El método de manufactura comprende también el suministro de un lente de vibración 1a, 1b, 1c de acuerdo con los parámetros óptimos (S1003). De manera más específica, las
20 placas de enfoque 3, 4 del lente de vibración 1a, 1b, 1c son proporcionadas mediante placas de latón de corte de chorro de agua con las dimensiones requeridas y la introducción de los dobleces adecuados en las placas de enfoque 3, 4. Las placas de enfoque 3, 4 son soldadas en la placa de apoyo 2.

25 El método de manufactura podría comprender etapas

opcionales adicionales para optimizar más los parámetros del lente de vibración 1a, 1b, 1c de acuerdo con factores tales como el tipo del medio de conversión de energía ubicado en el extremo distante 6 de las placas de enfoque 3, 4, el número de
5 placas de enfoque 3, 4. El lente de vibración 1a, 1b, 1c comprende, el espacio disponible para alojar el lente de vibración 1a, 1b, 1c y de manera más general, las restricciones operativas y las características deseadas de rendimiento. Por ejemplo, las primeras porciones 7 de la primera y segunda
10 placas de enfoque 3, 4 no son limitadas a la convergencia de la parte media entre las segundas porciones 8 de la primera y segunda placas de enfoque 3, 4. En otras palabras, las primeras porciones 7 de las placas de enfoque 3, 4 podrían estar asimétricamente en ángulo con relación a la placa de apoyo 2
15 para colocarse dentro del espacio disponible para alojar el lente de vibración 1a, 1b, 1c y/o para el rendimiento deseado del lente de vibración 1a, 1b, 1c.

Tira bimetálica

20 En la Figura 10 se representa una tira bimetálica 19 que comprende una primera capa 20 y una segunda capa 21. La primera y segunda capas 20 y 21 son fijadas juntas a lo largo de la longitud y el ancho de la tira bimetálica 19, por medio de: soldadura, un adhesivo, tuercas y tornillos, remaches, una
25 combinación de los mismos o cualquier otra alternativa

adecuada. La primera capa 20 es elaborada de latón y la segunda capa 21 es elaborada de acero.

La primera y segunda capas 20 y 21 se expanden o contraen a velocidades diferentes en respuesta al cambio de temperatura puesto que el latón tiene un coeficiente diferente de expansión térmica (CTE) en comparación con el acero. El CTE para el latón es de $1.9 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ a 22°C y el CTE para el acero es de CTE de $1.01 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ a 22°C . La diferencia en expansión o contracción entre la primera y segunda capas 20 y 21 es más pronunciada a lo largo del eje de la dimensión lineal más larga de la tira bimetalica 19, en otras palabras, el eje-z de la Figura 10 corresponde con la longitud de la tira bimetalica 19. Sin embargo, a medida que las dos capas 20, 21 son fijadas juntas, en lugar de observar la diferencia en longitud entre las dos capas 20, 21, la tira bimetalica 19 se dobla en respuesta a un cambio de temperatura.

La tira bimetalica 19 tiene un extremo próximo 22 y el extremo distante 23. El extremo próximo 22 es fijado y el extremo distante 23 está libre para moverse, semejante a un voladizo. Como se muestra en la Figura 10, cuando sea calentada la placa bimetalica 19, esta se dobla en la dirección negativa y puesto que la primera capa 20 tiene un CTE más grande, la expansión de la longitud es más grande con relación a la segunda capa 21, de modo que la primera capa 20 está en el lado exterior de la curva. Por el contrario, cuando es enfriada la placa

bimetálica 19, esta se dobla en la dirección positiva-y. En pocas palabras, la tira bimetálica 19 convierte las variaciones en temperatura en el desplazamiento mecánico.

De manera más específica, en la Figura 10 se muestra el resultado del modelo de elemento finito de la expansión térmica de la tira bimetálica 19 que experimenta un cambio de temperatura de 22-150°C. La tira bimetálica 19 tiene una longitud de 300 mm a lo largo del eje-z, un ancho de 10 mm a lo largo del eje-x y una profundidad total de 5 mm a lo largo del eje-y. Cada una de la primera y segunda capas 20, 21 tiene una profundidad de 2.5 mm. En la Figura 10 se muestra que el extremo distante 23 de la tira bimetálica 19 tiene una deformación máxima de 15 mm.

Como una extensión del modelo de elemento finito de la Figura 10, en la Figura 11 se muestra la variación en la deformación del extremo distante 23 de la tira bimetálica 19 como una función del tiempo, cuando la temperatura realice un ciclo entre 145°C y 155°C. La deformación experimenta un cambio cíclico entre aproximadamente de 14.8-15.9 mm. En la Figura 11 se demuestra que una variación de temperatura cíclica puede convertirse en una deformación mecánica cíclica.

Sistema de recolección de energía térmica

En la Figura 12 se representa un sistema de recolección de energía térmica 24a que comprende la tira

bimetálica 19 como se describe con anterioridad y un medio de conversión de energía que tiene la forma de una cámara de vibración 25. El extremo distante 23 de la tira bimetálica 19 es ubicado dentro de la cámara de vibración 25. La cámara de vibración 25 es dimensionada de manera que a medida que el extremo distante 23 de la tira bimetálica 19 realiza periódicamente el ciclo entre una deformación, por ejemplo, de 14.8-15.9 mm, el extremo distante 23 choca o golpea una primera superficie 26 y una segunda superficie 27 de la cámara de vibración 25. La primera y segunda superficies 26 y 27 comprenden los cristales piezoeléctricos 12 de manera que el movimiento mecánico de la tira bimetálica 19 es convertido en energía eléctrica. Del mismo modo que con anterioridad, los cristales piezoeléctricos 12 son conectados con los componentes eléctricos 13 y son dirigidos a una carga eléctrica adecuada (no se muestra) mediante los cables 14. En resumen, el sistema de recolección de energía térmica 24 convierte la energía térmica en energía mecánica, la cual a su vez es convertida en energía eléctrica.

En una modalidad alternativa del sistema de recolección de energía térmica 24b, el medio de recolección de energía podría tener la forma de un imán 28 y una bobina 29. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 13, el imán 28 es ubicado en el extremo distante 23 de la tira metálica 19, que sobresale a lo largo del eje-y, en la dirección de la

deformación. La bobina 29 es orientada con relación al imán 28 de manera que la deformación de la tira bimetálica 19 mueva periódicamente el imán 28 dentro del centro de la bobina 29, originando un cambio en el flujo magnético e induciendo una corriente en la bobina 29.

Método de manufactura de tira bimetálica

En la Figura 14 se representa una gráfica de flujo que describe un método de manufactura de la tira bimetálica 19.

La tira bimetálica 19 es fabricada o manufacturada, de manera que sea optimizada para una variación específica de temperatura cíclica, tal como, el cambio de temperatura cíclica experimentado por un cilindro dentro de un motor de combustión interna 11. El cilindro experimenta el quemado periódico de combustible para impulsar un pistón contenido dentro del cilindro. El método de manufactura comprende, en primer lugar, la caracterización de una variación de temperatura cíclica (S2001). Por ejemplo, la temperatura podría realizar un ciclo entre 145-155°C, como se supone con anterioridad en el contexto del modelo de elemento finito.

Para que la tira bimetálica 19 sea sensible y que oscile con esta variación de temperatura cíclica, el método comprende además la determinación de los parámetros óptimos de la tira bimetálica 19 (S2002). Las dimensiones x, y e z de la

tira bimetalica 19 y los materiales de la primera y segunda capas 20, 21 son parámetros clave o críticos. Por ejemplo, para que una tira bimetalica presente una deformación similar para una variación pequeña de temperatura con relación a una
5 variación grande de temperatura, la tira bimetalica tendría que dimensionarse para que sea más larga, y los materiales elegidos deben tener una diferencia más grande entre el CTE. Otro factor a considerar cuando se optimicen los parámetros es la conductividad térmica de los materiales elegidos. De manera
10 más específica, la frecuencia máxima de una variación de temperatura cíclica es limitada por el tiempo mínimo requerido para que la tira bimetalica 19 presente una deformación en respuesta al cambio de temperatura.

Además, el método comprende proporcionar una tira
15 bimetalica 19 (S2003) de acuerdo con los parámetros óptimos (S2002).

Sistema combinado de recolección de energía térmica y vibracional

20 En la Figura 15 se representa un sistema de recolección de energía, de manera más específica, un sistema combinado de recolección de energía térmica y vibracional 30 que comprende las mismas y/o similares características que el sistema de recolección de energía vibracional 10 de las Figuras
25 3 y 4 como se describe con anterioridad. El sistema combinado

de recolección de energía térmica y vibracional 30 comprende un lente de vibración 1d acoplado con una fuente de energía térmica y vibracional 11, tal como un motor de combustión interna, y un medio de conversión de energía 12 que podría
5 tener la forma de los cristales piezoeléctricos.

El lente de vibración 1d como se representa en la Figura 15 difiere del lente de vibración 1a, 1b, 1c como se describe con anterioridad, porque ambas de la primera y segunda placas enfoque 3d y 4d además comprenden una primera y segunda
10 capas 20d y 21d. En lugar de las placas de enfoque 3, 4 que son elaboradas de un material único, la primera capa 20d de las placas de enfoque 3d, 4d es elaborada de latón y la segunda capa 21d es elaborada de acero, imitando la estructura de capas y, en consecuencia, las propiedades térmicas resultantes de la
15 tira bimetálica 19.

El lente de vibración 1d de la Figura 15 recolecta ambas de la energía térmica y vibracional del motor de combustión interna 11. Una variación de temperatura cíclica, por ejemplo, de un pistón dentro del motor de combustión
20 interna 11 es convertida en una deformación cíclica en el lente de vibración 1d por medio de la estructura bimetálica. El lente de vibración 1d transmite, converge y enfoca tanto la desviación mecánica cíclica inducida por la variación de temperatura cíclica como las vibraciones que se originan
25 directamente del motor de combustión interna 11. El lente de

vibración 1d acciona o mueve un cristal piezoeléctrico 12 el cual convierte ambas de la energía térmica y vibracional en electricidad útil.

5 Método de manufactura de lente de vibración con una estructura bimetalica

Un método de manufactura del lente de vibración 1d para el sistema combinado de recolección de energía térmica y vibracional comprende una combinación de las etapas en las
10 Figuras 8 y 14.

El método comprende en primer lugar la caracterización de ambas de las características térmica y vibracional de la fuente de energía térmica y vibracional (S1001, S2001). Esto incluye la cuantificación de la frecuencia y amplitud de la
15 variación de temperatura cíclica, así como también la frecuencia resonante a través del rango operativo de la fuente de energía.

El método comprende además la determinación de los parámetros óptimos para un lente de vibración 1d con una
20 estructura integral bimetalica para usarse con una fuente de energía térmica y vibracional (S1002, S2002). Esto incluye la determinación de las dimensiones de las placas de enfoque 3d, 4d, que incluyen los parámetros α , β e γ así como también las profundidades de la primera y segunda capas 20d, 21d y la
25 composición de material. Se considera que la determinación de

los parámetros óptimos podría comprender un balance o equilibrio entre los factores de competencia y esto podría ser un proceso iterativo.

El método de manufactura incluye (S1003, S2003) el suministro de un lente de vibración 1d de acuerdo con los parámetros óptimos.

Sistema combinado alternativo de recolección de energía térmica y vibracional

En la Figura 16 se representa un sistema combinado alternativo de recolección de energía térmica y vibracional 31 que comprende las mismas y/o similares características que el sistema de recolección de energía vibracional 10 de las Figuras 3 y 4 en conjunto con las mismas o similares características del sistema de recolección de energía térmica de las Figuras 12.

El sistema combinado de recolección de energía térmica y vibracional 31 comprende un lente de vibración 1a, 1b, 1c, 1d, una tira bimetálica 19 y una cámara de vibración 25. En forma similar a la Figura 12, la tira bimetálica 19 es acoplada con una fuente de energía térmica y vibracional 11 la cual presenta una variación de temperatura cíclica. En respuesta a la variación de temperatura cíclica, la tira bimetálica 19 presenta una deformación cíclica de manera que la tira bimetálica 19 golpea la primera y segunda superficies 26, 27

de la cámara de vibración 25. En contraste con la Figura 12, la cámara de vibración 25 no comprende por sí misma un medio de conversión de energía, en este sistema combinado de recolección de energía térmica y vibracional 31, puesto que la tira bimetálica 19 mejora las vibraciones presentadas por la fuente 11. El lente de vibración 1a, 1b, 1c, 1d es acoplado con la cámara de vibración 25 de manera que el lente 1a, 1b, 1c, 1d transmite, converge y enfoca tanto las vibraciones que se originan directamente de la fuente 11 como las vibraciones térmicamente inducidas. Un medio de conversión de energía 12 ubicado en el extremo distante 6 del lente de vibración 1a, 1b, 1c, 1d convierte la energía vibracional en electricidad útil.

Como un ejemplo, un motor de combustión interna podría comprender una o más tiras bimetálicas y/o una o más cámaras de vibración para convertir una variación térmica presentada por un cilindro de un motor de combustión interna en energía vibracional. La energía vibracional del motor y la energía inducida vibracional son convertidas por medio de un lente de vibración en electricidad.

Como una alternativa, se considera que el lente de vibración 1a, 1b, 1c, 1d podría acoplarse directamente con la fuente de energía térmica y vibracional 11.

Como una alternativa adicional, se considera que el sistema combinado de recolección de energía térmica y

vibracional 31 no podría comprender una cámara de vibración 25 como se describe con anterioridad, puesto que el movimiento sólo de la tira bimetálica 19 podría ser suficiente para incrementar las vibraciones presentadas por la fuente 11.

5 Un método de manufactura del lente de vibración 1a, 1b, 1c, 1d y la tira bimetálica 19 para el sistema combinado de recolección de energía térmica y vibracional 31 comprende las etapas de las Figuras 8 y 14 de manera respectiva, y como es discutido con anterioridad. Una consideración adicional en
10 el contexto del sistema 31, es que cuando se determinan los parámetros óptimos para ambos del lente de vibración 1a, 1b, 1c, 1d y la tira bimetálica 19 (S1002, S2002), puede darse una consideración adicional de manera que las vibraciones inducidas por la tira bimetálica 19 sean resonantes, comparadas y/o
15 correlacionadas con el lente de vibración 1a, 1b, 1c, 1d. Esto podría involucrar la optimización iterativa adicional de las dimensiones y parámetros del lente de vibración 1a, 1b, 1c, 1d y/o la tira bimetálica 19.

La mejora de la eficiencia de un motor de combustión
20 interna y un automóvil mediante la captura y el reciclado de la energía desperdiciada térmica y vibracional tiene numerosas ventajas. El impacto ambiental del quemado del combustible es reducido, que por lo regular es derivado de combustibles fósiles, y también es reducida la velocidad en la cual son
25 consumidos los combustibles fósiles, que son un recurso finito.

Además, el costo por milla o kilómetro del automóvil también será reducido debido a la eficiencia mejorada.

Las vibraciones y pérdidas térmicas dentro de un motor de combustión interna por lo regular son asociadas con
5 ineficiencias en el rendimiento, límites en la operación (por ejemplo, sobrecalentamiento), el incremento de la falla mecánica de los componentes, una vida más corta del motor e incluso la comodidad deficiente dentro del automóvil. La energía térmica y vibracional dentro de un motor de combustión
10 interna por lo regular es desperdiciada y como tal, la norma es minimizar estas pérdidas mediante la introducción, por ejemplo, de un mecanismo de amortiguación o incluso el aislamiento térmico. En contraste con este entendimiento actual, la presente invención no minimiza las vibraciones y/o
15 las pérdidas térmicas, sino que en su lugar recolecta la energía térmica y vibracional. Esto origina que el motor de combustión interna sea más eficiente de energía mientras se mitiga e incluso se hace obvia la necesidad de todos los mecanismos para minimizar estas pérdidas. Esto puede originar
20 ahorros de costos al no tener que instalar mecanismos costosos de amortiguación en un motor de combustión interna.

Se describe un lente de vibración. El lente de vibración comprende al menos dos placas de enfoque cada una tiene un extremo próximo y un extremo distante. La separación
25 entre los extremos distantes de al menos las dos placas de

enfoque es menor que la separación entre los extremos próximos de al menos las dos placas de enfoque. El lente de vibración transmite, converge y enfoca la energía vibracional de una fuente a un medio de conversión de energía tal como los cristales piezoeléctricos. El lente de vibración también podría comprender una estructura bimetálica para convertir las fluctuaciones térmicas en el desplazamiento mecánico. El lente de vibración es adecuado para usarse en un sistema de recolección de energía vibracional y/o térmica. De manera ventajosa, el lente de vibración mejora la eficiencia de energía, por ejemplo, de un motor de combustión interna mientras se elimina o mitiga la necesidad de mecanismos de amortiguación vibracional y/o aislamiento térmico.

A través de toda la especificación, a menos que el contexto lo demande de otro modo, será entendido que los términos "comprenden" o "incluyen", o variaciones tales como "comprende" o "que comprende", "incluye" o "que incluye" implica la inclusión de un entero señalado o grupo de enteros, aunque no la exclusión de ningún otro entero o grupo de enteros. Además, a menos que el contexto lo demande con claridad de otro modo, el término "o" será interpretado que es de inclusión no de exclusión.

La descripción anterior de la invención ha sido presentada con propósitos de ilustración y descripción y no se pretende que sea exhaustiva o que limite la invención a la

forma precisa descrita. Las modalidades descritas fueron elegidas y descritas con el propósito de explicar mejor los principios de la invención y su aplicación práctica, con lo cual, se permite que otras personas expertas en la técnica
5 utilicen mejor la invención en varias modalidades y con varias modificaciones que son adecuadas para el uso particular contemplado. Por lo tanto, las modificaciones o mejoras adicionales podrían incorporarse sin apartarse del alcance de la invención como es definido por las reivindicaciones
10 adjuntas.