



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 328 743**

51 Int. Cl.:
F16F 1/40 (2006.01)
F16F 3/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07015454 .7**
96 Fecha de presentación : **07.08.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1887248**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.02.2008**

54 Título: **Muelle laminado de rigidez progresiva dependiente de la carga.**

30 Prioridad: **09.08.2006 EP 06016608**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.11.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.11.2009

73 Titular/es: **Franz Mitsch**
Brentanostrasse 28
64646 Heppenheim, DE

72 Inventor/es: **Mitsch, Franz**

74 Agente: **Illescas Taboada, Manuel**

ES 2 328 743 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).

ES 2 328 743 T3

DESCRIPCIÓN

Muelle laminado de rigidez progresiva dependiente de la carga.

5 La presente invención se refiere a un nuevo muelle laminado que, como consecuencia de su diseño y de su uso parcial de materiales elastoméricos, es capaz de adquirir un aumento de su rigidez lineal, progresivo o exponencial cuando experimenta una carga creciente, y que resulta especialmente adecuado para el aislamiento del sonido transmitido en cuerpos sólidos, así como para la amortiguación de vibraciones. Los muelles laminados según la presente invención resultan adecuados para su uso en turbinas eólicas, en el equipamiento de maquinaria y en la industria del transporte.

10 Los muelles laminados, en su mayoría hechos con discos o placas metálicas, conectadas entre sí por medio de láminas elastoméricas y dotadas de un agujero central para alojar el dispositivo que se desea amortiguar, son bien conocidos en el estado de la técnica (ver DE-A-1475023) y se emplean con fines diversos.

15 Los muelles laminados conocidos están habitualmente compuestos por una lámina de elastómero situada entre dos placas terminales, y vulcanizada a dichas placas. Alternativamente, tales muelles laminados están compuestos por más láminas de elastómero, separadas a través de placas intermedias y estando las láminas más externas provistas de placas terminales. Las placas intermedias y terminales presentan, de este modo, una rigidez mayor que las láminas de elastómero. En la mayoría de los casos, las placas intermedias y extremas no son compresibles.

20 Un amplio rango de los citados muelles laminados del estado de la técnica presentan normalmente, bajo una carga creciente, un perfil de rigidez aproximadamente lineal, que experimenta pocas variaciones.

25 Para una variedad de aplicaciones en maquinaria y equipamiento para el transporte, resulta conveniente que la rigidez o el amortiguamiento del sistema se vean modificados y regulados en distintos grados, en función de la carga soportada. El perfil de rigidez requerido en estos casos no es, pues, exclusivamente lineal o no lineal.

30 Los citados muelles laminados con un perfil de amortiguación o rigidez no exclusivamente lineal, descritos a continuación por el muelle laminado según la presente invención, se presentan en detalle en las reivindicaciones y la descripción siguiente.

35 El objeto de la invención es, pues, un muelle laminado que posee un perfil de rigidez dependiente de la carga, con fases de rigidez linealmente creciente, rigidez progresivamente creciente y rigidez exponencialmente creciente, consistiendo esencialmente en, al menos, una lámina de elastómero (3) que se dispone entre unas placas terminales (1) superior e inferior, siendo dichas placas inelásticas y donde las placas y la lámina de elastómero poseen un agujero axial (6) para acomodar el componente que se desea amortiguar y donde, en dicho agujero, se dispone un cuerpo de elastómero (4) en forma de tubo o una o más laminas con forma de anillo de forma que, cuando se genera una fuerza sobre la lámina de elastómero (3) del elemento del muelle en la dirección axial (5), se produce un cordón anular (7) en la región frontal de la lámina de elastómero (3) en la pared interior del agujero (6), que incrementa la rigidez del muelle laminado con el aumento de la carga, mediante la disminución de la sección transversal del agujero.

40 En una realización del muelle laminado según la presente invención, se disponen de forma paralela dos láminas de elastómero (3), separadas entre sí por medio de una placa intermedia (2) de un material inelástico o no comprimible, de modo que, en presencia de una carga en la dirección axial (5), se forman dos cordones anulares (7) del material del tubo de elastómero (4) o de la lámina de elastómero (3) a lo largo de las dos láminas de elastómero (3).

45 En otra realización del muelle laminado según la presente invención se disponen de forma paralela tres láminas de elastómero (3), separadas entre sí por medio de placas intermedias (2) de un material inelástico o no comprimible, de modo que, en presencia de una carga en la dirección axial (5), se forman tres cordones anulares (7) a lo largo de las tres láminas de elastómero (3). Cada una de las dos láminas exteriores de elastómero está provista, preferentemente, de una placa terminal (1).

50 En otras realizaciones del muelle laminado según la presente invención se disponen de forma paralela cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve o diez láminas de elastómero (3), separadas entre sí por medio de placas intermedias (2) de un material inelástico o no comprimible, de modo que, en presencia de una carga en la dirección axial (5), se forman cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve o diez cordones anulares (7) a lo largo de las cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve o diez láminas de elastómero (3). Cada una de las dos láminas exteriores de elastómero está provista, preferentemente, de una placa terminal (1).

55 Naturalmente, en caso de necesitarse, se puede equipar el muelle laminado con más de diez capas de elastómero poseyendo, en consecuencia, un mayor número de placas intermedias.

60 Adicionalmente, un muelle laminado puede presentar, al menos, una placa intermedia (2) paralela a las placas terminales (1), estando dicha placa intermedia (2) conectada a las placas terminales (1) o a placas intermedias (2) adicionales a través de láminas de elastómero (3), de modo que una carga en la dirección axial (5) del muelle, se forman, al menos, dos cordones anulares (7) donde, preferentemente, cada par de cordones adyacentes se encuentran separados por un espacio intermedio (8), que se cierra progresivamente en presencia de una carga sobre el muelle y que, en el punto de máxima compresión de las láminas de elastómero (3), se cierra completamente.

ES 2 328 743 T3

El cuerpo de elastómero (4) está elaborado, preferentemente, con forma de tubo cuya extensión es, preferentemente, de la misma longitud que la del agujero o de la misma altura que el muelle laminado. En esta realización, el cuerpo de elastómero (4) constituye el revestimiento del agujero, lo que abarca, esencialmente, toda la superficie interna comprendida entre el cilindro del agujero y el cuerpo que va a ser amortiguado.

El cuerpo de elastómero (4) también puede cubrir sólo una parte del agujero. En particular, puede consistir en una serie de láminas con forma de anillo, pudiendo dichas láminas estar sueltas o interconectadas de diversas maneras, y dispuestas a la altura de la superficie frontal o las aristas de cada capa de elastómero (3), permaneciendo situadas entre estas últimas o estando firmemente acopladas a ellas.

En una realización preferente de esta variante, los cuerpos de elastómero (4) con forma de lámina forman parte de las láminas de elastómero (3) y presentan un material que sobresale por el borde del agujero o que sobresale dentro de la apertura del agujero. En este caso, los cuerpos de elastómero presentan, en consecuencia, un número de extensiones de las láminas de elastómero, que sobresalen por el cilindro del agujero, de forma que el revestimiento de elastómero en la apertura del agujero así construido, en ausencia de carga sobre el muelle laminado, no llena completamente el cilindro de dicho agujero (6). En un régimen de carga sobre la dirección axial del muelle laminado según la invención, las regiones que sobresalen presionan la pieza que se pretende amortiguar, ensanchándose o adquiriendo una configuración de cordón (7), hasta conseguir rellenar en última instancia el espacio interior restante del agujero (6).

En otra variante adicional del muelle laminado según la invención, las capas de elastómero (3), como se ha descrito anteriormente, sobresalen en el espacio interior del cilindro del agujero, pero dicho cilindro del agujero (6) también está equipado con un cuerpo de elastómero (4), preferentemente en forma de tubo que, en ausencia de carga, se sitúa en la superficie de contacto con las zonas que sobresalen o con las láminas de elastómero y experimenta una presión en la superficie interna del agujero, como consecuencia de la compresión del muelle.

El tramo de aumento de la rigidez (tramo de progresión) de un elemento del muelle según la invención puede, en general, modificarse a través de insertar tubos (4) de distinto grosor. Un cuerpo (4) insertado de esta forma desplaza, en principio, la progresión a un valor anterior, esto es, se produce, en general, un acortamiento de la fase lineal y una rápida entrada en las fases progresiva y exponencial. De esta forma, fijando distintos valores para el grosor de los tubos o las láminas (4) y/o a través de distintas profundidades, los citados tubos o láminas inferiores o superiores insertados alcanzan el cilindro del agujero (6). Es posible, de este modo, dotar de una gran variabilidad en su rigidez al muelle laminado de la invención.

En las realizaciones en las que el muelle laminado comprende un mínimo de dos láminas de elastómero (3), como por ejemplo, dos, tres, cuatro, cinco, seis o siete, el muelle laminado, en presencia de poca o ninguna carga, presenta, preferentemente, un agujero intermedio (8) entre cada dos cordones (7) o cada dos prolongaciones de las láminas de elastómero, que se selecciona de forma que dicho agujero se reduzca al aumentarse la carga, hasta llegar a cerrarse en presencia de una carga mayor, con la consiguiente mayor compresión del muelle, quedando cada uno de los cordones (7) que bordean cada lámina de elastómero (3) directamente unido al cordón (7') de la lámina de elastómero adyacente (3'). El grosor del cordón (7) será exactamente el mismo que el grosor de la lámina de elastómero (3) o, dado el caso, superior.

La rigidez típica o el perfil de amortiguación del muelle laminado según la invención puede ser, así, fijado y regulado de forma que los cordones (7), que se forman por compresión de las láminas de elastómero (3) y reducen la sección transversal del agujero con el aumento de la carga, están separados a través del espacio hueco intermedio existente entre ellos, que sólo se cierra a causa del aumento de la compresión o de la carga, a través del cual, en la última fase del proceso de compresión, se alcanza un aumento muy pronunciado, aproximadamente exponencial, de la rigidez.

Con la correspondiente elección del espesor de las capas de elastómero (3), del espesor del revestimiento de elastómero (4), del espesor de las placas intermedias (2)/tamaño del espacio intermedio (8) y del grosor de las prolongaciones que sobresalen, se puede seleccionar el perfil de rigidez deseado (lineal, progresivo, exponencial) que deba poseer el muelle laminado según la invención. Por ejemplo, si el citado espacio intermedio o los citados grosores son relativamente grandes, se puede alcanzar un perfil de la rigidez con una fase más larga de aumento lineal de la rigidez y una fase más corta de aumento progresivo de rigidez, obteniendo así una transición rápida a la fase de aumento exponencial de la rigidez. La fase lineal se acorta, generalmente, si los citados espacios o grosores son relativamente pequeños.

Las realizaciones preferidas del muelle laminado según la invención difieren, pues, del estado de la técnica en el siguiente resumen de características: En el centro de las láminas o placas existe un agujero (6), dotado de un revestimiento de material elastomérico. Dicho revestimiento se compone, preferentemente, de una lámina de elastómero cerrada o de un cuerpo de elastómero (4) con forma de tubo, que no presenta intersecciones con las placas intermedias (2), en caso de que dichas placas sean empleadas. Preferentemente, pero no necesariamente, el revestimiento de elastómero del agujero se fija a las aristas laterales o las superficies de contacto de las láminas de elastómero (3) entre las placas (1) y/o (2), por ejemplo, mediante encolado o vulcanización.

ES 2 328 743 T3

5 Cuando el muelle laminado según la invención es sometido a una carga axial, esto es, en la dirección de la flecha (5), el material de las láminas (3) también se ve desplazado hacia las zonas interior y exterior. A través del desplazamiento de dicho material hacia el interior, esto es, hacia el agujero (6), se forman los cordones (7), que dificultan fuertemente el desplazamiento de las láminas de elastómero (3) hacia el centro, esto es, en la dirección del agujero (6). Tan pronto como los cordones descritos en las distintas realizaciones preferentes comienzan a cerrar la hendidura intermedia o el espacio intermedio (8) existente entre dichos cordones, la progresión aumenta. A través de la acumulación de material en el agujero como consecuencia del aumento de la carga, el agujero se cierra progresivamente, de forma que el aparato que se desea amortiguar se sujeta firmemente, permitiendo únicamente pequeñas oscilaciones. Cuando el agujero se encuentra casi completamente cerrado, la rigidez comienza a aumentar de forma exponencial en múltiplos de la rigidez inicial.

15 Mientras que, durante la fase lineal, la rigidez aumenta hasta llegar aproximadamente a 5 veces la rigidez inicial, durante la fase progresiva el aumento de la rigidez se eleva entre 5 y 20 veces la rigidez inicial, logrado finalmente, en la fase de aumento exponencial de la rigidez, elevarse rápidamente por encima de 20 veces el valor de rigidez de inicial.

20 Las Figuras 4 y 5 muestran el área del agujero en la zona interior del muelle laminado durante el proceso de compresión. En la Figura 4, los cordones (7) son significativamente menores. En este estado, aún es posible reconocer el espacio (8) existente entre los cordones. La Figura 5 muestra el mismo componente en un estado de carga mayor. Bajo esta carga, el agujero se encuentra casi cerrado, de manera que la rigidez corresponde, aproximadamente, a 20 veces el valor de la rigidez inicial. La figura 6 muestra la curva característica de la fuerza frente al desplazamiento relativa a dicho componente, que presenta un gran tramo de crecimiento de la rigidez marcadamente lineal (9). Después de un breve tramo de crecimiento lineal sigue una transición suave en un tramo de aumento progresivo de la rigidez (10) que, en la última fase del estado que atraviesa el muelle bajo la acción de una carga, pasa por un tramo corto pero muy pronunciado de aumento exponencial de la rigidez (11).

30 En general, los muelles laminados según la invención son planos, esto es, las láminas se sitúan perpendicularmente al agujero (6). También es posible diseñar muelles laminados según la invención utilizando elementos cónicos. De este modo, las placas y las láminas poseen un ángulo dado que difiere de 90° sobre la línea media, o eje, del agujero. Dicho ángulo se encuentra, según la presente invención, entre 20° y 40° y, preferentemente, entre 40° y 60°. Con tales elementos cónicos, es posible obtener modos adicionales de regulación de la rigidez.

35 El diseño propuesto del muelle laminado según la invención es generalmente redondo, pero puede adquirir otras formas. Por ejemplo, puede tomar la forma de un polígono de cuatro, cinco o seis caras. Preferentemente, los muelles laminados según la invención son redondos u ovalados. Un muelle laminado según la invención puede también incluir múltiples agujeros en las láminas de elastómero, con sus correspondientes agujeros o revestimientos, distribuidos preferentemente de forma simétrica sobre las placas.

40 Los elastómeros empleados en la fabricación del muelle laminado según la invención son conocidos en el estado de la técnica y están ampliamente descritos en la literatura pertinente. Preferente, se emplean cauchos naturales o plásticos utilizados habitualmente en el estado de la técnica. Ejemplos de dichos elastómeros son: Caucho natural y cauchos o plásticos del tipo isopreno, butadieno, polinorboneno, cloropreno, estirobutadieno, butilo, etilpropileno, nitrilo, poliuretano, acrílico, etilacrílico, silicona o flúor. Los materiales empleados para la presente invención están preferentemente formados por caucho natural, derivados del caucho natural u otros plásticos o mezclas de plásticos basados en polímeros elásticos. La lámina de elastómero según la invención puede presentar distintas durezas (durezas Shore) y diversas propiedades de amortiguación, según sea el requisito. Los elastómeros empleados presentan, preferentemente, una dureza de 20 a 100 Shore, especialmente entre 40 y 80 Shore. La producción de elastómeros de diferentes durezas es bien conocida en el estado de la técnica y se encuentra descrita suficientemente.

50 El cuerpo de elastómero (4) se compone de un material compresible, preferentemente de un material elastomérico según lo descrito, que posee, preferentemente, una rigidez igual o mayor que la rigidez del material que forma las capas de elastómero (3).

55 Las placas intermedias y terminales empleadas en el muelle laminado según la invención se componen, generalmente, de un material duro, rígido y resistente a roturas, tratándose preferentemente de metales, aleaciones, plásticos duros, materiales de fibra de carbono y similares.

60 Los muelles laminados según la invención sirven para amortiguar las vibraciones en máquinas, en especial, aquéllas que se producen en máquinas en reposo. Son especialmente utilizados cuando se debe obtener un buen aislamiento del cuerpo bajo su carga normal, pero también bajo cargas mayores, durante recorridos relativamente cortos. Este es especialmente el caso de las turbinas eólicas, en las que los muelles laminados según la invención pueden emplearse en las amortiguaciones de los bloques de engranajes, de los impulsores o de los ejes rotores.

65 En resumen, la invención se refiere a los siguientes objetos:

- Un muelle laminado que presenta un perfil de rigidez dependiente de la carga con fases de aumento lineal de la rigidez, de crecimiento progresivo de la rigidez, y de aumento exponencial de la rigidez, consistente esencialmente en, al menos, una lámina de elastómero (3) que se sitúa entre unas placas terminales (1) en

ES 2 328 743 T3

5 sus extremos superior e inferior, presentando dichas placas y la lámina de elastómero un agujero axial (6) con el objetivo de acomodar el componente que se desea amortiguar, y situando en dicho agujero un cuerpo de elastómero (4) en forma de tubo o en forma de una o más láminas anulares, el cual, ante la presencia de una fuerza sobre la lámina de elastómero (3) en la dirección axial del muelle (5), hace que se forme un cordón (7) en la superficie frontal de la lámina de elastómero (3) en la pared interior del agujero (6) que reduce la sección transversal del agujero ante el aumento de la carga, aumentando la rigidez del muelle laminado.

- 10 • Un muelle laminado en el que el citado cuerpo de elastómero (4) es un tubo, que se ajusta completamente a la pared interior del orificio (6) y que rodea el componente que se desea amortiguar.
- Un muelle laminado en el que, cuando se produce una carga sobre la lámina de elastómero (3), el cuerpo de elastómero (4) sobresale por el agujero (6).
- 15 • Un muelle laminado que presenta un cuerpo de elastómero (4) adicional en forma de tubo, que se sitúa entre la pared interior del agujero (6) y la prolongación de la lámina de elastómero (3).
- Un muelle laminado compuesto, al menos, por una placa intermedia (2) que se sitúa paralela a las placas situadas en los extremos, y acoplada a una lámina de elastómero (3) superior y una inferior, de forma que, 20 en presencia de una carga en la dirección axial (5) del muelle, se forman, al menos, dos cordones (7) en las aristas de las láminas de elastómero (3), en el interior del agujero (6).
- Un muelle laminado que presenta una placa intermedia (2) y dos láminas de elastómero (3) de forma que, a consecuencia de una carga en la dirección axial (5) del muelle, se forman dos cordones en forma de anillo 25 (7) en las aristas de las láminas de elastómero (3).
- Un muelle laminado que presenta dos placas intermedias (2) y tres láminas de elastómero (3) de forma que, a consecuencia de una carga en la dirección axial (5) del muelle, se forman tres cordones en forma de anillo 30 (7) en las aristas de las láminas de elastómero (3).
- Un muelle laminado que presenta tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho o nueve placas intermedias (2) con sus correspondientes cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve o diez láminas de elastómero (3) de forma que, en presencia de una carga en la dirección axial (5) del muelle, se forman numerosos cordones en forma de anillo 35 (7) en las aristas de las láminas de elastómero (3).
- Un muelle laminado en el que existe un espacio intermedio (8) entre cada dos cordones (7) adyacentes que, ante el aumento de la compresión de las láminas de elastómero (3), se cierra progresivamente.
- Un muelle laminado en cual el citado espacio intermedio (8) entre los cordones, en ausencia de carga, 40 corresponde al espesor entre las placas intermedias (2) dispuestas entre láminas de elastómero (3) adyacentes.
- Un muelle de elastómero que presenta una forma de elemento cónico o pieza con forma cónica, de forma que las láminas de elastómero (3) ordenadas paralelamente y las placas (1, 2) presentan un ángulo diferente a 90° con respecto al agujero (6).
- 45 • Uso de dicho muelle laminado en la amortiguación de vibraciones en máquinas, en particular para el desacoplamiento del sonido transmitido en turbinas eólicas.

50 (Tabla pasa a página siguiente)

Descripción de los números de referencia del texto y de las figuras

Posición	Descripción
1	Placas terminales
2	Placas intermedias
3, 3'	Lámina de elastómero.
4	Cuerpo de elastómero que rodea el agujero y que presenta una separación entre el agujero y las placas intermedias.
5	Dirección de la carga.
6	Agujero.
7, 7'	Cordón.
8	Espacio del agujero / Espacio intermedio entre los cordones.
9	Tramo lineal de la rigidez.
10	Tramo progresivo de la rigidez
11	Tramo exponencial de la rigidez

Descripción de las figuras

- Figura 1.- Esquema de los componentes en ausencia de carga.
- Figura 2.- Esquema de los componentes en presencia de una carga baja.
- Figura 3.- Esquema de los componentes en presencia de una carga moderadamente fuerte.
- Figura 4.- Fotografía del agujero cuando los componentes experimentan una carga ligera.
- Figura 5.- Fotografía del agujero cuando los componentes experimentan una carga intensa.
- Figura 6.- Curva de la fuerza frente al desplazamiento.

Referencias citadas en la descripción

La lista de referencias citadas por el solicitante es, únicamente, para conveniencia del lector. No forma parte del documento de patente europea. Si bien se ha tenido gran cuidado al compilar las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP declina toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

- DE 1475023 [0002]

REIVINDICACIONES

5 1. Muelle laminado que posee un perfil de rigidez dependiente de la carga, con fases de crecimiento lineal de la rigidez, de crecimiento progresivo de la rigidez y de crecimiento exponencial de la rigidez, consistente esencialmente en, al menos, una lámina de elastómero (3) que se dispone entre unas placas terminales (1) inelásticas superior e inferior, poseyendo dichas placas y, al menos, una de las láminas de elastómero un agujero (6) axial donde se acomoda el componente que se desea amortiguar, **caracterizado** porque un cuerpo de elastómero (4) con forma de tubo o una o más láminas de forma anular se sitúan en dicho agujero y, cuando una fuerza actúa en la dirección axial (5) sobre la lámina de elastómero (3) del elemento del muelle, producen un cordón (7) con forma de anillo en la región de la cara frontal de la lámina de elastómero (3) en la pared interior del agujero (6), lo que incrementa la rigidez del muelle laminado en presencia de una carga creciente, como consecuencia de la reducción de la sección transversal del agujero.

15 2. Muelle laminado según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el cuerpo de elastómero (4) es un tubo situado en la pared interior del agujero (6) con un ajuste esencialmente preciso, que rodea el componente que se desea amortiguar.

20 3. Muelle laminado según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el cuerpo de elastómero (4) se forma por la extensión de la respectiva lámina de elastómero (3) en el agujero (6).

25 4. Muelle laminado según la reivindicación 3, **caracterizado** porque posee un cuerpo de elastómero (4) adicional en forma de tubo, que se dispone entre la pared interna del agujero (6) y las extensiones de la lámina de elastómero (3).

30 5. Muelle laminado según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, **caracterizado** porque posee, al menos, una placa intermedia (2) que se dispone paralela a las placas terminales (1) y se conecta a una lámina de elastómero (3) inferior y a otra superior, dispuestas en paralelo, de forma que, cuando el muelle experimenta una carga en la dirección axial (5), se forman, al menos, dos cordones (7) anulares en la región de las superficies frontales de las láminas de elastómero (3) en el interior del agujero (6).

35 6. Muelle laminado según la reivindicación 5, **caracterizado** porque posee una placa intermedia (2) y dos láminas de elastómero (3), de forma que, cuando el muelle experimenta una carga en la dirección axial (5), se forman dos cordones (7) anulares a lo largo de los bordes de las láminas de elastómero (3).

40 7. Muelle laminado según la reivindicación 5, **caracterizado** porque posee dos placas intermedias (2) correspondientemente dispuestas y tres láminas de elastómero (3) donde, cuando el muelle experimenta una carga en la dirección axial (5), se forman tres cordones (7) anulares a lo largo de los bordes de las láminas de elastómero (3).

45 8. Muelle laminado según la reivindicación 5, **caracterizado** porque comprende tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho o nueve placas intermedias (2) y, respectivamente, cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve o diez láminas de elastómero (3), de forma que, cuando el muelle experimenta una carga en la dirección axial (5), se forma un número correspondiente de cordones (7) anulares a lo largo de las láminas de elastómero (3).

50 9. Muelle laminado según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, **caracterizado** porque existe un espacio intermedio (8) entre cada dos cordones (7) adyacentes, que se cierra progresivamente con la compresión creciente de las láminas de elastómero (3).

55 10. Muelle laminado según la reivindicación 9, **caracterizado** porque el espacio intermedio (8) entre los cordones corresponde, en ausencia de carga, al grosor de la placa intermedia (2) dispuesta entre las láminas de elastómero (3) adyacentes relevantes.

60 11. Muelle laminado según cualquiera de las reivindicaciones 1-10, **caracterizado** porque posee la forma de un elemento cónico, donde las láminas de elastómero (3) y las placas (1, 2) dispuestas en paralelo adoptan un ángulo diferente a 90° con respecto a la orientación del agujero (6).

65 12. Uso de un muelle laminado según las reivindicaciones 1-11 para la amortiguación de vibraciones en máquinas.

13. Uso según la reivindicación 12 para desacoplar el sonido transmitido en turbinas eólicas.

Fig. 1

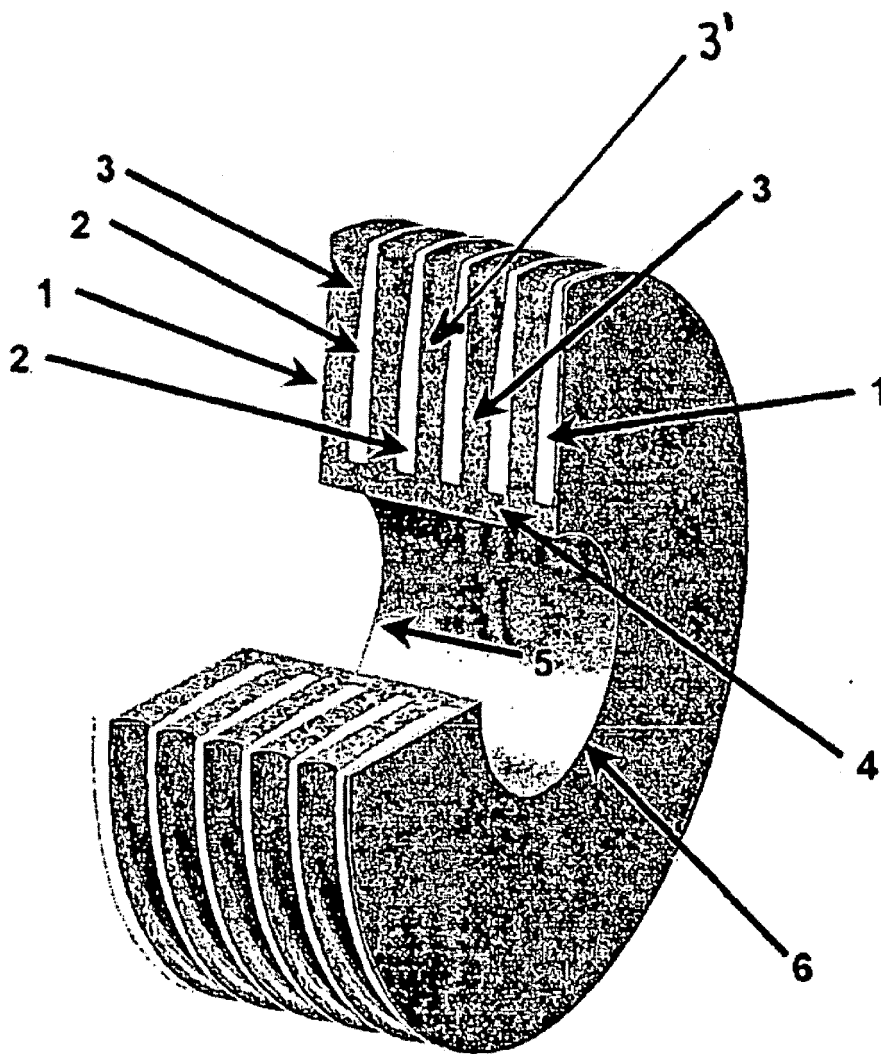


Fig. 2

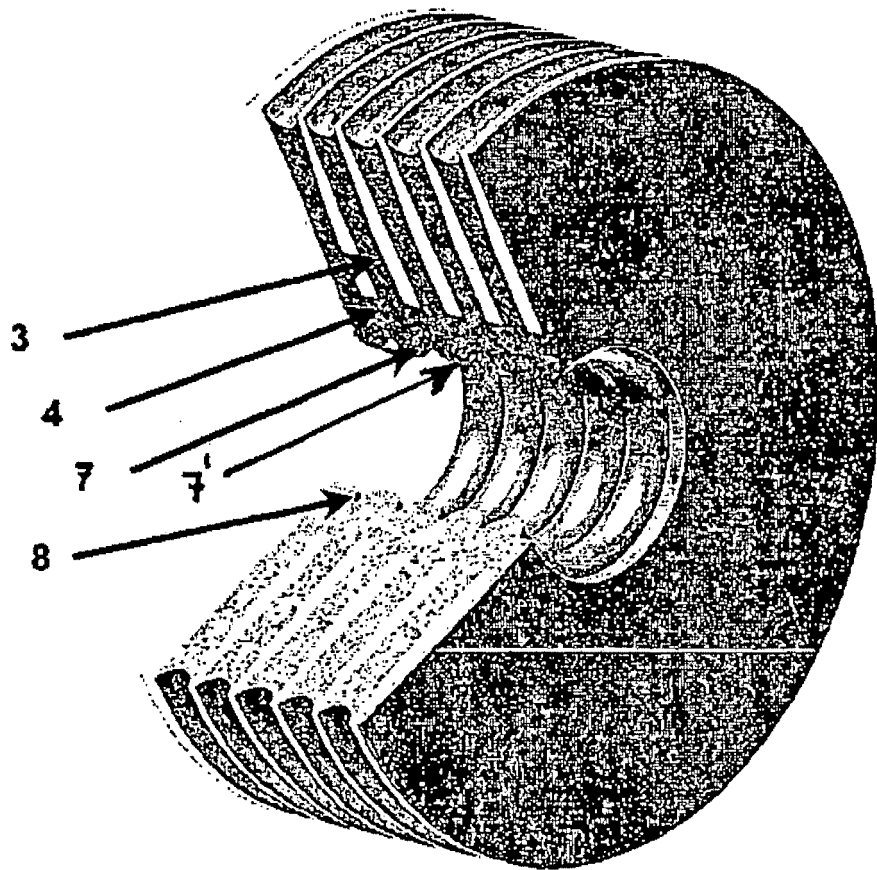


Fig. 3

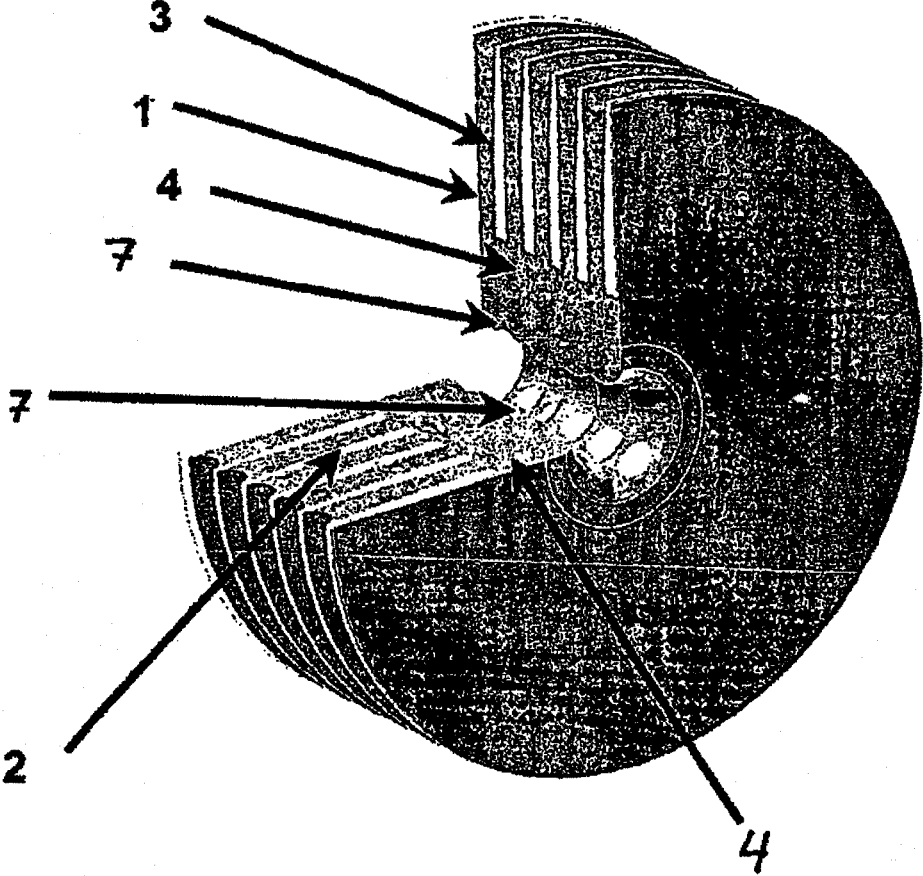


Fig. 4

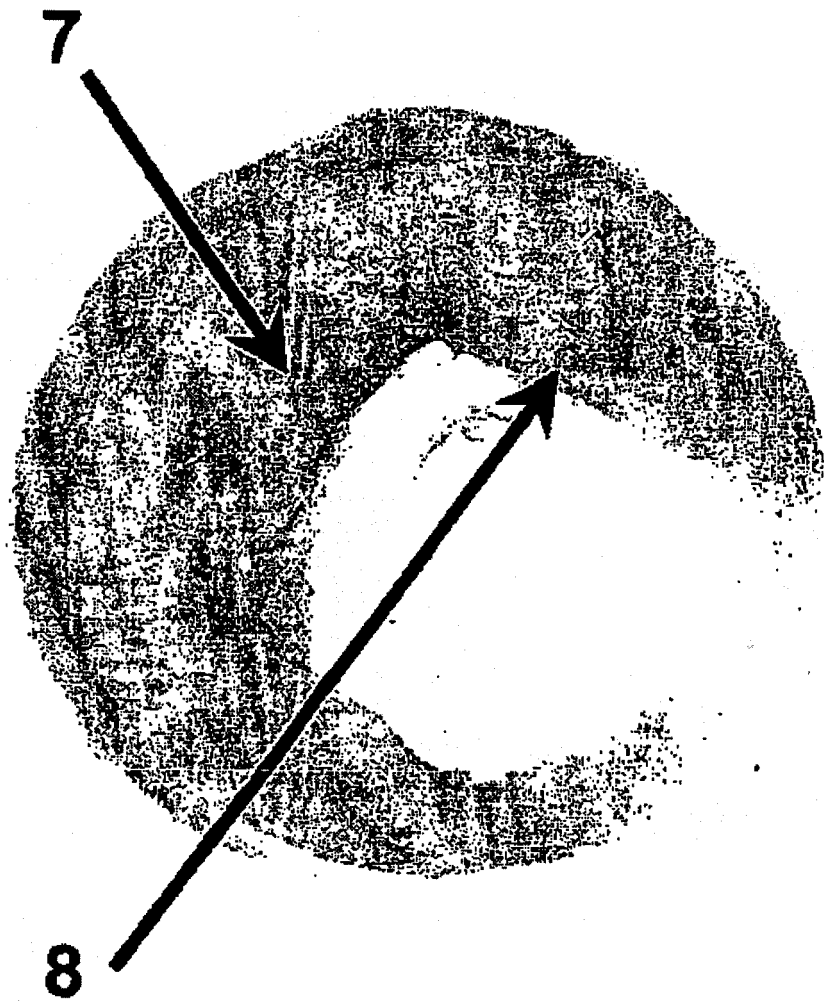


Fig. 5

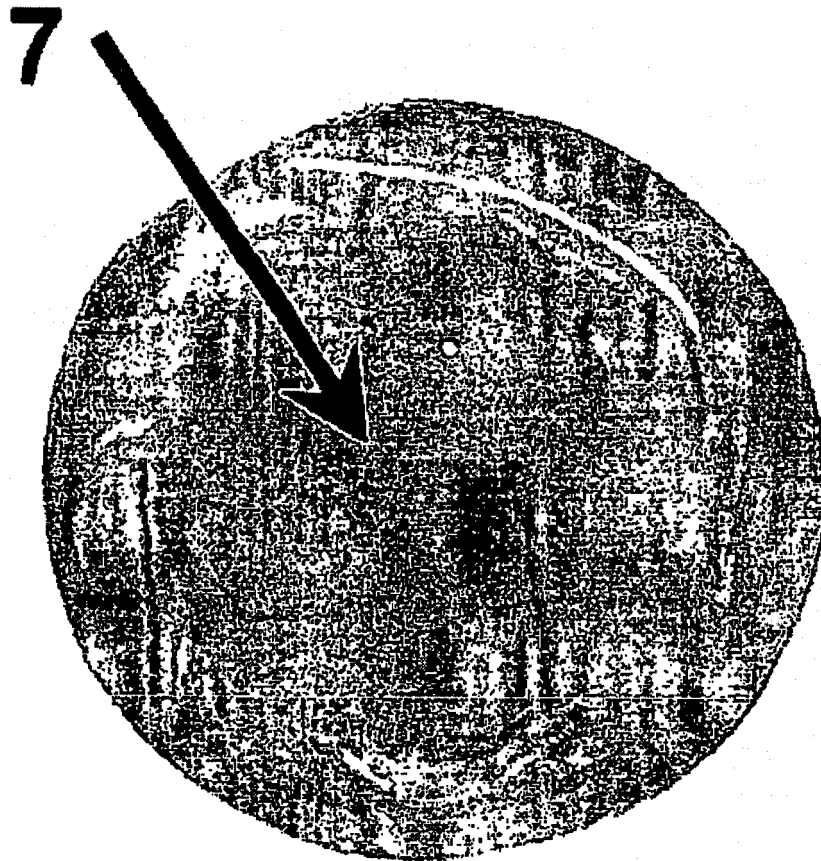


Fig. 6

