

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 935 915**

51 Int. Cl.:

B64D 27/26 (2006.01)

F16F 1/371 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2018** **E 21181320 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.11.2022** **EP 3907138**

54 Título: **Un dispositivo de aislamiento de vibraciones, especialmente para aplicaciones aeronáuticas**

30 Prioridad:

23.06.2017 US 201715630992

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.03.2023

73 Titular/es:

**HUTCHINSON AEROSPACE & INDUSTRY INC.
(100.0%)
4510 Vanowen Street
Burbank, CA 91505, US**

72 Inventor/es:

**SHAHOSSEINI, IMAN;
NALL, JOHN y
ROSON, IVAN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 935 915 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

Un dispositivo de aislamiento de vibraciones, especialmente para aplicaciones aeronáuticas

La invención trata de un dispositivo de aislamiento de vibraciones, especialmente para aplicaciones aeronáuticas.

5 En una aplicación aeronáutica, tal dispositivo se puede usar para aislar de un motor, tal como un turbohélice o un turboventilador, el armazón del avión.

Se puede hacer referencia a la figura 1, que comprende las figuras 1(a) y 1(b), donde se puede ver un motor de avión 1, un yugo 2 montado en el motor 1 mediante unos dispositivos de aislamiento de vibraciones 3a, 3b (soportes de motor). En el medio del yugo 2, se proporciona una placa 4, que está montada en el yugo 2 y en la estructura de avión (un ala, por ejemplo, no mostrada).

10 Típicamente, cada dispositivo de aislamiento de vibraciones comprende una carcasa (armazón) unida al motor, un eje que cruza la carcasa a través de aberturas realizadas en dicha carcasa que está unida al yugo y, entre las mismas, un miembro elástico tal como un elastómero.

En ese caso, el dispositivo de aislamiento de vibraciones se denomina a menudo "soporte de motor".

Cada soporte de motor está diseñado para proporcionar una alta rigidez en funcionamiento normal.

15 Sin embargo, en caso de un suceso no deseado, tal como un desprendimiento de una pala del ventilador, el motor se desequilibra y las altas cargas alcanzadas se transfieren a la estructura del fuselaje debido a la alta rigidez de los soportes de motor.

Como consecuencia, las diferentes estructuras mecánicas están muy solicitadas.

20 Una posibilidad para determinar la integridad mecánica de la estructura del fuselaje en tal situación es diseñar estructuras más resistentes y, por lo tanto, más pesadas.

Esto no es deseable porque aumenta el peso del avión.

Por esta razón, ya se han propuesto diseños específicos para los soportes de motor.

25 El documento US3081993 desvela un montaje elástico que tiene miembros de soporte y soportados y un cuerpo elastomérico en relación de transporte de carga entre los miembros y dispuesto para mantener la carga en compresión, una banda elástica que rodea el cuerpo y que resiste el abultamiento de dicho cuerpo bajo carga y que modifica por lo tanto la tasa elástica, teniendo dicha banda partes de apoyo y medios elásticos que mantienen las partes en relación de apoyo bajo tensión inicial para proporcionar una restricción positiva y una tasa elástica rígida, cediendo dicha banda a medida que la carga aumenta por encima de dicha tensión inicial para proporcionar una tasa elástica más blanda seguida por una tasa elástica más rígida a medida que la carga aumenta aún más por encima de dicha tensión inicial.

30 El documento US 2016/0009403 A1 (D1) propone un soporte de motor para el que las aberturas de la carcasa tienen un diseño específico, es decir, una forma "ovalizada" en comparación con el diseño de un soporte de motor clásico en el que esas aberturas tienen una sección transversal circular.

En funcionamiento normal, el miembro elástico, tal como un elastómero, proporciona una alta rigidez entre el eje y la carcasa.

35 Sin embargo, en caso de un suceso no deseado, tal como un desprendimiento de una pala del ventilador, el eje montado en el yugo puede desplazarse más que con un soporte de motor clásico para evitar cualquier contacto repetitivo entre el eje y la carcasa. Como consecuencia, se conserva la integridad mecánica del eje y de la carcasa.

40 Para asegurar que el eje montado en el yugo puede desplazarse más con respecto a la carcasa en tal suceso, se propone en una realización (figura 7 del documento) un mecanismo de fusible basándose en una parte frangible de la pared de la carcasa. En funcionamiento normal, cada abertura tiene forma circular y por encima de una carga umbral entre el eje y dicha parte frangible, esta última se rompe para proporcionar una forma "ovalizada" de la abertura, evitando, o al menos limitando, el contacto entre dicho eje y dicha carcasa. Un inconveniente de esta solución es que, una vez que se ha roto el mecanismo de fusible, el soporte no se puede reutilizar.

45 En un avión, también se puede usar un dispositivo de aislamiento de vibraciones para aislar una unidad de potencia auxiliar (APU) de las vibraciones procedentes del motor.

En esta aplicación, el dispositivo aislador de vibraciones se denomina a menudo soporte de APU.

Se puede encontrar un soporte de APU en diferentes lugares del avión.

Por ejemplo, la figura 2 muestra diferentes soportes de APU que se pueden encontrar en la sección de popa del avión.

Como otro ejemplo, la figura 3 muestra otros tipos de soportes de APU que se pueden encontrar dentro del cárter de motor.

Para esta clase de aplicación también, ya se han propuesto diseños específicos para evitar, o al menos limitar, en caso de un suceso no deseado, tal como un desprendimiento de una pala del ventilador, la transmisión de vibraciones desde el motor hacia la APU.

Se puede hacer referencia a la figura 2, que comprende las figuras 2(a) hasta 2(c), que muestra tipos de soportes de APU 3c, 3d y dónde se pueden encontrar en el avión. En particular, la figura 2(c) muestra una vista externa del soporte de APU 3c, donde se puede ver una carcasa 30c, un eje 30'e, un miembro elástico 30''c, que está dispuesto dentro de la carcasa 30c y alrededor del eje 30'e.

También se puede hacer referencia a la figura 3, que muestra varios soportes de APU, 3e, 3f, 3g y 3h, que se pueden utilizar dentro de un motor de avión, con más precisión, a nivel de la sección de cola del avión.

Por ejemplo, el documento US 6.715.746 B2 (D2) propone un soporte de APU que separa un depósito de aceite de la estructura del motor (caja del ventilador). El soporte de APU comprende una carcasa, a través de la que hay un eje central conectado tanto a la carcasa como al depósito. El soporte de APU también se monta en la caja del ventilador mediante una ménsula montada rígidamente en dicho eje. El soporte de APU comprende un miembro elástico dentro de la carcasa que está montado tanto en la carcasa como en el eje. Un mecanismo de fusible está integrado dentro de la APU para tener dos modos de funcionamiento de dicha APU. Este mecanismo de fusible está formado, en el presente caso, gracias a los debilitamientos mecánicos realizados en el eje.

En funcionamiento normal, el depósito está rígidamente conectado a la caja del ventilador a través de la carcasa, el eje y la ménsula, que son todos componentes rígidos. El miembro elástico no está solicitado. Sin embargo, en caso de un suceso no deseado, tal como un desprendimiento de una pala del ventilador, las cargas aplicadas al eje debido al funcionamiento desequilibrado del motor aumentan y alcanzan un valor umbral al que se rompe el eje. A partir de este momento, la trayectoria de transmisión de las cargas entre la caja del ventilador y el depósito cambia pasando a través del miembro elástico. La conexión entre la caja del ventilador y el depósito se vuelve más blanda y limita la transmisión de vibraciones desde el motor hacia el depósito.

En ese caso, y contrariamente a la solución propuesta en la referencia D1, el mecanismo de fusible puede cambiarse sin cambiar todo el soporte.

Sin embargo, en funcionamiento normal, y contrariamente al funcionamiento del soporte propuesto en la referencia D1, el comportamiento es, en funcionamiento normal, muy rígido ya que el miembro elástico, no solicitado, no contribuye a la amortiguación de vibraciones.

Un objetivo de la invención es superar los inconvenientes mencionados anteriormente.

Con ese objetivo, la invención propone un dispositivo de aislamiento de vibraciones según la reivindicación 1.

En las reivindicaciones dependientes 2-4 se mencionan características opcionales adicionales según la invención.

En toda la solicitud ha de considerarse que 1 pulgada es 0.0254 m y 1 Kip es aproximadamente 453.59 kg.

La invención se comprenderá mejor y otros objetivos, ventajas y características de la misma serán más evidentes con la lectura de la siguiente descripción, realizada en relación con las siguientes figuras anexas:

- la figura 4, que comprende las figuras 4(a) hasta 4(d), muestra una primera realización de un dispositivo de aislamiento de vibraciones que no es según la invención definida en la reivindicación 1 pero se presenta solo con fines ilustrativos;
- la figura 5, que comprende las figuras 5(a) y 5(b), muestra un dispositivo de aislamiento de vibraciones que no es según la invención definida en la reivindicación 1 pero se presenta solo con fines ilustrativos;
- la figura 6 es un gráfico que muestra la evolución de la fuerza/carga aplicada al dispositivo como una función del desplazamiento para el dispositivo de aislamiento de vibraciones de la figura 5 y para un dispositivo de aislamiento de vibraciones de referencia de la técnica anterior;
- la figura 7, que comprende las figuras 7(a) hasta 7(c), muestra otro dispositivo de aislamiento de vibraciones que no es según la invención definida en la reivindicación 1 pero que se presenta solo con fines ilustrativos, que ha sido ensayado experimentalmente;
- la figura 8 es un gráfico que muestra la evolución de la fuerza/carga aplicada al dispositivo como una función del desplazamiento para el dispositivo de aislamiento de vibraciones de la figura 7, con dos diseños diferentes, y para un dispositivo de aislamiento de vibraciones de referencia de la técnica anterior;
- la figura 9, que comprende las figuras 9(a) hasta 9(d), muestra una segunda realización de un dispositivo de

aislamiento de vibraciones que no es según la invención definida en la reivindicación 1 pero que se presenta solamente con fines ilustrativos;

- la figura 10, que comprende las figuras 10(a) hasta 10(j), muestra diferentes diseños que se pueden emplear para la segunda realización;
- 5 - la figura 11, que comprende las figuras 11(a) hasta 11(d), muestra una tercera realización de un dispositivo de aislamiento de vibraciones que no es según la invención definida en la reivindicación 1, pero que se presenta solamente con fines ilustrativos;
- la figura 12, que comprende las figuras 12(a) hasta 12(d), muestra una cuarta realización de un dispositivo de aislamiento de vibraciones según la invención;
- 10 - la figura 13, que comprende las figuras 13(a) y 13(b), muestra una quinta realización de un dispositivo de aislamiento de vibraciones que no es según la invención definida en la reivindicación 1, pero que se presenta solamente con fines ilustrativos;
- la figura 14, que comprende las figuras 14(a) hasta 14(c), muestra diferentes diseños específicos que se pueden usar junto con la quinta realización;
- 15 - la figura 15, que comprende las figuras 15(a) y 15(b), muestra una sexta realización de un dispositivo de aislamiento de vibraciones que no es según la invención definida en la reivindicación 1, pero que se presenta solamente con fines ilustrativos; y
- la figura 16, que comprende las figuras 16(a) hasta 16(f), muestra diferentes diseños específicos que se pueden usar junto con la sexta realización;
- 20 - la figura 17 muestra una variante en la que el miembro elástico es una malla metálica, con más precisión, en el armazón de la realización de la figura 9;
- la figura 18, que comprende las figuras 18(a) hasta 18(c), muestra una variante que comprende más de un mecanismo de fusible.

En las realizaciones, se proporciona un dispositivo de aislamiento de vibraciones 100, que comprende:

- 25 - un armazón 10 destinado a ser montado en un cárter,
- una estructura 20, por ejemplo un eje o un yugo, destinada a ser montada en un componente externo a aislar,
- un miembro elástico 30 situado entre dicho armazón y dicha estructura,
- un mecanismo de fusible 40 que asegura que dicho dispositivo de aislamiento de vibraciones 100 presenta una primera rigidez, cuando las cargas aplicadas a dicho dispositivo de aislamiento de vibraciones 100 están por
- 30 debajo de una carga umbral predeterminada, y una segunda rigidez, menor que la primera rigidez, cuando las cargas aplicadas al dispositivo de aislamiento de vibraciones 100 son al menos iguales a dicha carga umbral predeterminada.

35 Cualquiera que sea la realización, el mecanismo de fusible 40 está dispuesto, dentro de dicho dispositivo de aislamiento de vibraciones 100, para restringir dicho miembro elástico 30 dentro de un espacio predeterminado, cuando las cargas aplicadas al dispositivo de aislamiento 100 están por debajo de una carga umbral predeterminada, y para liberar dicho miembro elástico 30 de modo que este último sea capaz de deformarse más allá de dicho espacio predeterminado, cuando las cargas aplicadas al dispositivo de aislamiento de vibraciones 100 son al menos iguales a dicha carga umbral predeterminada.

40 En la figura 4 se muestra una primera realización de un dispositivo de aislamiento de vibraciones 100 que no es según la invención definida en la reivindicación 1, pero que se presenta solamente con fines ilustrativos. Con más precisión, las figuras 4(a) y 4(b) muestran el dispositivo 100 en un primer estado en el que no se ha activado el mecanismo de fusible, respectivamente, en una vista en perspectiva y en una vista en corte vertical. Las figuras 4(c) y 4(d) muestran el dispositivo 100 en un segundo estado en el que se ha activado el mecanismo de fusible 40.

45 En esta realización, el mecanismo de fusible 40 es una correa que rodea el miembro elástico 30 y que presenta una carga de rotura correspondiente a la carga umbral predeterminada.

En funcionamiento normal, es decir, por debajo de la carga umbral, el dispositivo de aislamiento de vibraciones 100 presenta una alta rigidez. El miembro elástico 30 está restringido por la correa dentro del espacio A predeterminado (representado con líneas de trazos en la figura 4(b)).

50 Cuando las cargas aplicadas al dispositivo de aislamiento de vibraciones 100 son al menos iguales al valor umbral predeterminado, la correa se rompe de modo que se libera el miembro elástico 30. Por lo tanto, el miembro elástico

30 puede deformarse más allá del espacio A predeterminado, como se puede ver en la figura 4(d), donde dicho espacio A también está representado con líneas de trazos. A medida que el miembro elástico 30 puede deformarse más, el dispositivo de aislamiento de vibraciones 100 se vuelve más blando y presenta entonces una rigidez menor que en funcionamiento normal.

- 5 De esa manera, cuando ocurre un suceso no deseado, tal como un desprendimiento de una pala del ventilador, el dispositivo de aislamiento de vibraciones 100 se vuelve más blando y evita, o al menos limita, la transmisión de vibraciones entre el cárter (cárter del motor, por ejemplo) y el componente a aislar (ala y, consecuentemente, cabina del avión, por ejemplo).

El soporte se puede reutilizar cambiando la correa.

- 10 Se debe observar que, en el diseño específico mostrado en la figura 4, el miembro elástico 30 está constituido por un apilamiento que contiene una primera capa 310 de elastómero, una primera placa 320 más rígida que un elastómero, una segunda capa 330 de elastómero y una segunda placa 340 más rígida que un elastómero.

- 15 El miembro elástico 30 se puede diseñar de manera diferente, por ejemplo, añadiendo capas de elastómeros y placas rígidas, o teniendo solamente una capa de elastómero (en comparación con la figura 4(b), la primera placa 320 se retira y las capas 310, 330 forman una misma capa de elastómero).

La figura 5 muestra un dispositivo de aislamiento de vibraciones 100 según la primera realización, que se ha ensayado experimentalmente.

- 20 El dispositivo 100 mostrado en la figura 5 tiene solamente una capa de elastómero, de modo que no comprende ninguna placa 320, como se muestra en las figuras 4(b) y 4(d). Por lo tanto, la capa de elastómero se coloca entre y en contacto con el armazón 10 y la placa 340 y rodea el eje 20, no estando este último sin embargo representado en la figura 5.

En la figura 5(a), se puede ver el dispositivo de aislamiento de vibraciones 100 antes del experimento. Corresponde a una situación en la que aún no se ha activado el mecanismo de fusible 40. En la figura 5(b), se puede ver el mismo dispositivo de aislamiento de vibraciones 100 después de que se ha activado el mecanismo de fusible 40.

- 25 El dispositivo 100 mostrado en la figura 5 (EMB) presenta las siguientes características:

- miembro elástico = elastómero (caucho natural)
- diámetro interno del miembro elástico (Di): $Di = 2,11$ centímetros (0,83 pulgadas)
- diámetro externo del miembro elástico (De): $De = 6,35$ centímetros (2,5 pulgadas)
- grosor del miembro elástico (e): $e = 0,51$ centímetros (0,2 pulgadas)
- 30 - correa (mecanismo de fusible): plástico con una carga de rotura de aproximadamente 7.117 N (1.600 lbf) (presencia de un defecto dentro de la correa)
- grosor de la correa: 0,76 centímetros (0,3 pulgadas).

- 35 Además, el dispositivo 100 ha sido ensayado con un banco aplicando una carga/fuerza que desplaza el armazón 10 con respecto a la placa 34 (en la práctica, conectada al eje 20) a una velocidad de 0,51 centímetros/minuto (0,2 pulgadas/minuto).

Otro dispositivo aislador de vibraciones, idéntico al dispositivo 100 mostrado en la figura 5, pero sin correa (sin mecanismo de fusible), se ha ensayado en las mismas condiciones de funcionamiento.

- 40 La figura 6 muestra las curvas de fuerza (carga) correspondientes como una función del desplazamiento entre el armazón 10 y la placa 340, por un lado, para la realización (EMB, presencia de la correa) y para la referencia (REF, sin correa).

- 45 Comparando ambas curvas (EMB a REF), se puede observar en primer lugar que la presencia de la correa conlleva la alta rigidez requerida en el funcionamiento normal del dispositivo de aislamiento de vibraciones 100. Globalmente, para la curva EMB, la primera rigidez del dispositivo de aislamiento de vibraciones (pendiente de las líneas de trazos DL1) es de aproximadamente 170 N/centímetro (44 Kp/pulgada) justo antes de la activación del mecanismo de fusible 40. En segundo lugar, se puede observar que, una vez que se ha alcanzado la carga de rotura de la correa 40, el dispositivo de aislamiento de vibraciones 100 se vuelve más blando, es decir, presenta una segunda rigidez menor que la primera rigidez. En el caso que nos ocupa, se puede observar que la segunda rigidez (pendiente de las líneas de trazos DL2) es de aproximadamente 85 N/centímetro (22 Kp/pulgada). En otras palabras, la activación del mecanismo de fusible 40 permite reducir, en un factor de 2, el nivel de rigidez del dispositivo de aislamiento de vibraciones 100 según la invención definida en la reivindicación 1, pero que se presenta solamente con fines ilustrativos.
- 50

Para la curva REF, el comportamiento es el comportamiento de un dispositivo de aislamiento de vibraciones blando, es decir, con una rigidez baja, en todo el intervalo de mediciones.

También se puede observar que, por encima del valor de flexión de 0,14 centímetros (0,055 pulgadas), el comportamiento de ambas curvas es el mismo (misma pendiente). Es consistente con el hecho de que ambos dispositivos (EMB y REF), idénticos excepto por la presencia de la correa, tienen que comportarse de la misma manera, para el dispositivo de aislamiento de vibraciones 100 que no es según la invención definida en la reivindicación 1, pero que se presenta solamente con fines ilustrativos; una vez que se ha roto la correa 40 y, por lo tanto, ya no restringe el miembro elástico 30.

La figura 7 muestra otro dispositivo de aislamiento de vibraciones 100 según la primera realización, que se ha ensayado experimentalmente.

El dispositivo 100 mostrado en la figura 7 es similar al diseño específico mostrado en las figuras 4(b), en el que existen dos capas 310, 330 separadas por una placa rígida 320. Sin embargo, no existe el eje 20, estando este último integrado dentro del armazón 10, por ejemplo, destinado a ser conectado a un motor de avión. La función del eje en la figura 4 la cumple en este caso el yugo Y. Por lo tanto, el miembro elástico está colocado entre el armazón 10 y el yugo, estando este último destinado a ser conectado al componente a aislar.

En la figura 7(a), se puede ver el dispositivo de aislamiento de vibraciones 100 antes del experimento. Corresponde a una situación en la que aún no se ha activado el mecanismo de fusible 40. En la figura 7(b), se puede ver el mismo dispositivo de aislamiento de vibraciones 100 después de que se ha activado el mecanismo de fusible 40. Finalmente, en la figura 7(c), se puede ver una representación esquemática del soporte mostrado en la figura 7(a).

El dispositivo 100 mostrado en la figura 7 se ha ensayado con dos diseños.

Primer diseño (EMB 1)

- miembro elástico = dos capas de elastómero (caucho natural) separadas por una placa;
- grosor de cada capa de elastómero 320, 330 (e_R): $e_R = 2,54$ centímetros (1 pulgada)
- grosor de la placa intermedia metálica (representando al yugo) que separa ambas capas de elastómero (e_P): $e_P = 2,18$ centímetros (0,86 pulgadas)
- grosor de una capa de elastómero expuesta al mecanismo de fusible (e_{RE}): $e_{RE} = 1,45$ centímetros (0,57 pulgadas) (para cada capa)
- grosor de una capa de elastómero no expuesta al mecanismo de fusible ($e_{RNE} = e_R - e_{RE}$): $e_{RNE} = 1,09$ centímetros (0,43 pulgadas) (para cada capa)
- diámetro interno del elastómero (D_i): $D_i = 2,95$ centímetros (1,16 pulgadas)
- diámetro externo del elastómero (D_e): $D_e = 7,37$ centímetros (2,9 pulgadas)
- diámetro del elastómero entre ambas partes de la placa intermedia (D_{eP}): $D_{eP} = 5,71$ centímetros (2,25 pulgadas)
- correa (mecanismo de fusible): plástico con una carga de rotura de aproximadamente 9.475 N (2.130 lbf)
- grosor de la correa: 0,76 centímetros (0,3 pulgadas).

Segundo diseño (EMB 2)

Lo mismo que para el primer diseño, excepto que la correa (mecanismo de fusible) comprende un defecto diseminado que permite dividir por dos el grosor de dicha correa. En otras palabras, al nivel del defecto, el grosor de la correa es de 0,38 centímetros (0,15 pulgadas). En consecuencia, la carga de rotura de la correa es de aproximadamente 4.715 N (1.060 lbf) (también dividida por dos con respecto al primer diseño).

Se debe observar que para el primer diseño, la carga de rotura de la correa se maneja gracias a su mecanismo de bloqueo, mientras que para el segundo diseño, se maneja por el defecto.

Además, cualquiera que sea el ensayo considerado, el dispositivo 100 se ha ensayado con un banco aplicando una carga/fuerza que desplaza el armazón 10 con respecto al eje 20 a una velocidad de 0,51 centímetros/minuto (0,2 pulgadas/minuto).

Otro dispositivo aislador de vibraciones, idéntico al dispositivo 100 mostrado en la figura 7, pero sin correa (sin mecanismo de fusible), se ha ensayado en las mismas condiciones de funcionamiento.

Sirve como referencia, permitiendo identificar mejor la utilidad de la correa (mecanismo de fusible) utilizada en el armazón de la realización.

Los resultados del ensayo se muestran en la figura 8.

La referencia (REF) se comporta como un dispositivo de aislamiento de vibraciones con baja rigidez en todo el intervalo de mediciones.

5 Los dispositivos de aislamiento de vibraciones según la primera y segunda realizaciones (EMB 1, EMB 2) presentan ambos una primera rigidez, alta, por debajo de la carga de rotura y, a partir de dicha carga de rotura, una segunda rigidez menor que la primera rigidez. Para el primer diseño (EMB 1), la primera rigidez, justo antes de que se active el mecanismo de fusible, es de aproximadamente 40,92 N/centímetro (10,6 Kp/pulgada) y la segunda rigidez después de que se ha activado el mecanismo de fusible es de aproximadamente 25 N/centímetro (6,4 Kp/pulgada), es decir, una reducción de aproximadamente el 40% de la rigidez. Para el segundo diseño (EMB 2), la primera rigidez, justo antes de que se active el mecanismo de fusible, también es de aproximadamente 40,92 N/centímetro (10,6 Kp/pulgada) y la segunda rigidez, después de que se ha activado el mecanismo de fusible también es de aproximadamente 25 N/centímetro (6,4 Kp/pulgada).

En cuanto a los resultados del ensayo de la figura 6, se observa que la presencia de la correa, sean cuales sean las condiciones de ensayo, permite obtener una primera rigidez mayor que la obtenida con la referencia.

15 Además, al comparar las curvas EMB 1 e EMB 2, se observa que la única diferencia de comportamiento está relacionada con la carga umbral. En el intervalo de flexiones por debajo del punto de activación del mecanismo de fusible para la curva EMB 1, así como en el intervalo de flexiones por encima del punto de activación del mecanismo de fusible para la curva EMB 2, el comportamiento de ambos diseños del dispositivo de aislamiento de vibraciones 100 es el mismo.

20 La figura 9 muestra una segunda realización de un dispositivo aislador de vibraciones 101 según la invención definida en la reivindicación 1, pero que se presenta solamente con fines ilustrativos. Con más precisión, las figuras 9(a) y 9(b) muestran el dispositivo 101, respectivamente, en un primer estado en el que no se ha activado el mecanismo de fusible 41 y en un segundo estado en el que se ha activado el mecanismo de fusible 41.

25 En esta realización, el mecanismo de fusible 41 es un espaciador plegable montado entre el armazón 11 y el miembro elástico 31, generalmente mediante una placa rígida P que separa el miembro elástico 31 respecto al mecanismo de fusible. El espaciador plegable 41 presenta una carga de rotura correspondiente a dicha carga umbral predeterminada.

En funcionamiento normal, es decir, por debajo de la carga umbral, el dispositivo de aislamiento de vibraciones 101 presenta una alta rigidez. El miembro elástico 31 está restringido por el espaciador plegable 41 dentro del espacio A predeterminado (representado con líneas de trazos en la figura 9(a)).

30 Cuando las cargas aplicadas al dispositivo de aislamiento de vibraciones 101 son al menos iguales al valor umbral predeterminado, el espaciador plegable se pliega de modo que se libera el miembro elástico 31. Por lo tanto, el miembro elástico 31 puede deformarse más allá del espacio A predeterminado, como se puede ver en la figura 9(b), donde dicho espacio A también se representa con líneas de trazos. A medida que el miembro elástico 31 puede deformarse más, el dispositivo de aislamiento de vibraciones 101 se vuelve más blando y presenta entonces una rigidez menor que en funcionamiento normal.

35 Para reutilizar el soporte, es posible cambiar el espaciador plegable proporcionando un nuevo espaciador plegable 41, finalmente junto con una nueva placa P y un nuevo armazón 11.

40 En las figuras 9(a) hasta 9(d), el espaciador plegable 41 está formado por una pluralidad de pilares P1, P2, P3, P4, P5 paralelos, que están todos, por ejemplo, orientados en la dirección del eje 2 (dirección de la carga aplicada en el dispositivo 101). Cada pilar P1 a P5 comprende un estrechamiento N1, N2, N3, N4, N5 que permite ajustar la carga de rotura de cada pilar y, por lo tanto, del espaciador plegable 41.

Por supuesto, y de manera más general, se puede prever un número N de pilares, tal como $N \geq 2$, donde N es un número entero.

45 Como se puede ver en las figuras 9(a) y 9(b), el espaciador plegable se puede usar dentro de un dispositivo de aislamiento de vibraciones 101, donde el armazón 11 está limitado a una placa. Sin embargo, como se muestra en las figuras 9(c) y 9(d), el armazón 11 puede ser una carcasa. Más específicamente, en la figura 9(c), el dispositivo de aislamiento de vibraciones 101 corresponde a la estructura típica de un soporte de motor, mientras que en la figura 9(d), el dispositivo de aislamiento de vibraciones 101 corresponde a la estructura típica de un soporte de APU.

Además, el uso de pilares paralelos como espaciador plegable 41 no es la única posibilidad.

50 Las figuras 10(a) hasta 10(j) muestran diferentes diseños que se pueden usar como espaciador plegable.

En la figura 10(a), el espaciador plegable 41a está formado por una pluralidad de estructuras rompibles en forma de X.

En la figura 10(b), el espaciador plegable 41b está, como en la figura 9, formado por una pluralidad de pilares paralelos, que están todos, por ejemplo, orientados en la dirección del eje 2 (dirección de la carga aplicada en el dispositivo 101).

Sin embargo, en ese caso, cada pilar se retuerce alrededor de su propio eje longitudinal LA para ajustar la fuerza de rotura. La forma retorcida cumple entonces la misma función que el estrechamiento en la figura 9.

En la figura 10(c), el espaciador plegable 41c es una estructura hueca cuyas paredes principales son deformables.

5 En la figura 10(d), el espaciador plegable 41d es un espaciador hueco. El espaciador plegable 41d es una estructura continua que comprende huecos.

10 En la figura 10(e), el espaciador plegable 41e está formado por una pluralidad de estructuras (preferiblemente idénticas) dispuestas en paralelo, por ejemplo, en la dirección del eje 21. Cada estructura comprende una primera parte que comprende un defecto F, tal como un estrechamiento, y una segunda parte SP que consiste en un resorte montado en serie con la primera parte FP. La primera parte FP está, por ejemplo, conectada al armazón 11 y el resorte SP está conectado a la placa rígida P. En esta realización, es posible ajustar una precarga sobre el miembro elástico, dependiendo de cuánto se comprime el resorte. Además, esta realización permite activar el mecanismo de fusible (defecto F) sin rotura. Por lo tanto, el soporte se puede reutilizar sin cambiar ningún componente dentro de dicho soporte.

En la figura 10(f), el espaciador plegable 41f está formado por una estructura alveolar.

15 En la figura 10(g), el espaciador plegable 41g comprende una primera parte FP1, maciza, por ejemplo de forma rectangular, y una segunda parte FP2, hueca, para recibir parcialmente la primera parte FP1. La primera parte FP1 se mantiene en su sitio con respecto a la segunda parte por una fuerza de rozamiento. Cuando las cargas aplicadas al dispositivo de aislamiento de vibraciones 101 son al menos iguales a la fuerza de rozamiento, la primera parte FP1 puede desplazarse en la dirección del eje, dentro de la segunda parte FP2, hasta que la segunda parte FP2 recibe completamente la primera parte FP1. La distancia entre el armazón 11 y la placa P se reduce de modo que se proporciona más espacio al miembro elástico 31 para que se deforme.

20 En la figura 10(h), el espaciador plegable 41h es una estructura hueca, compresible. En ese caso, el valor umbral predeterminado corresponde a la carga de pandeo de la estructura hueca.

25 En la figura 10(i), el espaciador plegable 41i funciona de la misma forma que en la figura 10(g). Sin embargo, difiere en su estructura. De hecho, comprende una pluralidad de primeras partes FP1, siendo cada una maciza, y estando cada una combinada con una segunda parte FP2 correspondiente. Cada segunda parte FP2 es de la misma clase que la segunda parte FP2 de la figura 10(g). Sin embargo, en la representación dada en la figura 10(i), cada primera parte FP1 es un pasador. Ventajosamente, las primeras partes son paralelas, así como las segundas partes.

30 En la figura 10(j), el espaciador plegable 41j está formado por una pluralidad de estructuras paralelas, por ejemplo, todas orientadas en la dirección del eje 21. Cada estructura comprende una bola que coopera con una estructura en Y que es rompible. En funcionamiento normal del dispositivo aislador de vibraciones, la bola se mantiene entre las ramas de las estructuras en Y. Una vez que las cargas aplicadas al dispositivo de aislamiento de vibraciones alcanzan el valor umbral predeterminado, las cargas aplicadas a la bola separan las ramas de la Y, rompiendo finalmente la estructura en Y.

35 La figura 11 muestra una tercera realización de un dispositivo de aislamiento de vibraciones 102 que no es según la invención definida en la reivindicación 1, pero que se presenta solamente con fines ilustrativos. Con más precisión, las figuras 11(a) y 11(b) muestran el dispositivo de aislamiento de vibraciones 102, respectivamente, en un primer estado, en el que no se ha activado el mecanismo de fusible 42, y en un segundo estado, en el que se ha activado el mecanismo de fusible 42. El eje está referenciado con 22.

En esta realización, el mecanismo de fusible 42 está formado por:

- 40 - un cojín 420 montado entre el armazón 12 y el miembro elástico 32, y
- una válvula de alivio RV conectada a dicho cojín 420,

estando configurada dicha válvula de alivio RV para abrirse en caso de que las cargas aplicadas al dispositivo de aislamiento de vibraciones 102 sean al menos iguales a dicha carga umbral predeterminada.

45 Una placa P, más rígida que el miembro elástico 32 y el cojín 420, está colocada generalmente entre el miembro elástico 32 y el cojín 420. Esta placa P puede estar hecha de metal.

El cojín 420 puede ser un cojín aeráulico o hidráulico.

Opcionalmente, la válvula de alivio RV se puede conectar a un acumulador ACC para recuperar el fluido inicialmente contenido en el cojín, una vez que se ha activado la válvula de alivio RV.

50 En funcionamiento normal, es decir, por debajo de la carga umbral, el dispositivo de aislamiento de vibraciones 102 presenta una rigidez elevada. El miembro elástico 32 está restringido por el cojín 42, inflado, dentro del espacio A predeterminado (representado con líneas de trazos en la figura 11(a)).

Cuando las cargas aplicadas al dispositivo de aislamiento de vibraciones 102 son al menos iguales al valor umbral predeterminado, las válvulas de alivio RV se activan y, como consecuencia, el cojín 420 se desinfla de modo que finalmente se libera el miembro elástico 32. Por lo tanto, el miembro elástico 32 puede deformarse más allá del espacio A predeterminado, como se puede ver en la figura 11(b), donde dicho espacio A también está representado en líneas de trazos. Como el miembro elástico 32 puede deformarse más, el dispositivo de aislamiento de vibraciones 102 se vuelve más blando y presenta entonces una rigidez menor que en funcionamiento normal.

Como se puede ver en las figuras 11(a) y 11(b), el cojín 42 se puede usar dentro de un dispositivo de aislamiento de vibraciones 102, donde el armazón 12 está limitado a una placa. Sin embargo, como se muestra en las figuras 9(c) y 9(d), el armazón 12 puede ser una carcasa. Más específicamente, en la figura 11(c), el dispositivo de aislamiento de vibraciones 102 corresponde a la estructura típica de un soporte de motor, mientras que en la figura 11(d), el dispositivo de aislamiento de vibraciones 102 corresponde a la estructura típica de un soporte de APU.

En la tercera realización, la presión a la que se abre la válvula de alivio RV corresponde por lo tanto al valor umbral predeterminado.

En la realización de la figura 11, la reutilización del mecanismo de fusible es bastante simple, ya que si el cojín 420 no está alterado, basta con volver a inflar dicho cojín 420.

La figura 12 muestra una cuarta realización de un dispositivo de aislamiento de vibraciones 103 según la invención. Con más precisión, las figuras 12(a) y 12(b) muestran el dispositivo de aislamiento de vibraciones 103, respectivamente, en un primer estado, en el que no se ha activado el mecanismo de fusible 43, y en un segundo estado, en el que se ha activado el mecanismo de fusible 43.

En la presente realización, el miembro elástico 33 está constituido por un apilamiento que contiene una primera capa 331 de elastómero, una primera placa 332 más rígida que un elastómero, una segunda capa 333 de elastómero y una segunda placa 334, también más rígida que un elastómero.

Cada capa 331, 333 de elastómero está parcialmente unida al armazón 13 y/o a una placa rígida 332, 334, como se representa esquemáticamente por líneas de trazos en la figura 12(b). El eje está referenciado con 23.

Esta unión parcial permite obtener una fuerza de unión entre el elastómero y la placa o el armazón al que mira dicho elastómero, definiendo dicho mecanismo de fusible 43.

La figura 12(c) muestra, por ejemplo al nivel de la interfaz entre la placa rígida 331 y la segunda capa 333 de elastómero, la zona de unión BZ entre dicha placa rígida 332 y dicha segunda capa 333 de elastómero. La superficie de contacto CS entre la placa rígida 332 y la segunda capa 333 de elastómero corresponde a la superficie de la placa rígida 332. Sin embargo, la superficie de unión BS entre la placa rígida 332 y la segunda capa 333 de elastómero está limitada a una zona central de la placa rígida 332. En otras palabras, excepto en la zona de unión, el elastómero no está unido a la placa rígida. Como consecuencia, la fuerza de unión que conecta la placa rígida 332 a la segunda capa 333 de elastómero está limitada con respecto a un diseño clásico en el que la zona de unión corresponde a toda la superficie de la placa rígida 332.

Se debe entender que la zona de unión no está limitada a una zona central de la placa rígida 332.

Otro ejemplo se proporciona en la figura 12(d). En esa variante, la zona de unión está realizada en la periferia de la placa rígida 332.

Por supuesto, si las figuras 12(c) y 12(d) se han descrito con referencia a la superficie de contacto entre la placa rígida 332 y la segunda capa 333 de elastómero, se debe entender que esta descripción también se aplica a cualquier zona de contacto entre un elastómero del miembro elástico 32 y otra placa o el armazón 13 del dispositivo de aislamiento de vibraciones 103.

Para entender cómo funciona el dispositivo de aislamiento de vibraciones 103, se ha representado en la figura 12(b) un caso donde la primera capa 331 de elastómero está unida a toda la superficie de las placas adyacentes y la segunda capa 333 de elastómero está parcialmente unida a las placas adyacentes. La primera capa 331 de elastómero está restringida por su entorno dentro del espacio A predeterminado (en la figura 12(a), antes de cualquier deformación y en la figura 12(b) durante la deformación). La segunda capa 333 de elastómero, parcialmente unida, se libera, es decir, ya no está unida a sus placas adyacentes, una vez que las cargas aplicadas al dispositivo de aislamiento de vibraciones 103 son al menos iguales al valor umbral predeterminado, de modo que la segunda capa de elastómero puede deformarse más allá de dicho espacio A predeterminado, hacia otro espacio A'. Se debe observar que, en el caso de una unión normal para la segunda capa 333 de elastómero, el espacio predeterminado también sería el espacio A y por eso tiene sentido la comparación con la primera capa 331 de elastómero. Con más precisión, en ausencia de unión, la segunda capa 333 de elastómero puede deformarse más allá de dicho espacio A predeterminado, especialmente en la dirección lateral LD, como se muestra en la figura 12(b).

Como consecuencia, el miembro elástico 33 presenta, en funcionamiento normal, una primera rigidez alta y, una vez que la zona de unión BZ ya no existe (mecanismo de fusible activado), una segunda rigidez, menor que la primera rigidez.

En la realización de la figura 12, la reutilización del soporte se puede realizar retirando las capas existentes de elastómeros y disponiendo nuevas capas de elastómeros, unidas de la misma forma.

La figura 13 muestra una quinta realización de un dispositivo aislador de vibraciones 104 que no es según la invención definida en la reivindicación 1 pero que se presenta solamente con fines ilustrativos; respectivamente, para un soporte de motor en la figura 13(a) y para un soporte de APU en la figura 13(b).

En esta realización, el mecanismo de fusible 44 comprende al menos un tapón PG que coopera con una abertura OP realizada en el armazón 14 (carcasa en este caso). El eje es la referencia 24.

En funcionamiento normal, el tapón PG está dispuesto dentro de la abertura OP. En ese caso, el tapón PG funciona como parte del armazón 14. El miembro elástico 34 está restringido dentro del espacio A, proporcionado por la carcasa, de modo que el dispositivo aislador de vibraciones 104 presenta una primera rigidez alta.

Una vez que se alcanza el valor umbral predeterminado, el tapón PG sale de repente bajo la presión ejercida por el miembro elástico 34, experimentando este último las cargas aplicadas al dispositivo aislador de vibraciones 104. Las figuras 14(a) hasta 14(c) muestran el dispositivo de aislamiento de vibraciones, una vez que se ha salido de repente el tapón PG. A partir de este momento, el miembro elástico puede deformarse más, por ejemplo pasando al interior de la abertura o incluso saliendo de la carcasa, yendo por lo tanto más allá del espacio A predeterminado, que está limitado por dicha carcasa 14. El dispositivo de aislamiento de vibraciones 104 presenta una segunda rigidez, menor que la primera rigidez.

En la práctica, hay varias formas de definir el valor umbral de carga en esta realización.

Por ejemplo, en la figura 14(a), se prevén, dentro de la pared de la carcasa/armazón 14, dientes T que salen de la pared y se dirigen al espacio interno de la abertura OP. Como consecuencia, los dientes interactúan con el tapón para bloquear el tapón PG dentro de la abertura. Cuando se consigue el valor umbral, los dientes se rompen y liberan el tapón PG.

Otro ejemplo se da en la figura 14(b). El tapón PG queda retenido, en funcionamiento normal, dentro de la abertura OP, gracias a una placa de sujeción HP que evita que salte de repente dicho tapón. Una vez que se alcanza el valor umbral predeterminado, la presión ejercida por el miembro elástico 34 rompe la placa de sujeción HP. Como consecuencia, el tapón PG ya no queda retenido dentro de la abertura y sale de repente bajo la presión del miembro elástico 34.

Otro ejemplo se da en la figura 14(c). En este caso, es la fuerza de rozamiento entre el tapón y la carcasa 14 la que se utiliza. En la práctica, el tapón PG y la abertura OP están diseñados para proporcionar un nivel dado de una fuerza de rozamiento y el valor umbral de carga que corresponde a esta fuerza de rozamiento. Esta última realización es particularmente ventajosa, ya que gracias al cable W, el tapón PG se puede volver a colocar en su sitio para su reutilización. Por supuesto, también es posible para las figuras 14(a) y 14(b), pero además requiere el cambio de los dientes T o de la placa de sujeción HP.

La figura 15 muestra una sexta realización de un dispositivo aislador de vibraciones 105 que no es según la invención definida en la reivindicación 1, pero que se presenta solamente con fines ilustrativos, respectivamente, para un soporte de motor en la figura 15(a) y para un soporte de APU en la figura 15(b).

En esta realización, el mecanismo de fusible 45 comprende al menos un elemento retenedor R1, R2 rompible, teniendo dicho elemento retenedor R1, R2 una primera parte FP1 encerrada dentro del armazón 15 y una segunda parte FP2 que sobresale más allá de dicho armazón 15 para cooperar con una placa P que cubre el miembro elástico 35, teniendo dicho al menos un elemento retenedor R1, R2 una carga de rotura correspondiente a la carga umbral predeterminada.

El elemento retenedor R1, R2 se coloca para experimentar un esfuerzo de cizalladura cuando se aplican cargas al dispositivo de aislamiento de vibraciones 105 y en caso de que dicho esfuerzo de cizalladura esté por encima de un valor dado, la segunda parte del elemento retenedor R1, R2 se separa de la primera parte del elemento retenedor R1, R2 para liberar el miembro elástico 35.

Hay varias posibilidades para diseñar un elemento retenedor R1, R2 de este tipo. Entre estas posibilidades, algunas de ellas se muestran en las figuras 16(a) hasta 16(f).

En la figura 16(a), el elemento retenedor R1, R2 tiene un estrechamiento N que separa las dos partes FP1, FP2 del elemento retenedor. Las cargas aplicadas al dispositivo de aislamiento de vibraciones 105 inducen una fuerza F ejercida por el miembro elástico 35 mediante la placa P, estando esta placa en contacto con la segunda parte FP2 del elemento retenedor. Una vez que se alcanza el valor umbral, el elemento retenedor se rompe al nivel del estrechamiento N. El miembro elástico se libera así y puede deformarse más allá del espacio A predeterminado, limitado por el elemento retenedor.

En la figura 16(b), el elemento retenedor R1, R2 tiene una segunda parte FP2 más delgada que la primera parte FP1. El elemento retenedor puede romperse cuando las tensiones al nivel de la zona de contacto entre ambas partes

exceden un valor dado correspondiente al valor umbral predeterminado para el dispositivo de aislamiento de vibraciones 105.

5 En la figura 16(c), la segunda parte FP2 del elemento retenedor R1, R2 es independiente de la primera parte del elemento retenedor y simplemente se inserta en la primera parte. La fuerza de retención de la segunda parte FP2 en la primera parte FP1 permite definir el valor umbral de carga para el dispositivo de aislamiento de vibraciones 105.

En la figura 16(d), los elementos retenedores R1, R2 forman un elemento retenedor exclusivo. Las primeras partes FP1 están encerradas dentro de la pared del armazón/carcasa 15 y la segunda parte está en contacto con la placa P. Sin embargo, el principio es el mismo que para la variante de la figura 16(a).

10 En la figura 16(e), el elemento retenedor R1, R2 comprende una segunda parte FP2 unida, por ejemplo químicamente, a la primera parte FP1. Una vez que la fuerza F alcanza un valor que excede la fuerza de unión, la segunda parte FP2 ya no está unida a la primera parte FP1.

Finalmente, en la figura 16(e), el mecanismo de fusible es un elemento retenedor de sección constante, cuyo valor umbral predeterminado está basado en el límite de flexión del elemento retenedor R1, R2.

Para todas las variantes mostradas en la figura 16, el elemento retenedor puede tener forma de viga, varilla o placa.

15 En la realización de la figura 15 y la figura 16, la reutilización del soporte solamente implica el cambio de los elementos retenedores R1, R2.

20 También se debe observar que, para todas las realizaciones descritos en esta memoria anteriormente, se puede ajustar dicha carga umbral predeterminada según se desee. Para la mayoría de realizaciones, el ajuste se lleva a cabo durante el diseño del mecanismo de fusible y su fabricación. Sin embargo, en algunas realizaciones, tal como con la realización de las figuras 11(a) hasta 11(d) (cojín + válvula de alivio), es posible proporcionar una válvula de alivio para la que la presión a la que se activa la válvula es ajustable, incluso después de que el soporte esté completamente fabricado.

Finalmente, también se debe mencionar que un dispositivo de aislamiento de vibraciones también puede tener más de un mecanismo de fusible.

Es interesante si se desea proporcionar un soporte capaz de tener, en uso, más de dos rigideces diferentes.

25 Por ejemplo, la figura 18, que comprende las figuras 18(a) hasta 18(c), muestra un caso basándose en el diseño general de la figura 9 (caso particular de un espaciador plegable), donde se puede ver una primera fila FR de una primera pluralidad de pilares paralelos, diseñados, por ejemplo, como se describió previamente con respecto a la figura 9, y una segunda fila SR de una segunda pluralidad de pilares paralelos. La segunda fila SR está situada en serie con la primera fila FR, con respecto al eje 21, es decir, con respecto a la dirección de la carga. No obstante, el diseño de los pilares de la segunda fila se diferencia del diseño de los de la primera fila para proporcionar un segundo valor umbral predeterminado, diferente de dicho valor umbral predeterminado. En la práctica, se puede realizar diseñando el estrechamiento de cada pilar de la segunda fila SR con una sección transversal mayor del estrechamiento correspondiente de cada pilar de la primera fila FR. De esa forma, en caso de que se alcance dicha carga umbral predeterminada, los pilares de la primera fila FR se rompen y se tiene la configuración de la figura 18(b). Si la carga aplicada al dispositivo de aislamiento de vibraciones alcanza dicha segunda carga umbral predeterminada, entonces, los pilares de la segunda fila SR también se rompen, como se muestra en la figura 18(c).

40 Como consecuencia, el dispositivo de aislamiento de vibraciones inicialmente se comporta con normalidad (figura 18(a)) con una primera rigidez. Entonces, por ejemplo, en el caso de un desprendimiento de una pala del ventilador, se proporciona una segunda rigidez menor que la primera rigidez (figura 18(b)). Entonces, en el caso, por ejemplo, de un desprendimiento adicional de una pala del ventilador (por ejemplo, cuando se rompe una pala adicional), el dispositivo de aislamiento de vibraciones proporciona una tercera rigidez, menor que la segunda rigidez (figura 18(c)).

Por supuesto, esta posibilidad no se limita a la obtención de tres rigideces diferentes, sino que se puede generalizar a N rigideces diferentes, siendo la rigidez $(i + 1)$ -ésima menor que la rigidez i -ésima $(1 \leq i \leq N-1)$.

Se pueden prever muchos otros diseños para proporcionar el mismo efecto.

45 Por ejemplo, también se puede tener solamente una fila, como en la figura 9, pero con pilares paralelos que no son todos idénticos. Por ejemplo, se puede tener un primer conjunto de pilares en el lado izquierdo del soporte y un segundo conjunto de pilares en el lado derecho del soporte, teniendo cada uno de dichos pilares del segundo conjunto de pilares un estrechamiento con una sección transversal que es mayor que la sección transversal de los pilares del primer conjunto de pilares.

50 Por supuesto, los diseños descritos en esta memoria anteriormente también son aplicables a las diferentes variantes de mecanismos de fusible que se califican como espaciadores plegables (figura 10).

Además, la posibilidad de tener más de dos rigideces diferentes no se limita al caso del espaciador plegable.

De hecho, esta posibilidad es compatible con todos los mecanismos de fusible descritos previamente.

Más particularmente, en el caso del uso de tapones, cada tapón puede liberarse a diferentes presiones. Por ejemplo, se puede obtener con el diseño mostrado en la figura 14(c), con tapones de diferentes tamaños. De esa manera, la fuerza de rozamiento que retiene cada tapón en su orificio no es la misma.

- 5 Para el mecanismo de fusible basándose en una correa (figura 4), se puede desplegar más de una correa, teniendo cada correa una carga de rotura diferente.

Para el mecanismo de cojín (figura 11), se puede usar un apilamiento de cojines diferentes, estando cada uno conectado a una válvula de alivio dedicada. En ese caso, cada válvula de alivio se establece para liberar la presión dentro del cojín a un valor que difiere de las otras válvulas de alivio.

- 10 Para la unión controlada (figura 12), también es posible tener dos filas diferentes; una primera fila para la que la fuerza de unión elastómero-metal tiene un primer valor y una segunda fila para la que la fuerza de unión elastómero-metal tiene un segundo valor, mayor que el primer valor.

Se pueden hacer comentarios similares para las otras realizaciones o ejemplos.

- 15 En la descripción anterior, el miembro elástico se ha presentado como un elastómero, finalmente en varias capas separadas por al menos una placa rígida (es decir, una placa más rígida que el elastómero; por ejemplo, una placa metálica).

- 20 También se debe mencionar que la configuración de la figura 7(c), en la que el miembro elástico está colocado entre el armazón y el yugo, es posible como una variante de las configuraciones de las figuras 9(a) (espaciador plegable), 11(a) (cojín + válvula de alivio) y 12(a) (unión controlada). De manera más general, la configuración de la figura 7(c) es posible tan pronto como queda expuesto el miembro elástico, lo que hace posible montar dicho miembro elástico en un yugo.

Se debe observar que, en lugar de un caucho natural como elastómero, se puede usar un caucho de silicona. Más generalmente, en lugar de un elastómero, también se puede usar un elastómero termoplástico (TPE).

- 25 Además, y como otra variante, el miembro elástico puede ser una malla metálica. La figura 17 muestra, por ejemplo, el esquema de la figura 9(c), en el que el elastómero 31 (material elástico del miembro elástico) está reemplazado por una malla metálica MM. Por supuesto, se puede usar una malla metálica en cualquiera de las realizaciones descritas previamente, en lugar de un elastómero o en lugar de un apilamiento que comprende al menos dos capas de elastómero y una placa rígida que separa las capas de elastómero.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de aislamiento de vibraciones (103), que comprende:

- un armazón (13) destinado a ser montado en un cárter de motor,
- una estructura (23) destinada a ser montada en un componente externo a aislar,
- un miembro elástico (33) situado entre dicho armazón y dicha estructura,
- al menos un mecanismo de fusible (43) que asegura que dicho dispositivo de aislamiento de vibraciones presenta una primera rigidez, cuando las cargas aplicadas a dicho dispositivo de aislamiento de vibraciones están por debajo de una carga umbral predeterminada, y una segunda rigidez, menor que la primera rigidez, cuando las cargas aplicadas al dispositivo de aislamiento de vibraciones son al menos iguales a dicha carga umbral predeterminada,

en el que dicho mecanismo de fusible (43) está dispuesto, dentro de dicho dispositivo de aislamiento de vibraciones, para restringir dicho miembro elástico (33) dentro de un espacio predeterminado, cuando las cargas aplicadas al dispositivo de aislamiento de vibraciones están por debajo de dicha carga umbral predeterminada, y para liberar dicho miembro elástico (33) de modo que este último sea capaz de deformarse más allá de dicho espacio predeterminado, cuando las cargas aplicadas al dispositivo de aislamiento de vibraciones son al menos iguales a dicha carga umbral predeterminada,

caracterizado por que dicho miembro elástico (33) está unido parcialmente:

a dicho armazón (13), y/o

donde dicho miembro elástico (33) está constituido por un apilamiento que contiene al menos una primera capa (331) de un material elástico, una segunda capa (333) de un material elástico y una placa (332) ambas dispuestas en medio de y más rígidas que, dicha primera capa de material elástico y dicha segunda capa de material elástico:

a dicha placa (332)

de manera que se define una fuerza de unión entre dicho miembro elástico (33) y dicho armazón (13) y/o dicha placa (332), dicha fuerza de unión define dicho mecanismo de fusible y corresponde a dicha carga umbral predeterminada.

2. Un dispositivo de aislamiento de vibraciones (103) según la reivindicación 1, en el que dicho miembro elástico (33) comprende al menos una capa de un elastómero o de un elastómero termoplástico o de una malla metálica.

3. Un dispositivo de aislamiento de vibraciones (103) según la reivindicación anterior, en el que dicho elastómero es un caucho de silicona o un caucho natural.

4. Un dispositivo de aislamiento de vibraciones (103) según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos un segundo mecanismo de fusible que asegura que dicho dispositivo de aislamiento de vibraciones presenta una tercera rigidez, menor que la segunda rigidez, cuando las cargas aplicadas al dispositivo de aislamiento de vibraciones son al menos iguales a una segunda carga umbral predeterminada, mayor que dicha carga umbral predeterminada.

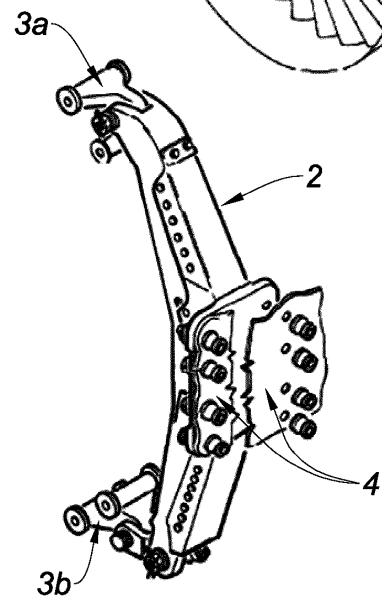
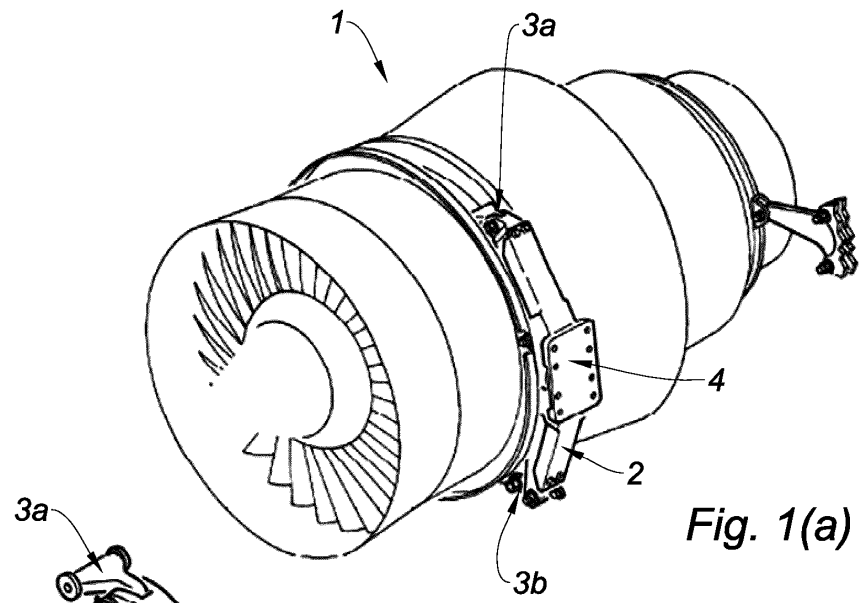




Fig. 2(a)

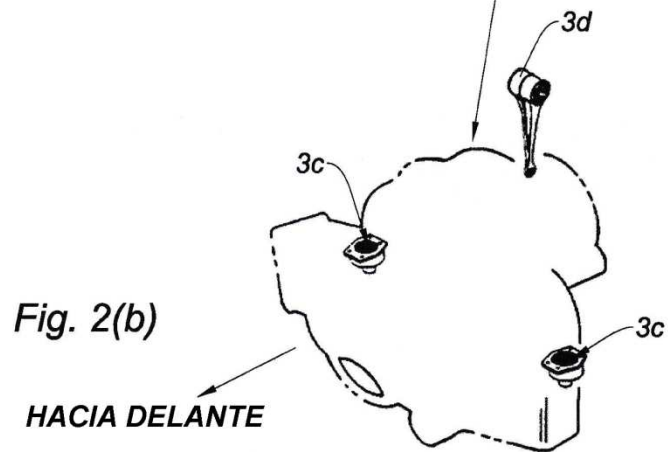


Fig. 2(b)

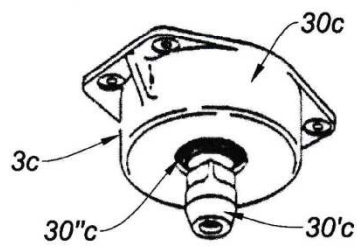


Fig. 2(c)

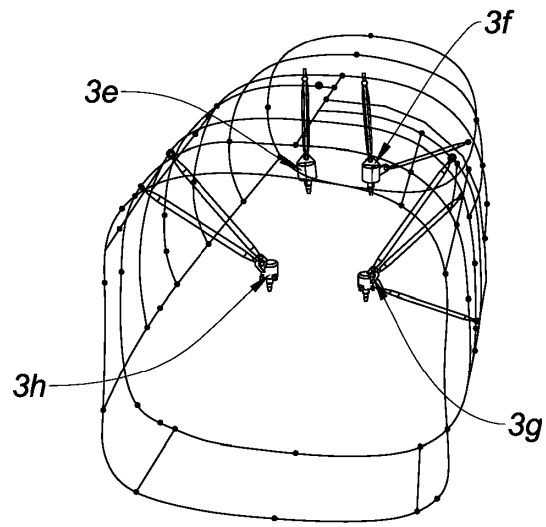


Fig. 3(a)

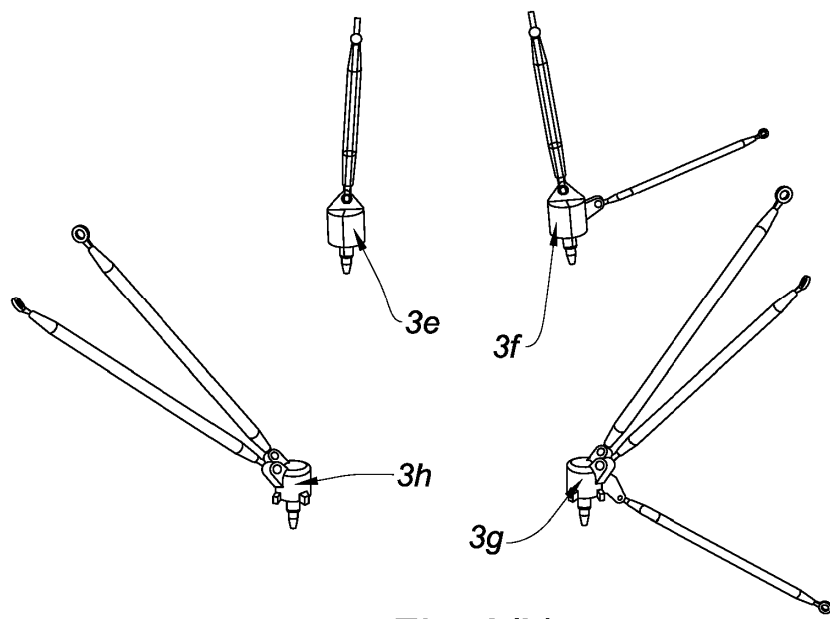


Fig. 3(b)

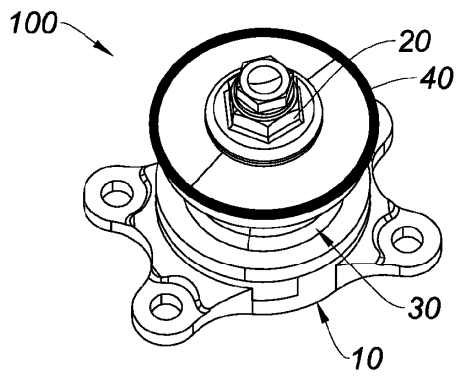


Fig. 4(a)

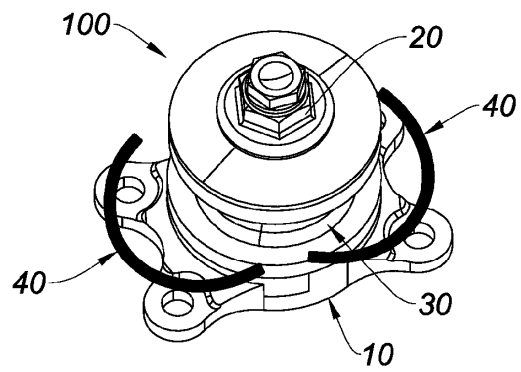


Fig. 4(c)

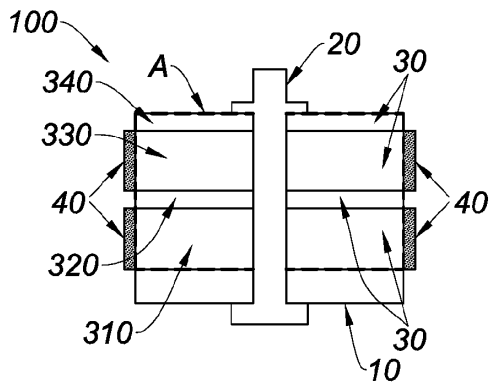


Fig. 4(b)

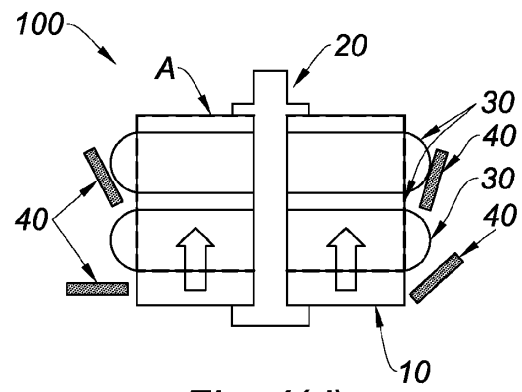


Fig. 4(d)

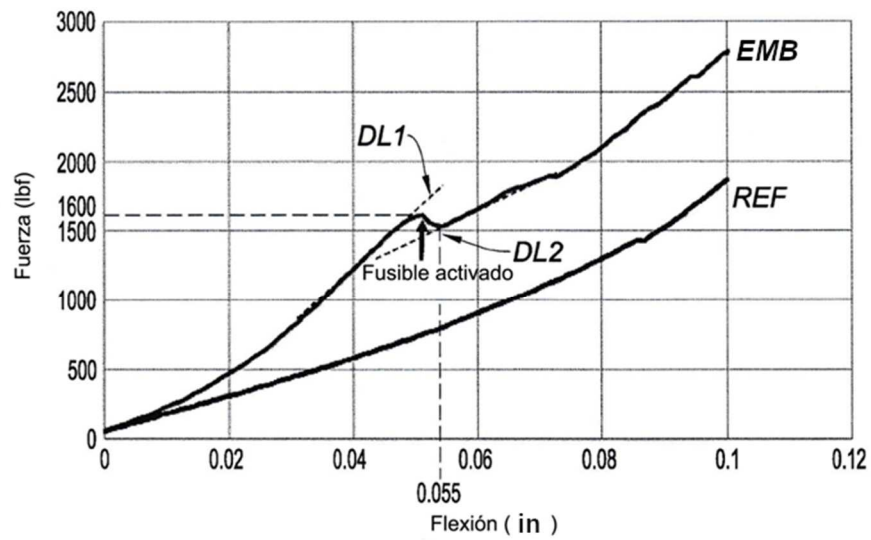
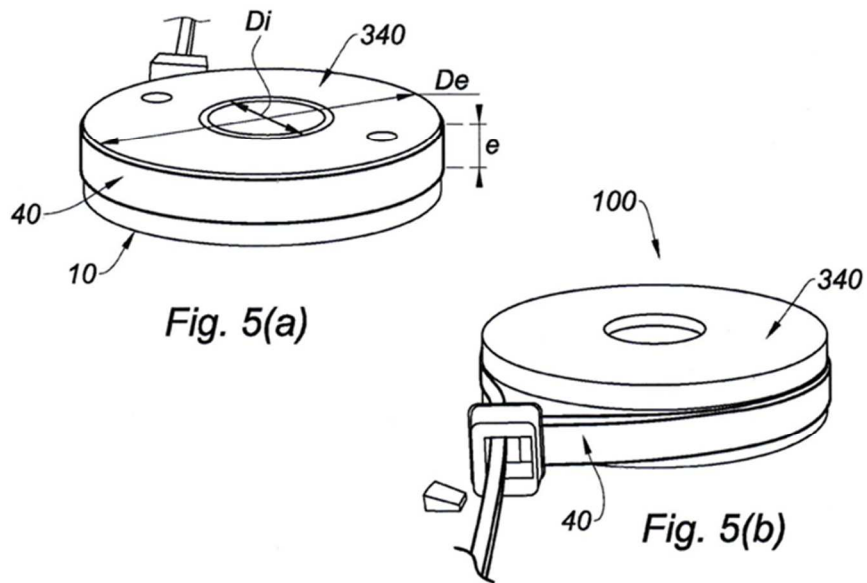
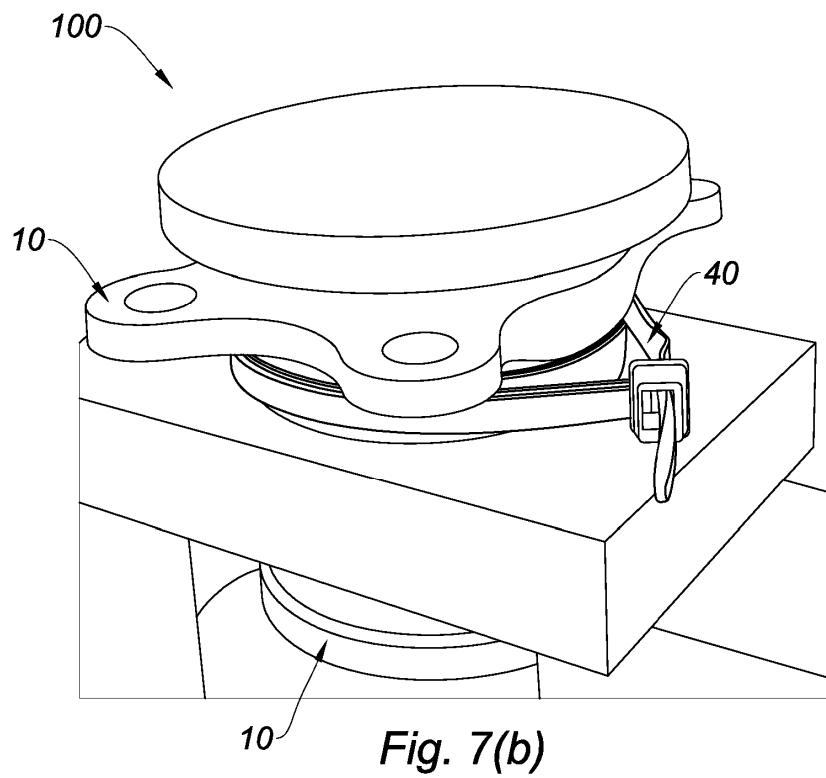
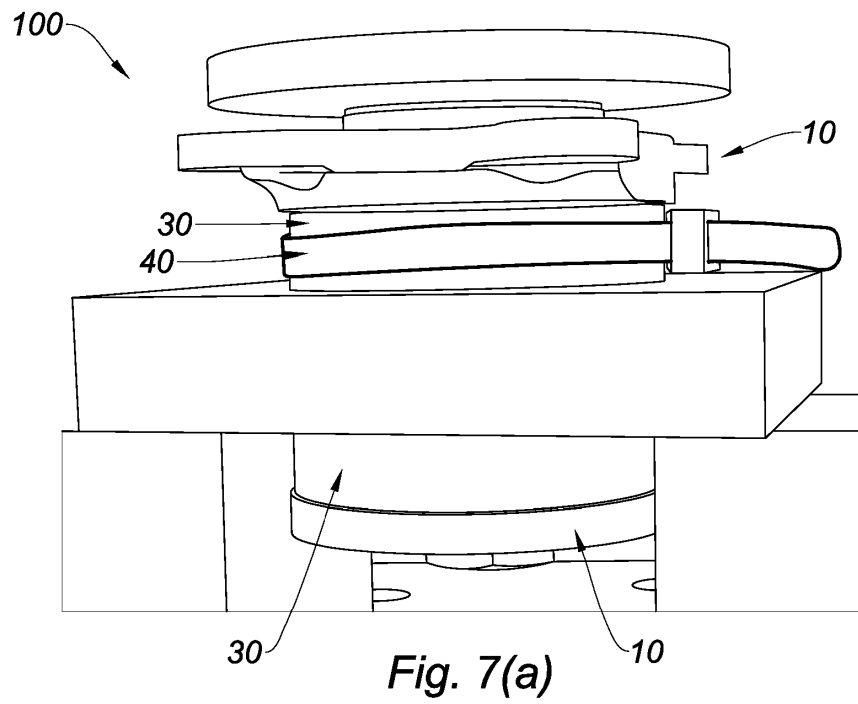


Fig. 6



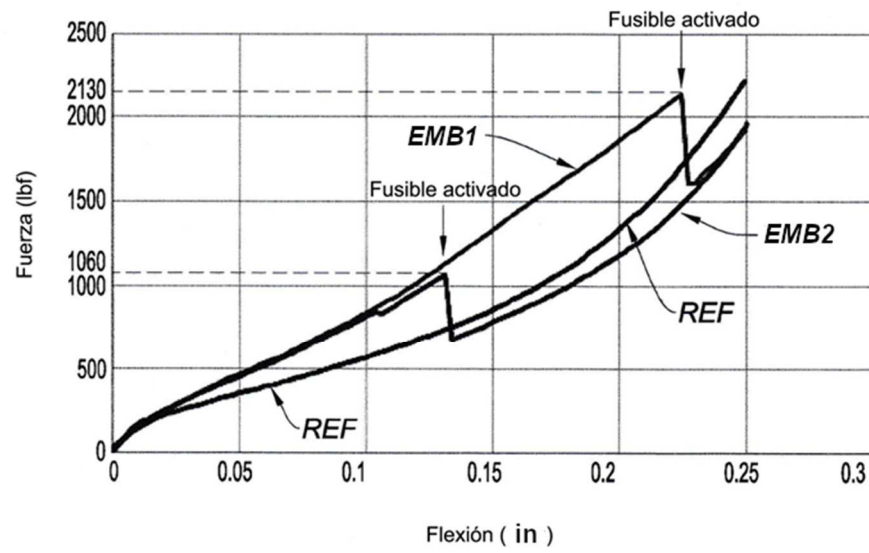


Fig. 8

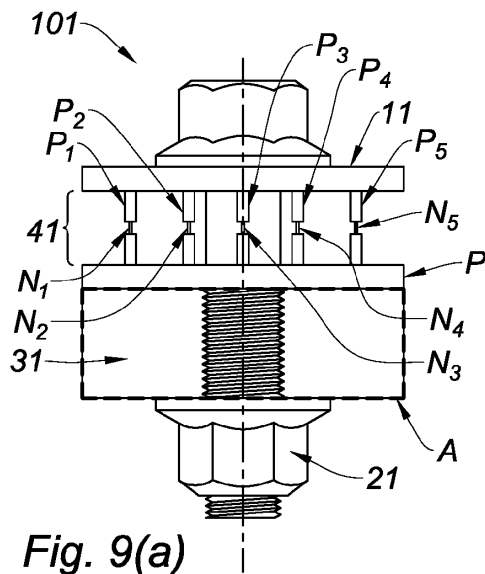


Fig. 9(a)

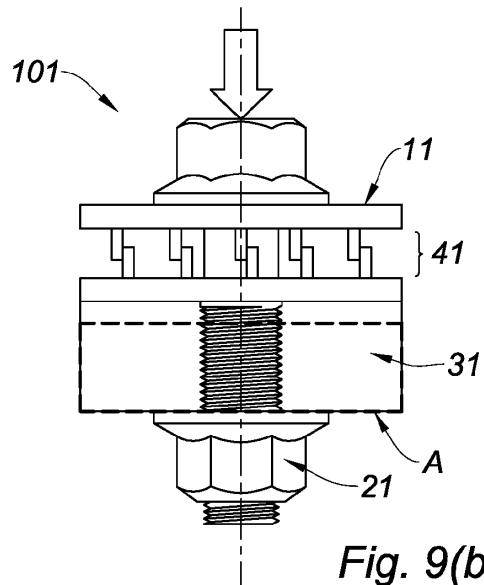


Fig. 9(b)

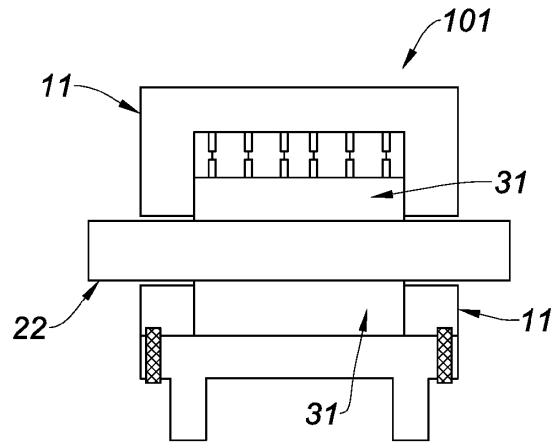


Fig. 9(c)

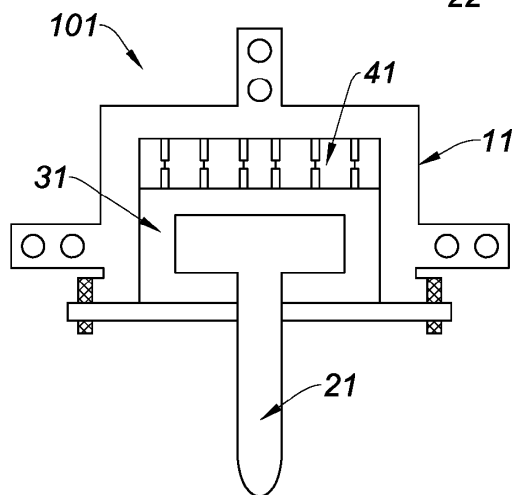
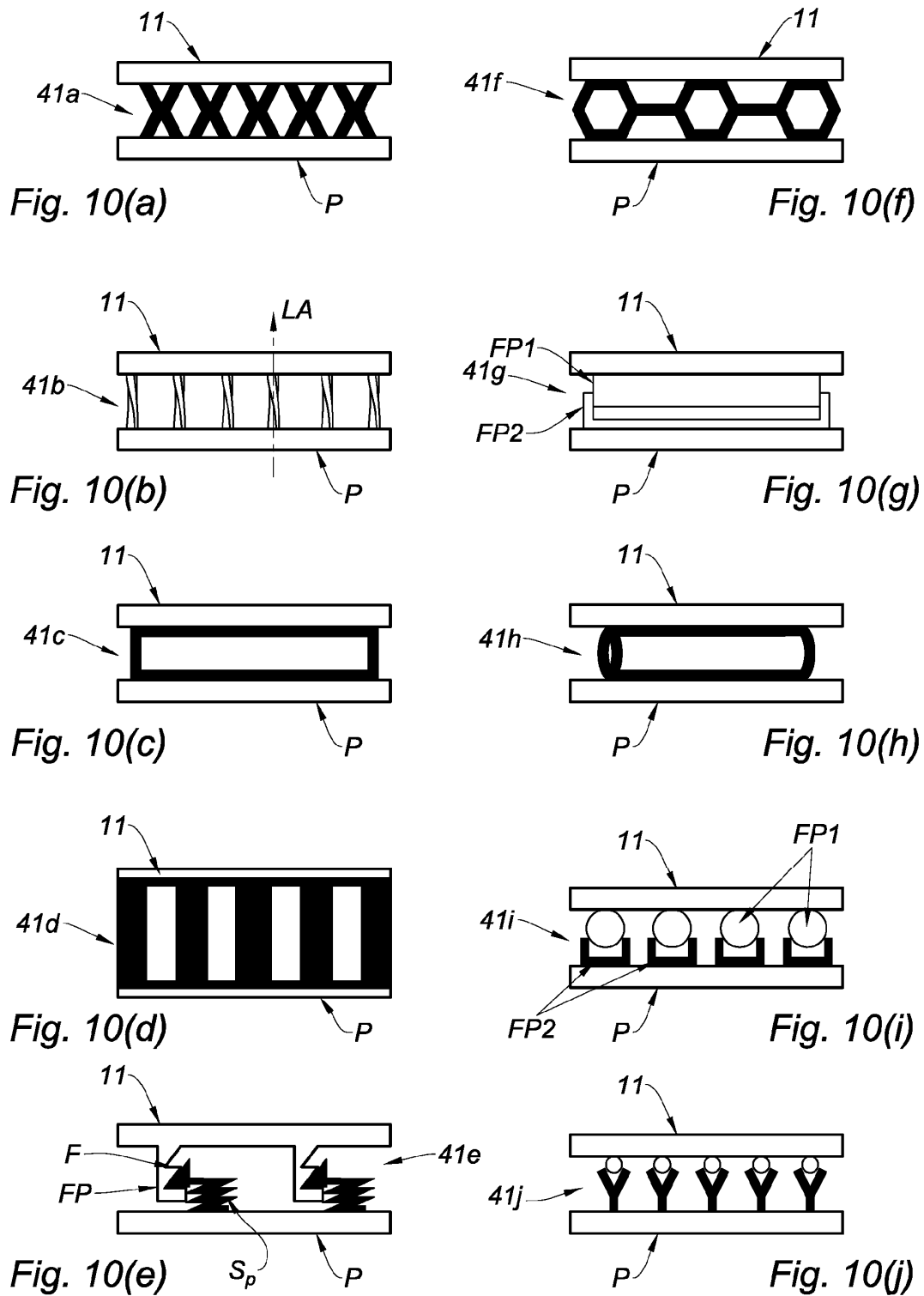


Fig. 9(d)



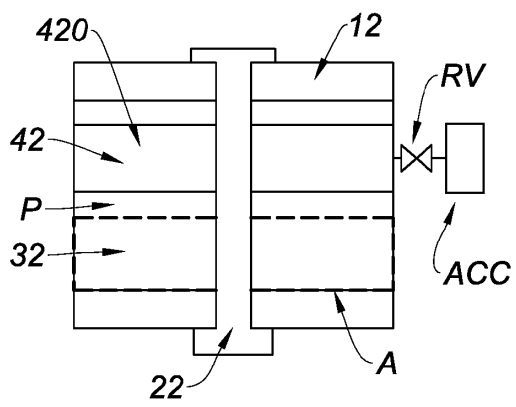


Fig. 11(a)

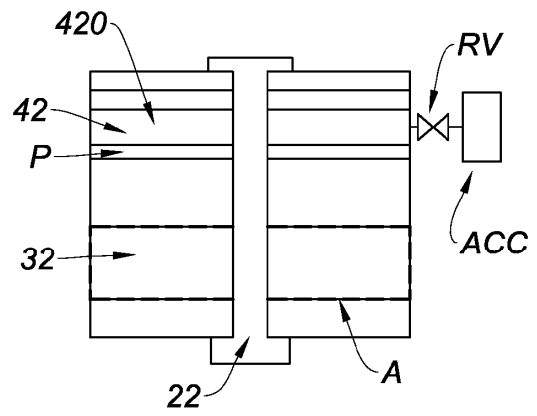


Fig. 11(b)

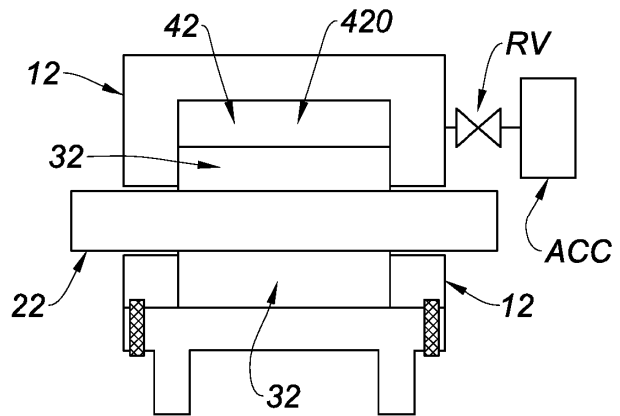


Fig. 11(c)

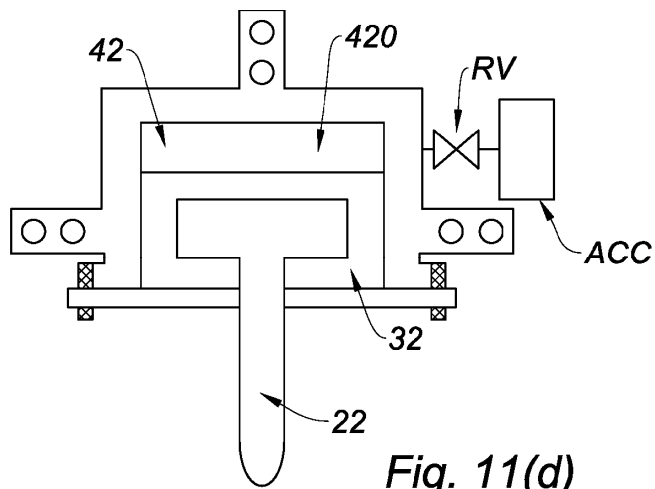
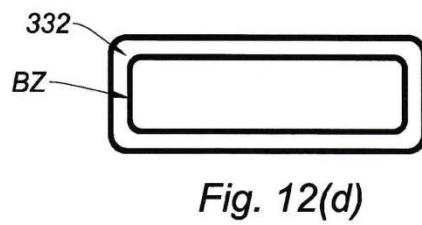
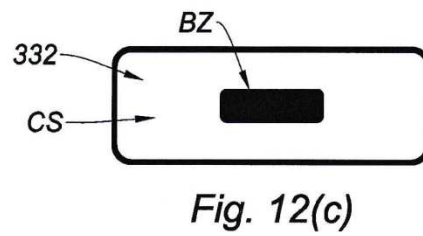
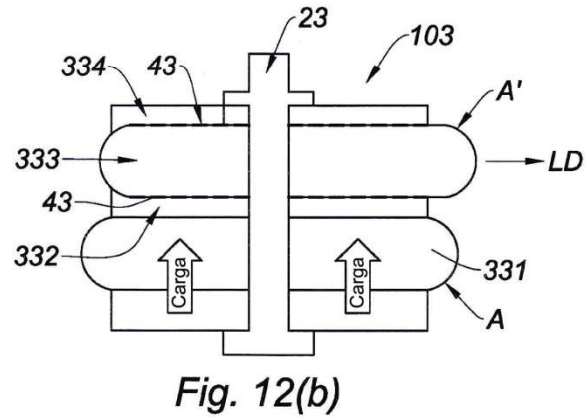
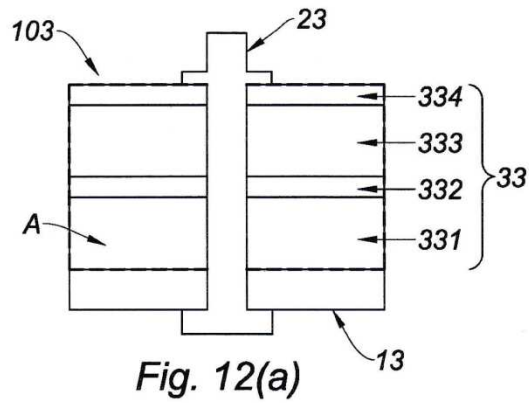


Fig. 11(d)



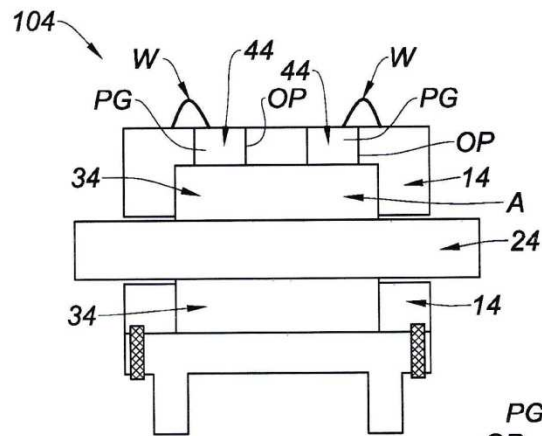


Fig. 13(a)

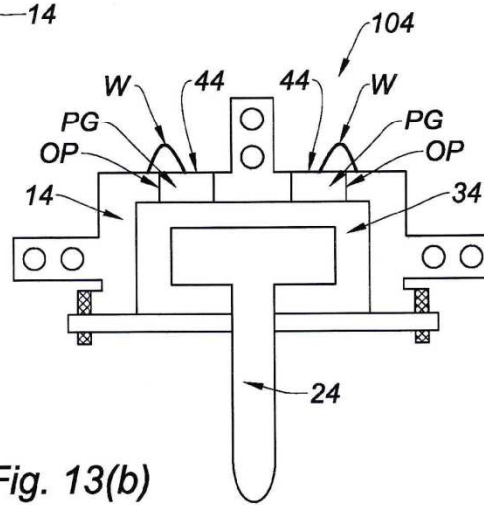


Fig. 13(b)

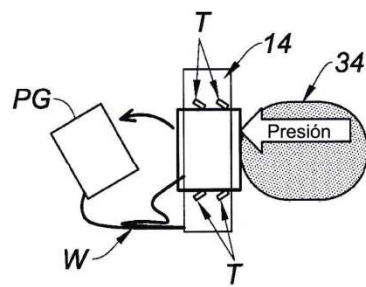


Fig. 14(a)

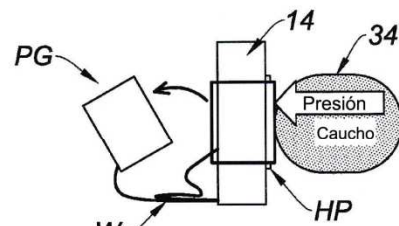


Fig. 14(b)

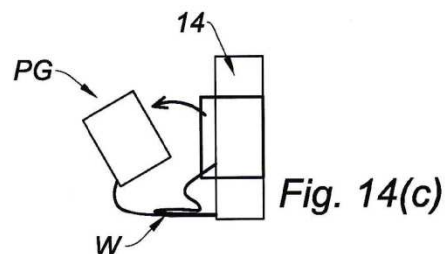


Fig. 14(c)

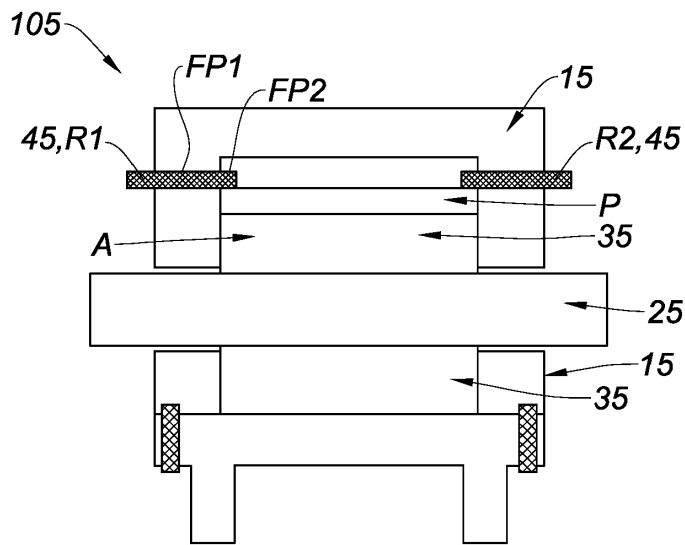


Fig. 15(a)

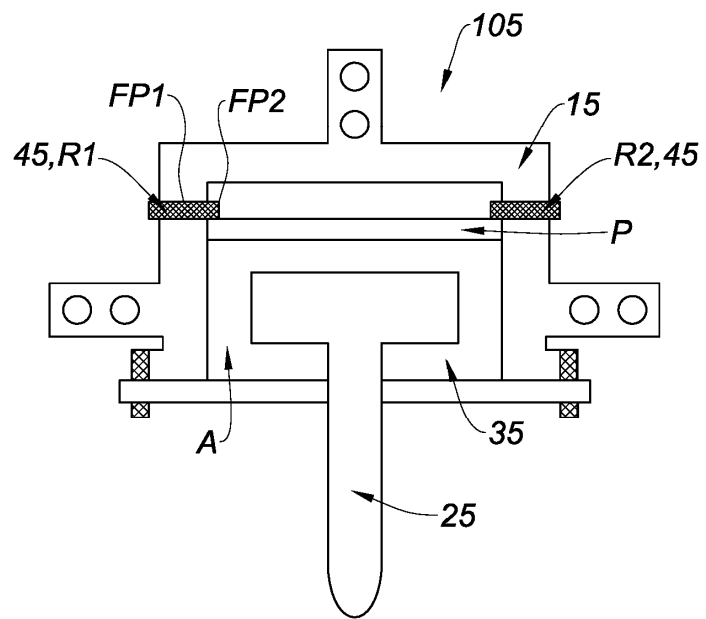
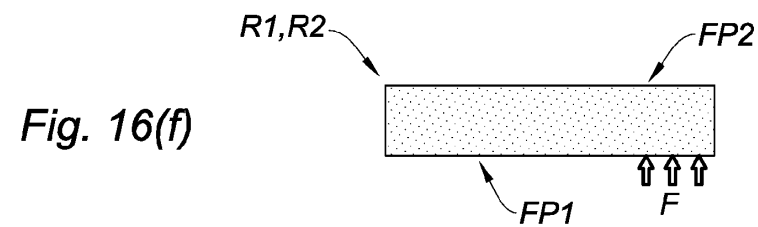
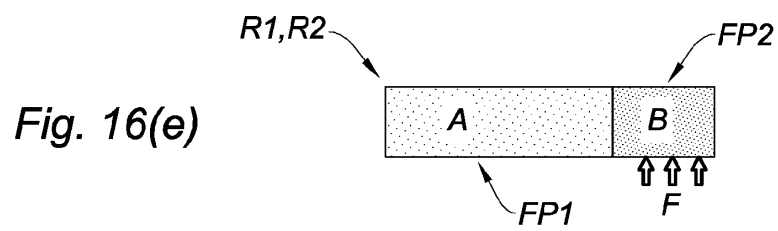
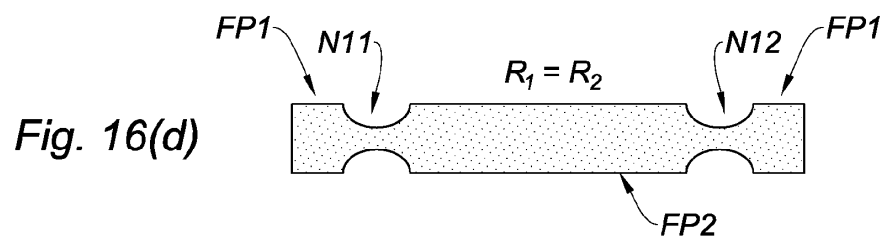
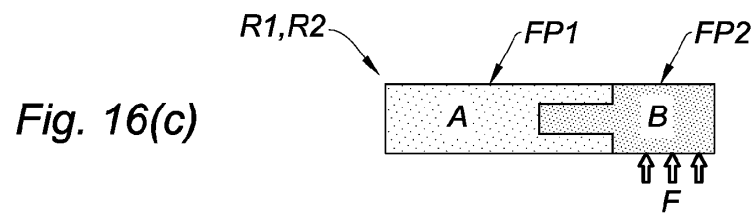
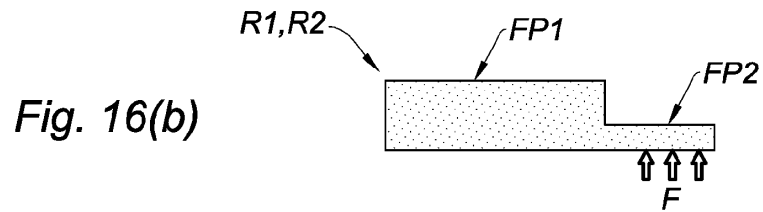
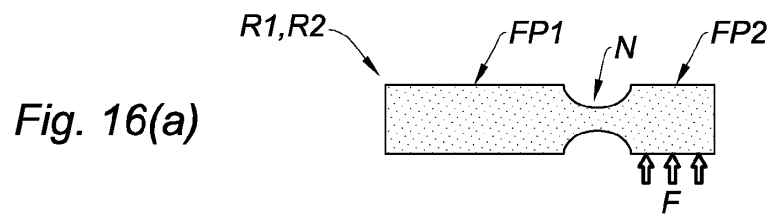


Fig. 15(b)



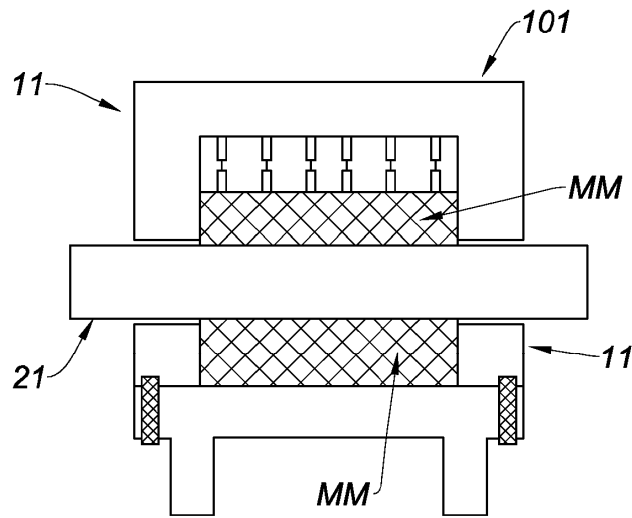


Fig. 17

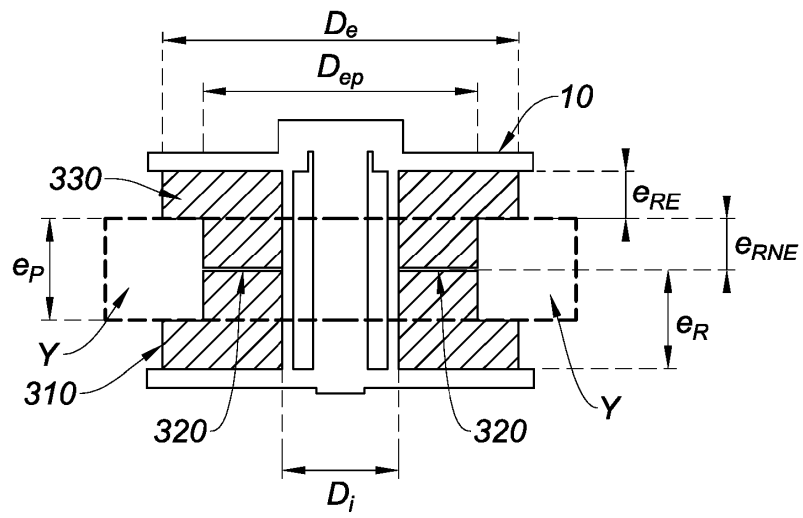


Fig. 7(c)

