(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 268 098**

(51) Int. Cl.:
F16F 15/173 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Número de solicitud europea: **02774527 .2**
(86) Fecha de presentación : **21.08.2002**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1421296**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **26.05.2004**

(54) Título: **Amortiguador de la vibración de torsión.**

(30) Prioridad: **22.08.2001 DE 101 40 178**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2007

(73) Titular/es: **Hasse & Wrede GmbH**
Georg-Knorr-Strasse 4
12681 Berlin, DE

(72) Inventor/es: **Kiener, Wolfgang**

(74) Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Amortiguador de la vibración de torsión.

La invención se refiere a un amortiguador de la vibración de torsión con una carcasa unida por sus extremos de forma rígida a la torsión a un árbol de máquina, en especial a un árbol de motor, la cual abraza una cámara de trabajo anular, con un anillo volante dispuesto y guiado en la cámara de trabajo de forma giratoria con relación a la carcasa, y con una rendija entre la carcasa y el anillo volante, que está rellena de un medio amortiguador viscoso, aumentando la longitud axial L de la superficie en semicorte del anillo volante (2), al menos en una región parcial de la superficie en semicorte, radialmente hacia el exterior. Un amortiguador de la vibración de torsión de este tipo se ha hecho patente en el extracto japonés "PATENT ABSTRACTS OF JAPAN" vol. 1998 nº 06 del 30 de abril de 1998 (1998-04-30) y JP 10054444 A (KOMATSU LTD), del 24 de febrero de 1998 (1998-02-24).

Los amortiguadores de la vibración de torsión, que también reciben el nombre de visco-amortiguadores o amortizadores de rendija de cizallamiento, se utilizan sobre todo en motores de combustión interna y se abridan casi siempre al contralado de fuerza del eje de cigüeñal de motor de los motores de combustión interna de este tipo. Por ello se explica a continuación el amortiguador de la vibración de torsión conforme a la invención con base a su uso en ejes de cigüeñal de motores de combustión interna, si bien el amortiguador de la vibración de torsión conforme a la invención también puede usarse en el caso de otros árboles de máquina.

Gracias al cizallamiento oscilante del medio amortiguador, en el que se trata normalmente de aceite de silicona, en el interior del amortiguador de la vibración de torsión se transforma energía vibratoria en calor, que se entrega mediante convección al aire ambiente o a otro medio refrigerante.

Los amortiguadores de la vibración de torsión de la clase aquí tratada poseen normalmente una carcasa anular, que abraza un anillo volante que representa una masa secundaria. La carcasa se une con ello de forma rígida a la torsión al eje de cigüeñal.

La carcasa del amortiguador de la vibración de torsión y del anillo volante siguen sin resbalamiento la velocidad de giro media del eje de cigüeñal. Por el contrario sus vibraciones de torsión, que se superponen al giro uniforme, se comunican primero sólo a la carcasa. El anillo volante rotaría uniformemente si no se le acoplara a la carcasa el medio amortiguador, que rellena la estrecha rendija de cizallamiento. Este acoplamiento es elástico y sufre amortiguación.

Los amortiguador de la vibración de torsión conforme a las particularidades del preámbulo de la reivindicación 1 ya se conocen ahora, por ejemplo de los documentos EP-A 745 784 y GB-A 638 755. Los anillos volantes de estos amortiguadores de la vibración de torsión conocidos son normalmente anillos circulares y posee un semicorte aproximadamente rectangular. El semicorte designa con ello una sección transversal tal en un plano tal, en el que también está situado el eje del eje de cigüeña. Además de esto el semicorte designa la sección transversal del cuerpo del anillo volante: en otras palabras, un corte longitudinal a través de un anillo volante en un plano que comprende el eje muestra dos semicortes del anillo volante.

Del citado documento GB-A 638 755 se conoce también un anillo volante que presenta un semicorte, que no posee una forma rectangular. La longitud axial de este anillo volante conocido se reduce con ello radialmente hacia el exterior a partir de una determinada distancia al eje, de tal modo que el anillo volante se estrecha axialmente hacia el exterior, con relación a la superficie en semicorte.

A causa de los desarrollos tecnológicos, en especial en el sector del automóvil se utilizan cada vez más motores, en los que se indica el uso de un amortiguador de la vibración de torsión. Sin embargo, al propio tiempo estos motores no disponen de un espacio constructivo mayor. Más bien existe la tendencia de instalar motores cada vez más grandes y potentes en vehículos de motor cada vez más pequeños.

La tarea de la invención es por tanto poner a disposición un amortiguador de la vibración de torsión, que no sólo garantice una amortiguación eficaz sino que tampoco conduzca a un aumento, o en todo caso sólo a un ligero aumento, del espacio constructivo necesario.

Esta tarea es resuelta mediante un amortiguador de la vibración de torsión según las particularidades de la reivindicación 1. Se obtienen formas de ejecución ventajosas de la invención de las particularidades de las reivindicaciones 2 a 14.

En los amortiguadores de la vibración de torsión conocidos el anillo volante posee - como ya se ha representado - o bien una superficie en semicorte rectangular o una superficie en semicorte que se estrecha radialmente hacia en el exterior. Con relación al centro de gravedad de la superficie y de este modo al centro de masas, esto significa que este centro de gravedad de superficie o el centro de masas están situados relativamente cerca del eje de rotación. El término centro de masas usado en el marco de la invención no se refiere con ello a todo el anillo volante, ya que su centro de masas estaría situado en el eje de giro a causa de la simetría de rotación del anillo volante. Más bien se refiere este término a la superficie en semicorte.

Por medio de que la longitud axial L de la superficie en semicorte del anillo volante conforme a la invención aumenta radialmente hacia el exterior, al menos en una región parcial de la superficie en semicorte, se desplazan radialmente hacia el exterior el centro de gravedad de superficie de la superficie en semicorte y con ello también el centro de masas. Esto conduce, en el caso de una masa constante del anillo volante, a un mayor momento de inercia del anillo volante, lo que tiene como consecuencia una mayor eficacia del amortiguador de la vibración de torsión.

El centro de gravedad de superficie está situado de este modo radialmente más hacia el exterior en comparación con el centro de gravedad de superficie de un anillo volante con superficie en semicorte rectangular y la misma longitud axial L, el mismo radio exterior r_{aussen} y el mismo radio interior r_{innen}.

En el caso de un amortiguador de la vibración de torsión conforme a la invención, que posea la misma longitud L en el lado radialmente interior de la superficie en semicorte, el mismo radio r_i y también el mismo radio r_a, el centro de gravedad de superficie está situado ahora radialmente más hacia el exterior. En otras palabras, el radio r_{s2} es mayor que el radio r_{s1} de un anillo volante con superficie en semicorte rectangular.

Esto se consigue - expresado de forma simplificada - por medio de que la superficie en semicorte del anillo volante se ensancha radialmente hacia el exterior o de que la longitud L del anillo volante aumenta radialmente hacia el exterior. Por medio de esto también el centro de masas de la superficie en semicorte se desplaza más radialmente hacia el exterior.

Una de las superficies frontales axiales del anillo volante discurre aproximadamente de forma perpendicular al eje de rotación del árbol de máquina. El término "perpendicular al eje" designa con ello el plano con el que el eje de simetría forma la perpendicular. Con preferencia se trata en el caso de la superficie frontal que discurre perpendicular al eje de la superficie frontal situada axialmente en el exterior.

Si la superficie frontal situada axialmente en el exterior discurre por ejemplo perpendicular al eje y las superficies o las envueltas cilíndricas del anillo volante, situadas radialmente en el exterior y radialmente en el interior, dicurren en paralelo al eje, la superficie frontal del anillo volante, situada axialmente en el interior, puede formar al menos por regiones un ángulo $\alpha > 0^{\circ}$ desde radialmente en el interior hasta radialmente en el exterior. Con el término "perpendicular al eje" se designa con ello el plano que discurre perpendicularmente al eje del árbol y con relación al cual este eje representa la perpendicular.

En el caso de estas consideraciones debe tenerse en cuenta que, en el caso del anillo volante y de la cámara de trabajo o de la carcasa, se trata fundamentalmente de cuerpos con simetría de rotación. Aparte de esto se dejan fuera todas las aristas redondeadas y rotas así como los inevitables golletes.

Según una forma de ejecución asimismo preferida, la superficie frontal situada axialmente en el interior representa una superficie de envuelta cónica, que forma el citado ángulo α con la perpendicular al eje. La superficie frontal axialmente exterior discurre después con preferencia perpendicularmente al eje, mientras que las superficies cilíndricas situadas radialmente en el interior y en el exterior discurren coaxialmente. La superficie en semicorte correspondiente se designa en el marco de las presentes bases como trapezoidal. El valor del ángulo α depende naturalmente de las condicionales espaciales. Cuando mayor sea este ángulo α, mayor será también la eficacia del amortiguador de la vibración de torsión. En otras palabras debe intentarse, en el caso de un espacio constructivo dado, aprovechar al máximo la longitud axial L que está disponible para el anillo volante, y precisamente en lo posible sobre un gran radio. En el caso de la superficie frontal del anillo volante situada axialmente en el interior o el en lado de la gualdera no tiene que tratarse por tanto de una superficie de envuelta cónica. Más bien el ángulo α puede aumentar o reducirse en el recorrido radial desde radialmente en el interior a radialmente en el exterior, para aprovechar al máximo el espacio constructivo disponible y con ello la anchura L. El contorno de la línea lateral de la superficie frontal situada axialmente en el interior (y de este modo contemplado en una vista lateral) puede discurrir por tanto de forma bastante curva o volante. La longitud axial L de la superficie en semicorte del anillo volante aumenta con preferencia constantemente radialmente hacia el exterior.

Aquí puede darse claramente en el sentido de una forma constructiva compacta que la anchura de la rendija de cizallamiento sea constante, en cada caso, entre la carcasa y las superficies frontales axiales del anillo volante. La carcasa se arrima de este modo a las superficies frontales de la rueda volante. Para una carga óptima de la rendija de cizallamiento es normalmente ventajoso que la anchura de la rendija de cizallamiento sea fundamentalmente constante en la región de la longitud axial L creciente de la superficie en semicorte. Sin embargo, en condiciones de uso especiales puede ser también ventajoso aumentar la anchura de la rendija de cizallamiento con radio creciente, lo que reduce la carga térmica del medio amortiguador.

Según una forma de ejecución preferida la carcasa, que abraza la cámara de trabajo anular, no representa al menos en parte una estructura aparte. Más bien la cámara de trabajo está configurada, con preferencia al menos en parte, en una gualdera de cigüeñal axialmente extrema y el contrapeso correspondiente de un eje de cigüeñal. De este modo pueden estar configurados por ejemplo la gualdera de cigüeñal y el contrapeso para ello correspondiente para alojar un amortiguador de vibraciones-cámara de trabajo integrado, cerrándose la cámara de trabajo así formada mediante una tapa aparte.

Integrada en la gualdera de cigüeñal y en el contrapeso correspondiente de un eje de cigüeñal, estando formada al menos una parte de la carcasa y de la cámara de trabajo por la gualdera de cigüeñal y el contrapeso, se obtiene una forma constructiva extraordinariamente compacta, que ahorra espacio de instalación, de un eje de cigüeñal equipado con un amortiguador de la vibración de torsión.

A continuación se explica la invención con base en el dibujo adjunto. Aquí muestran:

la figura 1, en una vista axonométrica, un amortiguador de la vibración de torsión según el estado de la técnica,

la figura 2 una sección transversal a través de un amortiguador de la vibración de torsión según el estado de la técnica, cuya carcasa está atornillada a un eje de cigüeñal,

la figura 3 una sección transversal a través de un amortiguador de la vibración de torsión conforme a la invención, cuya carcasa está atornillada a un eje de cigüeñal,

la figura 4 una sección transversal de otra forma de ejecución del amortiguador de la vibración de torsión conforme a la invención con carcasa contraída,

la figura 5 una sección transversal a través de otro amortiguador de la vibración de torsión conforme a la invención con carcasa integrada,

la figura 6 un semicorte en representación simplificada a través de un anillo volante en forma de corona circular según el estado de la técnica,

la figura 7 un semicorte en representación simplificada a través del anillo volante mostrado en la figura 3,

la figura 8 un semicorte con representación simplificada a través de un anillo volante con un contorno cualquiera y

la figura 9 un semicorte a través del anillo volante mostrado en la figura 7 con un bisel y

la figura 10 una sección transversal a través de un amortiguador de la vibración de torsión con perímetro interior cónico.

Las figuras 1 y 2 muestran amortiguadores de la vibración de torsión según el estado de la técnica. El amortiguador de la vibración de torsión en vista axonométrica en la figura 1 y cortado se explica con más detalle en el documento citado al comienzo EP 0 745 784 B1 y se compone de una carcasa anular 1, que abraza una masa secundaria llamada anillo volante 2. La carcasa 1 se une de forma rígida a la torsión al eje de cigüeñal M. El semicorte de este amortiguador de la vibración de torsión conocido se muestra en la figura 6. La longitud axial L del anillo volante 2 a la "altura" del radio interior r_{innen} (es decir: r_i) se corresponde con ello con la longitud axial del anillo volante 2 a la "altura" del radio exterior r_{aussen} (es decir: r_a); también podría designarse como anchura del anillo volante 2. Las dos superficies frontales 10 y 11 discurren perpendicularmente al eje. La superficie en semicorte es de este modo fundamentalmente rectangular. El centro de gravedad de superficie de esta superficie en semicorte rectangular tiene con ello un radio $r_{Schwerpunkt}$ (es decir: r_{s1}).

En la figura 3 se muestra un amortiguador de la vibración de torsión conforme a al invención en sección transversal, que está fijado en el contralado de fuerza de un eje de cigüeñal de motor a sus componentes principales pivote básico 20, muñón de elevación o cigüeñal 21, gualderas de cigüeñal 22 y contrapesos 23. El amortiguador de la vibración de torsión 4.1 está centrado y atornillado con ello sobre la gualdera de cigüeñal 22 orientada hacia en el exterior. La carcasa 1 para el anillo volante 2 del amortiguador de la vibración de torsión se compone aquí de dos envolturas de carcasa anulares 5.1, 8, estando configurada la envoltura de carcasa como envoltura de tapa 8 cónica, que cierra la carcasa 1. La primera envoltura de carcasa 5.1 está situada con ello enfrente de una superficie frontal axialmente exterior 11 y la envoltura de tapa 8 enfrente de la superficie frontal axialmente interior 10. La envoltura de tapa 8 sigue el recorrido de la superficie frontal axialmente interior 10. La envoltura de carcasa 5.1 y la envoltura de tapa 8 están unidas entre si, de forma estanca a los fluidos, mediante soldadura por radiación o por otro procedimiento adecuado.

La carcasa 1 abraza la cámara de trabajo, en la que el anillo volante 2 está encajado de forma deslizante con estrechas holguras. Sobre el perímetro exterior y de este modo radialmente por en el exterior el anillo volante 2 presenta una mayor longitud axial L_a que en el radio interior y de este modo radialmente por en el interior. La rendija de cizallamiento 3 entre el anillo volante 2 y las paredes de la cámara de trabajo está rellena de un aceite de silicona altamente viscoso como medio amortiguador. Para la unión entre el amortiguador de la vibración de torsión y el eje de cigüeñal se utilizan tornillos de fijación 9, de los que sólo se ha representado uno.

El anillo volante mostrado en las figuras 3 y 7 tiene radialmente en el interior o sobre el radio interior la longitud axial L. El anillo volante mostrado en la figura 7 tiene radialmente en el exterior o sobre el radio exterior una longitud axial L_a, que es mayor que la longitud L. La superficie frontal 10 del anillo volante 2 situada axialmente en el exterior discurre perpendicularmente al eje y representa una superficie plana. La superficie frontal 10 del anillo volante 2 situada axialmente en el interior representa una superficie de envuelta cónica, que forma un ángulo α con

las perpendiculares al eje. La superficie en semicorte del anillo volante 2 tiene de este modo forma trapezoidal. El centro de gravedad de superficie está desplazado radialmente hacia en el exterior, comparado con el anillo volante de la figura 6 con la misma longitud axial L y con superficie en semicorte rectangular. Lo anteriormente dicho es también lógicamente válido para la carcasa 1 formada por la envoltura de carcasa 5.1 y la envoltura de tapa 8, cuyos espesores de pared son aproximadamente iguales por todos lados.

El amortiguador de la vibración de torsión mostrado en la figura 4 se corresponde en partes fundamentales con el amortiguador de la vibración de torsión conforme a la figura 3. El eje de cigüeñal es con ello igual al de la figura 3, pero la carcasa 1 se compone de una envoltura de carcasa 5.2 y de una tapa 6.1. El amortiguador de la vibración de torsión 4.2 mostrado está unido en arrastre de fuerza, por ejemplo mediante zunchado u otro procedimiento adecuado, al eje de cigüeñal. Gracias a los tornillos 9 que se han eliminado conforme a la forma de ejecución mostrada en la figura 3, el anillo volante 3 contiene un radio interior menor y gana en consecuencia un poco en momento de inercia.

En el caso del amortiguador de la vibración de torsión 4.3 mostrado en la figura 5 la cámara de trabajo está configurada, en la gualdera de cigüeñal 22 axialmente extrema, dispuesta en el contralado de fuerza de un eje de cigüeñal de motor, y en el contrapeso 23 correspondiente, para alojar el anillo volante 2. La tapa 6.2 cierra esta cámara una vez realizado el montaje por medio de un procedimiento de soldadura por radiación. En la cámara de trabajo el anillo volante 2 se ha montado como antes de forma deslizante, y la rendija de cizallamiento 3 está rellena con el aceite de silicona altamente viscoso. También en este caso la longitud axial L del anillo volante 2 (también podría designarse como anchura del anillo volante 2) es mayor sobre el radio exterior que sobre el radio interior.

Además de esto la superficie frontal 10 situada axialmente en el interior del anillo volante mostrado en la figura 5 discurre, empezando radialmente desde el interior y siguiendo un tramo radialmente hacia el exterior, en paralelo a la superficie frontal 11 situada axialmente en el exterior. El anillo volante allí mostrado posee de este modo radialmente en el interior una superficie en semicorte rectangular o una forma rectangular. Sólo entonces la superficie frontal 10 situada axialmente en el interior muestra un ángulo con la perpendicular al eje.

En la figura 6 se muestra el semicorte esquematizado a través de un anillo volante usual según el estado de la técnica con dos superficies frontales planas 10, 11; se han eliminado todas las aristas redondeadas y rotas así como los inevitables golletes. El semicorte aparece como rectángulo. El centro de gravedad de superficie de este rectángulo está alejado

$$r_{s1} = {}^{1}/_{2}(r_a + r_i) = {}^{1}/_{4}(d_a + d_i)$$

del eje de rotación X-X.

En la figura 7 se ha representado el semicorte del anillo volante mostrado en la figura 3, pero eliminando de forma esquematizada los radios de redondeado. El centro de gravedad de superficie de la superficie en semicorte aquí trapezoidal está alejado, en el caso de las proporciones esquematizadas, un 1,4% más del eje de giro X-X que en el caso de la forma de ejecución mostrada en la figura 6 según el estado de la técnica. Para la invención se cumple por tanto la desigualdad

$$r_{s1} < r_{s2}.$$

La siguiente tabla representa el desplazamiento relativo del centro de gravedad de superficie r_{s2}/r_{s1} con relación al aumento relativo de longitud axial L_a/L:

L_a/L:	r_{s2}/r_{s1}
1,0	1,0000
1,2	1,0056
1,4	1,0102
1,6	1,0141
1,8	1,0175
2,0	1,0204
2,2	1,0230
2,4	1,0252
2,6	1,0272
2,8	1,0290
3,0	2,0306

En la figura 8 se muestra el semicorte esquematizado de un anillo volante que está limitado, por un lado, por la superficie frontal 11 perpendicular al eje en el lado de la espiga y, por otro lado, de la superficie frontal 12 curvada espacialmente de cualquier manera. Las superficies cilíndricas situadas radialmente en el interior y radialmente en el exterior discurren concéntricamente al eje X-X. También aquí se manifiesta la idea de la invención mediante la desigualdad

$$r_{s2} > r_{s1}.$$

En el caso del semicorte de anillo volante mostrado en la figura 9, aunque éste está estrechado sobre la periferia exterior mediante el bisel 13, sigue valiendo conforme a la invención la desigualdad antes citada.

En la figura 10 la carcasa 1 está formada por una envoltura de carcasa anular 5, que configura la cámara de trabajo, y por una tapa plana 6 en forma de disco anular. La tapa 6 cierra la carcasa 1 en la que está soldada a la envoltura de carcasa 5 de forma estanca a los fluidos. La envoltura de carcasa 5 está situada con ello enfrente de una superficie frontal axialmente interior 10 y la tapa 6 enfrente de la superficie frontal axialmente exterior 11. La envoltura de carcasa 5 sigue el recorrido de la superficie frontal axialmente interior 10 cerca del contorno, manteniendo una rendija de cizallamiento 3 con anchura constante. En una región radialmente interior la envoltura de carcasa 5 está configurada cónicamente y forma un ángulo cónico γ de aproximadamente 90º. Según las condiciones de instalaciones éste puede variar en ± 45º.

En el interior de la cámara de trabajo está montado el anillo volante 2. Su superficie en semicorte presenta en una región radialmente interior una longitud axial L creciente para después, en una región radialmente exterior, mantener una longitud constante L. En otras palabras, la superficie en semicorte se transforma, aproximadamente a media altura radial, de un contorno triangular en uno rectangular. Con esta forma constructiva pueden aprovecharse óptimamente espacios constructivos en la región de gualderas de cigüeñal y contrapesos de un eje de cigüeñal.

Lista de símbolos de referencia

1	Carcasa
2	Anillo volante
3	Rendija de cizallamiento
4.1, 4.2, 4.3	Amortiguador de la vibración de torsión
5.1, 5.2	Envoltura de carcasa
6.1, 6.2	Tapa
8	Envoltura de tapa
9	Tornillo de fijación
10	Superficie frontal situada axialmente en el interior o del lado de la gualdera
11	Superficie frontal situada axialmente en el exterior o del lado de la espiga
12	Superficie frontal curvada espacialmente, situada axialmente en el interior o del lado de la gualdera
13	Bisel
20	Pivote básico
21	Muñón de elevación
22	Gualdera de cigüeñal
23	Contrapeso

REIVINDICACIONES

1. Amortiguador de la vibración de torsión

* con una carcasa (1) que puede unirse de forma rígida a la torsión a un árbol de máquina, en especial a un árbol de motor, la cual abraza una cámara de trabajo anular,

* con un anillo volante (2) dispuesto y guiado en la cámara de trabajo de forma giratoria con relación a la carcasa (1),

* con una rendija de cizallamiento (3) entre la carcasa (1) y el anillo volante (2), que está rellena de un medio amortiguador viscoso, y en donde

* aumenta la longitud axial L de la superficie en semicorte del anillo volante (2), al menos en una región parcial de la superficie en semicorte, radialmente hacia el exterior,

caracterizado porque una de las superficie frontales axiales (10, 11, 12) del anillo volante (2) discurre casi perpendicularmente al eje de simetría X-X del amortiguador de la vibración de torsión.

2. Amortiguador de la vibración de torsión según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la superficie frontal (11) situada axialmente en el exterior del anillo volante (2) discurre casi perpendicularmente al eje de simetría X-X del amortiguador de la vibración de torsión.

3. Amortiguador de la vibración de torsión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la superficie frontal (10, 12) situada axialmente en el interior forma al menos por regiones un ángulo $\alpha > 0^{o}$ con la perpendicular al eje, en su recorrido desde radialmente en el interior hasta radialmente en el exterior.

4. Amortiguador de la vibración de torsión según la reivindicación 3, **caracterizado** porque la superficie frontal (10, 12) situada radialmente en el interior forma continuamente un ángulo $\alpha > 0^{o}$ con la perpendicular al eje, desde radialmente en el interior hasta radialmente en el exterior.

5. Amortiguador de la vibración de torsión según la reivindicación 4, **caracterizado** porque el ángulo α de la superficie frontal (10) situada axialmente en el interior es casi constante desde radialmente en el interior hacia radialmente en el exterior, de tal manera que la superficie frontal (10) situada axialmente en el interior forma una superficie de envuelta cónica.

6. Amortiguador de la vibración de torsión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la superficie en semicorte del anillo volante (2) está configurada aproximadamente en forma trapezoidal.

7. Amortiguador de la vibración de torsión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la longitud axial L de la superficie en semicorte del anillo volante (2) aumenta constantemente radialmente hacia el exterior.

8. Amortiguador de la vibración de torsión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la anchura de la rendija de cizallamiento (3) es fundamentalmente constante, en cada caso, entre la carcasa (1) y las superficies frontales axiales (10, 11, 12) del anillo volante (2).

9. Amortiguador de la vibración de torsión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la anchura de la rendija de cizallamiento (3) es fundamentalmente constante en la región de la longitud axial L creciente de la superficie en semicorte.

10. Amortiguador de la vibración de torsión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la carcasa está formada por dos envolturas de carcasa anulares (5.1, 8), de las que una primera envoltura de carcasa (5.1) está situada enfrente de una superficie frontal axialmente exterior (11) y una segunda envoltura de carcasa (8) enfrente de la superficie frontal axialmente interior (10).

11. Amortiguador de la vibración de torsión según la reivindicación 8, **caracterizado** porque la segunda envoltura de carcasa (8) está configurada de modo que sigue el recorrido de la superficie frontal (10) situada axialmente en el interior.

12. Amortiguador de la vibración de torsión según la reivindicación 8 ó 9, **caracterizado** porque la segunda envoltura de carcasa (8) está configurada como envoltura de tapa cónica.

13. Amortiguador de la vibración de torsión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la carcasa (1) está formada por una envoltura de carcasa anular (5), que configura la cámara de trabajo, y por una tapa (6) en forma de disco anular, cerrando la tapa (6) la carcasa (1).

14. Eje de cigüeñal con un amortiguador de la vibración de torsión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la cámara de trabajo está configurada en una gualdera de cigüeñal (22) axialmente extrema y/o en el contrapeso (23) de una gualdera de cigüeñal (22).

Fig.1

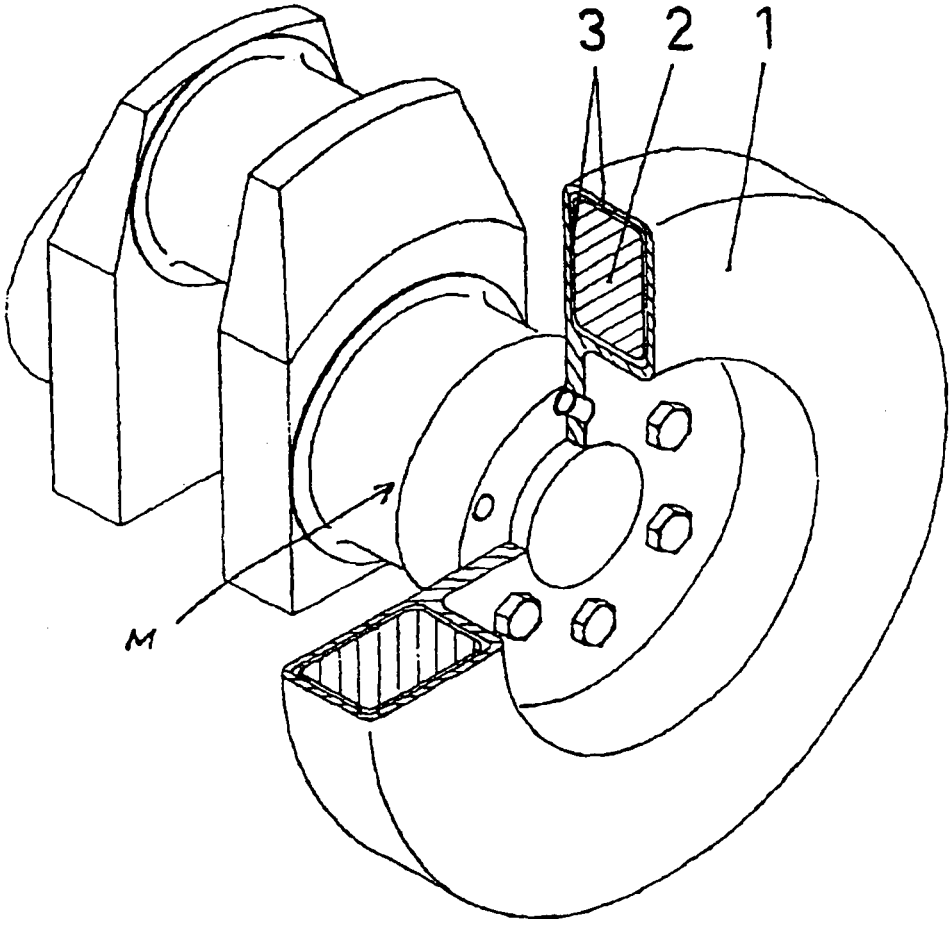
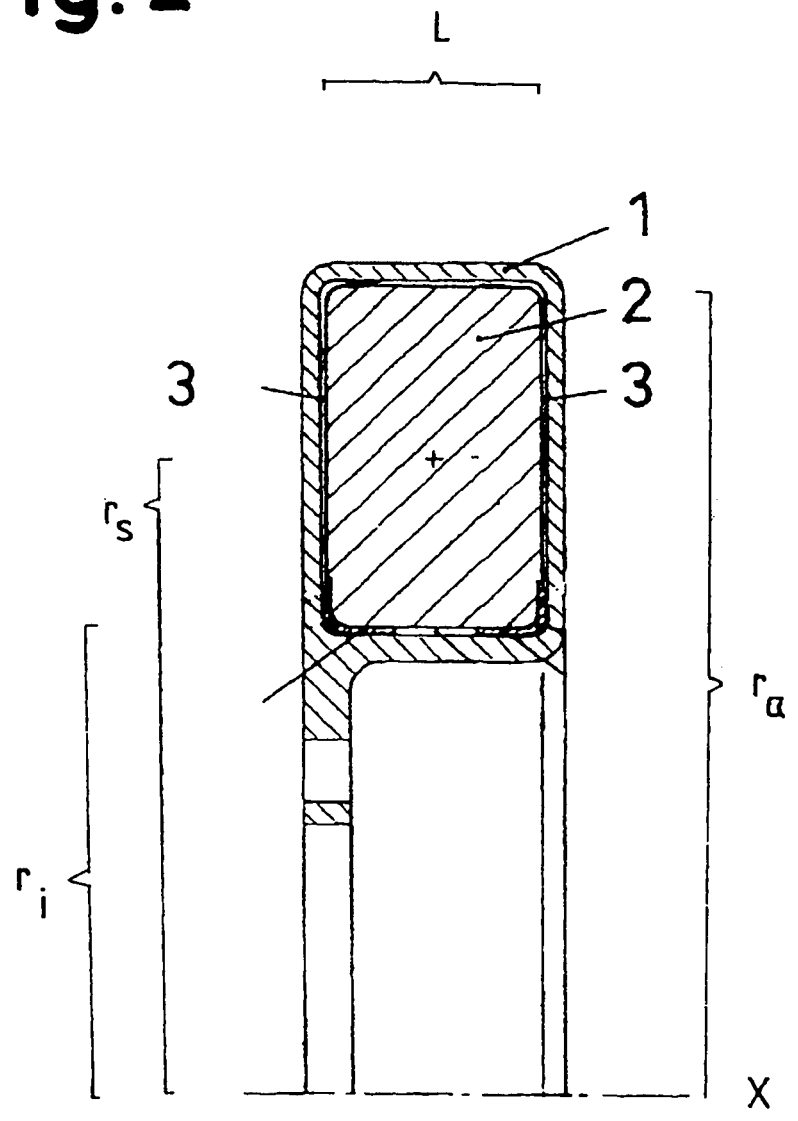


Fig. 2



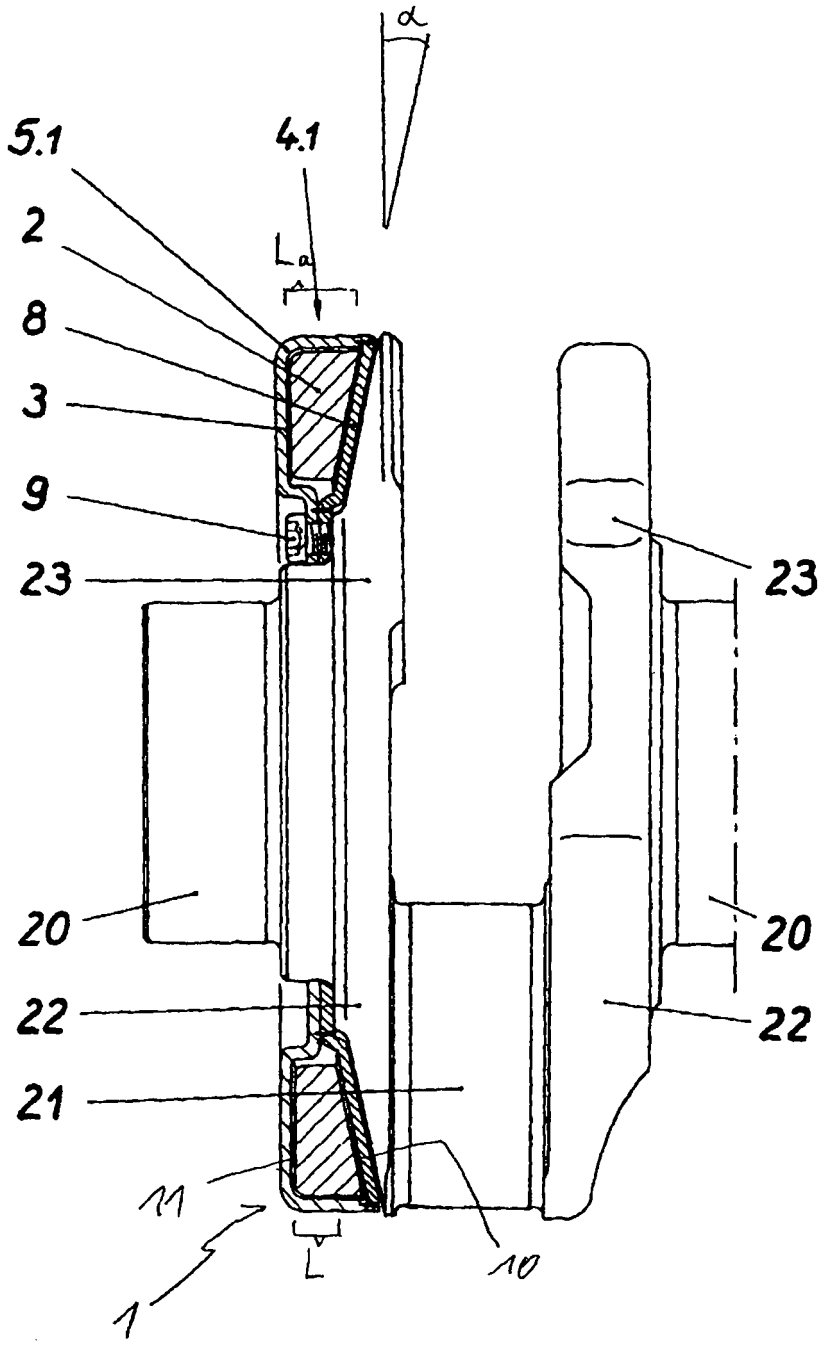


Fig 3

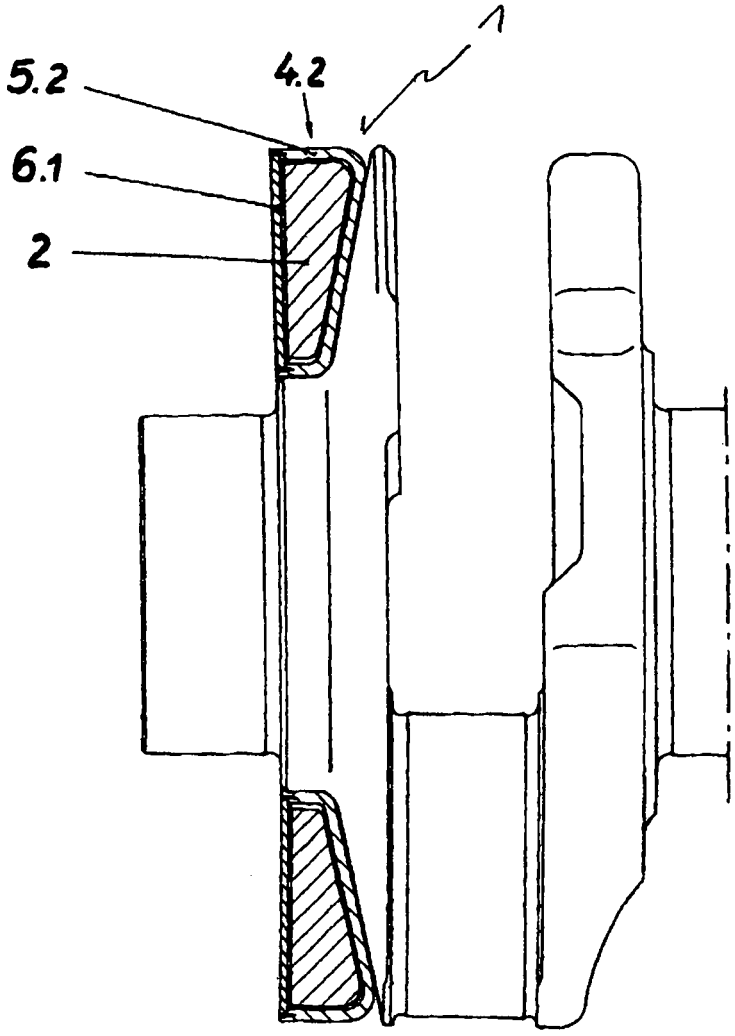


Fig. 4

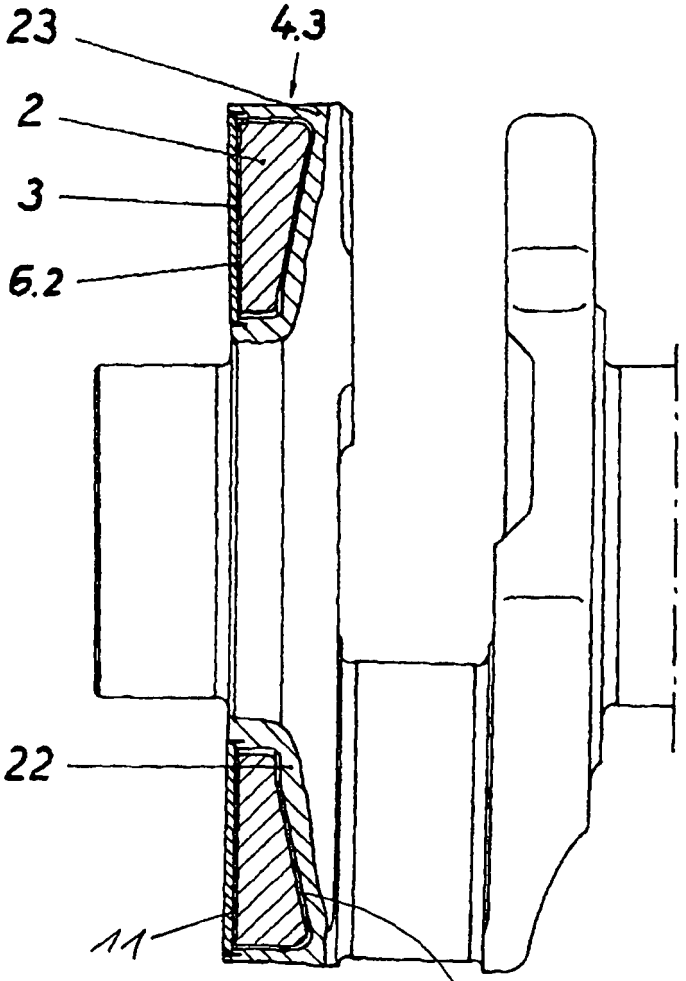


Fig. 5

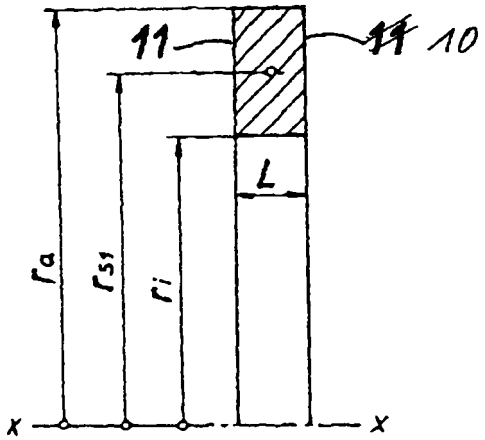


Fig. 6

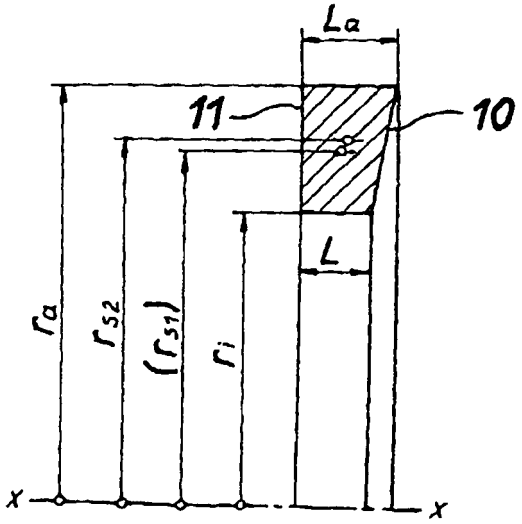


Fig. 7

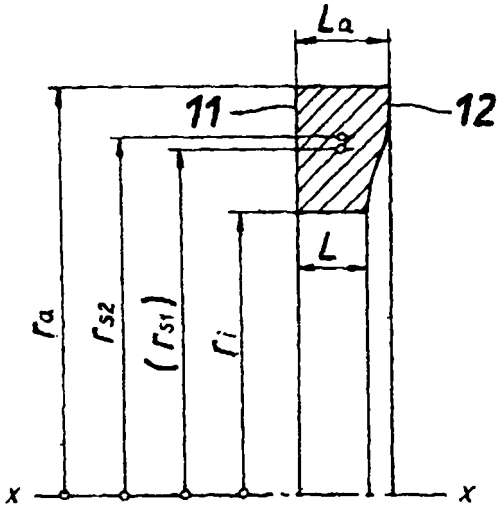


Fig. 8

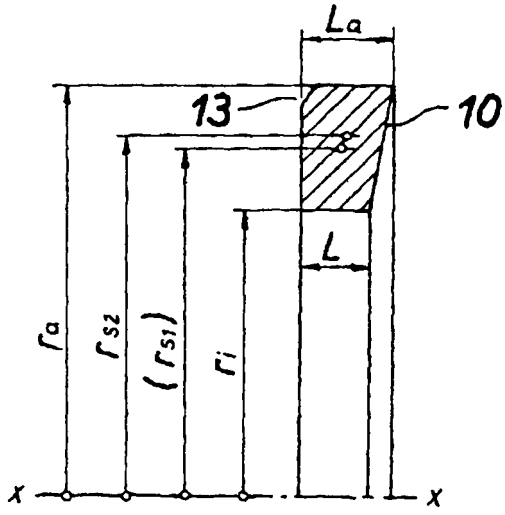


Fig. 9

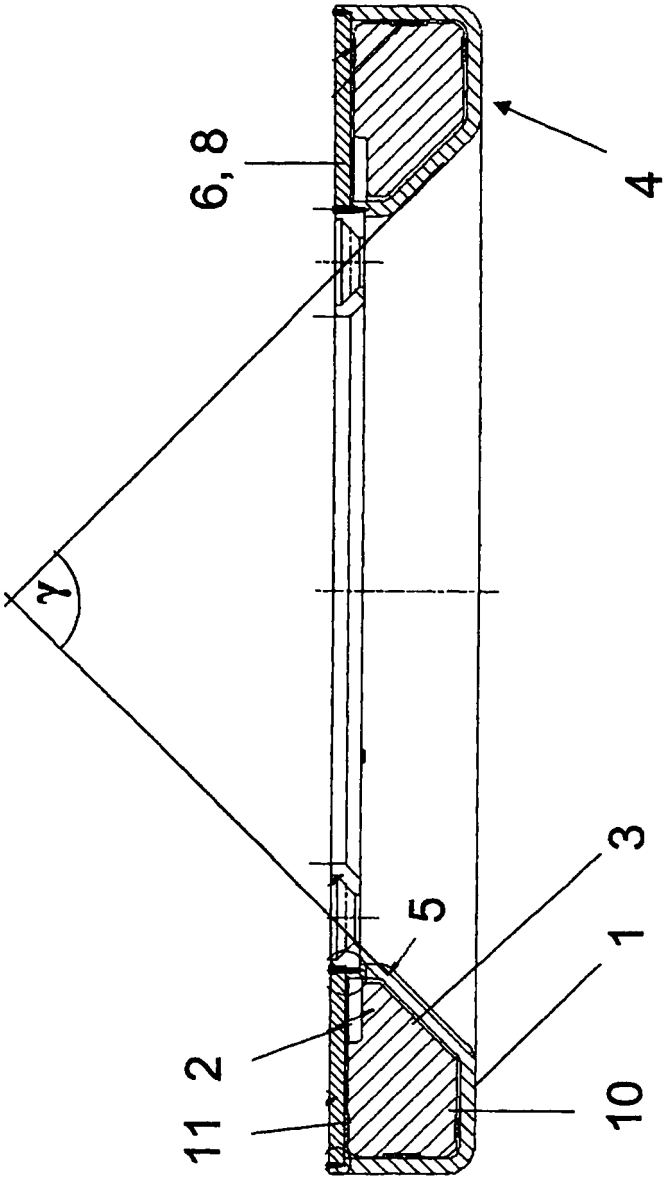


Fig. 10