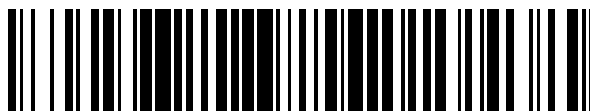


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 209**

51 Int. Cl.:

E04B 1/98 (2006.01)

E04H 9/02 (2006.01)

F16F 7/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07866803 .5**

96 Fecha de presentación: **13.12.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2227606**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.09.2010**

54 Título: **Amortiguador de masa sintonizado**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.08.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.08.2012

73 Titular/es:
**ALGA S.P.A.
VIA BOSCHETTI 6
20121 MILANO, IT**

72 Inventor/es:
MARIONI, Agostino

74 Agente/Representante:
Durán Moya, Carlos

ES 2 386 209 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

Amortiguador de masa sintonizado.

La presente invención se refiere a un amortiguador de masa sintonizado y, en particular, a un amortiguador de masa sintonizado adecuado para la aplicación a estructuras civiles y de edificación (estructuras civiles y edificios) tales como rascacielos, torres y puentes (ver, por ejemplo, el documento DE 10 2006 019913 A1, correspondiente al preámbulo de la reivindicación 1).

Los amortiguadores de masa sintonizados, conocidos asimismo por el acrónimo TMD (del inglés tuned mass damper), son dispositivos para amortiguar vibraciones utilizados para estabilizar el movimiento de una estructura sometida a una fuerza externa, impidiendo de ese modo que la estructura resulte dañada o incluso ceda.

Esencialmente, dichos dispositivos son sistemas mecánicos del tipo amortiguador masa-resorte dotados de uno o más grados de libertad y diseñados para estar en resonancia con la estructura en la que están instalados. Cuando la estructura vibra por estar sometida a alguna fuerza tal como, por ejemplo, viento o un terremoto, los amortiguadores oponen la inercia de la masa al movimiento de vibración, generando de ese modo, como efecto de la resonancia, fuerzas de igual magnitud y signo opuesto capaces de anular los movimientos de la estructura.

En el campo técnico de la edificación y la construcción, y en particular en la construcción de estructuras muy altas tales como rascacielos, torres y puentes que son muy sensibles a eventos sísmicos y eólicos, los amortiguadores de masa sintonizados se fabrican a modo de estructuras pendulares en las que la masa es un bloque de cemento o acero soportado por cables o brazos ligados a la estructura. La masa se mueve según la ley de movimiento de un péndulo, almacenando y liberando energía potencial de forma similar a una masa ligada mediante un resorte de un sistema de amortiguador masa-resorte, consiguiéndose la acción de amortiguación mediante uno o varios medios de amortiguación, por ejemplo de tipo hidráulico, dispuestos en una o varias direcciones de movimiento predeterminadas.

Los amortiguadores de masa sintonizados de tipo péndulo tienen problemas de instalación destacables, debido al tamaño de las masas suspendidas y de los medios de soporte relacionados. Por ejemplo, en el caso de un rascacielos la estructura de un amortiguador de masa sintonizado puede ocupar incluso varias plantas del edificio en altura.

Además, después de la instalación, el amortiguador de masa sintonizado requiere siempre una etapa de "sintonización" con respecto al comportamiento dinámico real de la estructura. De hecho, un amortiguador está diseñado en base a un modelo teórico de la estructura a la que será aplicado, por lo que se requieren siempre ajustes del periodo fundamental una vez que la estructura se ha completado. Generalmente, la etapa de sintonización es muy complicada y costosa puesto que el ajuste de la longitud de los cables o brazos que soportan la masa requiere la utilización de equipamiento tal como cabrestantes o tirantes, que pueden ser instalados de manera desmontable o incluso permanente.

Por lo tanto, es un objetivo de la presente invención dar a conocer un amortiguador de masa sintonizado capaz de superar dichas desventajas. Dicho objetivo se consigue mediante el amortiguador de masa sintonizado cuyas características principales se dan a conocer en la primera reivindicación, mientras que se dan a conocer otras características en las reivindicaciones restantes.

El amortiguador de masa sintonizado, según la presente invención, comprende por lo menos una masa ligada a un medio de soporte adecuado para permitir un movimiento pendular de la misma cuando la estructura se somete a una fuerza externa. El medio de soporte comprende, por lo menos, un cojinete dotado de una superficie cilíndrica cóncava de deslizamiento.

La ventaja principal del amortiguador de masa sintonizado según la presente invención, es que tiene un tamaño considerablemente más pequeño con respecto a los amortiguadores conocidos, permitiendo de ese modo una instalación más sencilla en la estructura para la que está previsto. De hecho, elegir el medio de soporte de masa en forma de, por lo menos, un cojinete cilíndrico cóncavo permite reducir el tamaño del sistema, que incide sustancialmente con el tamaño de la masa solamente. Por consiguiente, es posible reducir los costes de fabricación e instalación del amortiguador.

Además, mediante el recubrimiento o fabricación de las superficies de deslizamiento de los cojinetes con materiales de fricción controlada, es posible conseguir medios de amortiguación sin recurrir a dispositivos externos tradicionales, por ejemplo de tipo hidráulico o similares, instalados sobre la estructura y ligados a la masa, lo que reduce más aún los costes de fabricación.

Otra ventaja presentada por la invención es que se simplifica en gran medida la etapa de sintonización del amortiguador. De hecho, las superficies de deslizamiento de los cojinetes están dotadas de radios de curvatura variables, que permiten por lo tanto ajustar el periodo fundamental variando simplemente el punto de contacto entre el medio de soporte y la masa transversalmente a su dirección de movimiento.

Otra ventaja presentada por la invención es que resulta posible fabricar un amortiguador dotado de más grados de libertad mediante la disposición de los cojinetes sobre una estructura multicapa y la orientación de las superficies de deslizamiento de los cojinetes de cada capa de tal modo que definan más direcciones de movimiento.

Además, se puede variar el comportamiento del amortiguador en las diversas direcciones de movimiento mediante la elección de diferentes curvaturas de las superficies de deslizamiento y/o la utilización de diferentes materiales de fricción controlada.

Otras ventajas y características del amortiguador de masa sintonizado, según la presente invención, resultarán evidentes para los expertos en la materia a partir de la siguiente descripción detallada y no limitativa de algunas realizaciones de la misma haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 10 – la figura 1 muestra una vista en perspectiva de una primera realización de un amortiguador de masa sintonizado, según la presente invención;
- figura 2 muestra un detalle -II- de la figura 1;
- la figura 3 muestra una vista en perspectiva de una segunda realización de un amortiguador de masa sintonizado, según la presente invención, dotado de medios para sintonizar el periodo fundamental;
- 15 – figura 4 muestra un detalle -IV- de la figura 3;
- la figura 5 muestra una sección transversal -V-V- de la figura 3;
- las figuras 6 y 7 muestran un detalle y -VI- y un detalle -VII- de la figura 5, respectivamente;
- la figura 8 muestra una vista en perspectiva de una tercera realización de un amortiguador de masa sintonizado, según la presente invención, dotado de dos grados de libertad;
- 20 – figura 9 muestra un detalle -IX- de la figura 8;
- la figura 10 muestra una sección transversal -X-X- de la figura 8; y
- la figura 11 muestra un detalle -XI- de la figura 10.

Haciendo referencia a las figuras 1 y 2, el amortiguador de masa sintonizado, según la presente invención, comprende de forma conocida una masa -1- ligada a una estructura -2- a través de medios de soporte -3- adecuados para permitir un movimiento pendular de la masa -1- cuando la estructura -2- se somete a una fuerza externa tal como, por ejemplo, viento o un terremoto.

Según el concepto inventivo que es la base de la presente invención, el medio -3- de soporte comprende, por lo menos, un cojinete dotado de una superficie cilíndrica cóncava de deslizamiento -3a-. La masa -1-, obligada a moverse por la acción de una fuerza que actúa sobre la estructura, se mueve a lo largo de la superficie de deslizamiento -3a- del cojinete -3-, aumentando y reduciendo su energía potencial, según la ley de movimiento de un péndulo. El periodo fundamental de la oscilación de la masa -1-, definido mediante el radio de la superficie de deslizamiento -3a-, es sustancialmente igual al periodo fundamental de la estructura -2-, de manera que el amortiguador y la estructura -2- son resonantes.

En el diseño del amortiguador, según la presente invención, la masa -1- está dimensionada para ser igual a 2 a 4% de la masa total de la estructura a la que ésta es aplicada.

Además, el tamaño de la masa -1- es considerablemente mayor respecto al orden de magnitud de los movimientos que realiza la masa -1- para reaccionar contra los movimientos de la estructura -2-. Por lo tanto, por razones de sencillez y estabilidad los medios de soporte comprende una serie de cojinetes, cuyas superficies cilíndricas cóncavas de deslizamiento -3a- tienen la misma curvatura y están dispuestas en paralelo entre sí, definiendo de ese modo una sola dirección de movimiento para la masa -1-. En correspondencia, la masa -1- está dotada de una serie de pies -4- dispuestos en posiciones correspondientes a las posiciones de los cojinetes -3-.

En la realización mostrada en la figura 1, por ejemplo, el amortiguador comprende cuatro cojinetes -3- dotados, respectivamente, de superficies de deslizamiento -3a- y la masa -1- está dotada de cuatro pies -4- dispuestos en posiciones correspondientes a las posiciones de los cojinetes -3-.

45 Tal y como se muestra en el detalle de la figura 2, cada pie -4- consiste en una parte superior -4a- ligada a la masa -1- y una parte inferior -4b- que tiene una superficie cilíndrica convexa -4c- adecuada para contactar con la superficie de deslizamiento -3a- del cojinete -3- respectivo.

La parte superior -4a- y la parte inferior -4b- de cada pie -4- son móviles entre sí y están acopladas por medio de una junta de rótula cilíndrica o esférica que permite una rotación relativa de las mismas. De este modo, la masa -1- se

mueve a lo largo de las superficies de deslizamiento -3a- de los cojinetes -3- sin girar con respecto al plano de la estructura -2-.

Durante el movimiento de la masa -1-, cierta cantidad de energía cinética se disipa por fricción en el contacto entre las superficies cilíndricas cóncavas de deslizamiento -3a- de los cojinetes -3- y las superficies cilíndricas convexas -4c- de los pies -4-, consiguiéndose de este modo un efecto de amortiguación. Por lo tanto, sin recurrir a dispositivos de amortiguación externos tal como en las aplicaciones conocidas, el amortiguador según la presente invención puede dotarse de medios de amortiguación en forma de recubrimientos de materiales de fricción controlada de las superficies cilíndricas cóncavas de deslizamiento -3a- de los cojinetes -3- y las superficies cilíndricas convexas -4c- de los pies -4-.

Alternativamente, los cojinetes -3- y las partes inferiores -4b- de los pies -4- pueden fabricarse íntegramente de materiales de fricción controlada.

Preferentemente, los materiales de fricción controlada se combinan entre sí para minimizar el desgaste. Materiales de fricción controlada adecuados son, por ejemplo, acero inoxidable y materiales poliméricos seleccionados entre, por ejemplo, polietileno, resinas poliamídicas y PTFE adecuadamente modificados y/o dopados.

Haciendo referencia a las figuras 3 a 7, se describirá a continuación una segunda realización del amortiguador según la invención, en el que para permitir sintonizar del amortiguador con respecto a una estructura -2-, las superficies de deslizamiento -3a- de los cojinetes -3- tienen radios de curvatura que varían transversalmente con respecto a la dirección de movimiento de la masa -1-, y el amortiguador comprende medios de accionamiento -6- adecuados para modificar los puntos de contacto entre la masa -1- y las superficies de deslizamiento -3a-. Mediante la modificación de los puntos de contacto entre la superficie de deslizamiento -3a- y la masa -1-, ésta última se moverá siguiendo una trayectoria con un radio diferente, permitiendo de ese modo variar el periodo fundamental y por lo tanto sintonizar el amortiguador en función del periodo fundamental real de la estructura -2-. Preferentemente, los medios de accionamiento -6- no actúan directamente sobre la masa -1-, que es muy pesada y difícil de mover, sino sobre sus pies -4- modificando su distancia relativa.

Los cojinetes -3- están dispuestos por pares sobre la estructura -2-, con las superficies de deslizamiento -3a- respectivas paralelas entre sí y con un radio de curvatura que aumenta hacia fuera desde el plano de simetría del amortiguador, en el que se mueve la masa -1-. Los pies -4- están montados correspondientemente por pares y de manera móvil sobre guías -5- unidas a la masa -1- y dispuestas transversalmente con respecto a su dirección movimiento, y están conectados entre sí a través de los medios de accionamiento -6-.

El medio de accionamiento -6- comprende un tornillo sin fin dotado en un extremo de un elemento de maniobra -7-, por ejemplo una palanca, adecuado para permitir que el mismo gire en torno a su eje. El tornillo sin fin -6- comprende una primera parte roscada -6a-, insertada en un orificio roscado formado en la parte superior -4a- del primer pie -4- del par, y una segunda parte -6b- con roscado opuesto insertada en un orificio roscado formado en la parte superior -4a- del segundo pie -4- del par. Haciendo girar en sentido horario o antihorario la palanca -7-, la rotación del tornillo sin fin provoca que los pies -4- se aproximen o se alejen mutuamente a lo largo de la guía -5-, variando por lo tanto su distancia relativa. De este modo, los pies se mueven hacia partes de la superficie de deslizamiento -3a- con un radio diferente, lo que tiene como resultado una variación del periodo fundamental del amortiguador.

La curvatura de las superficies cilíndricas cóncavas -3a- de los cojinetes -3- puede variar de manera continua o discreta, con más o menos cambios marcados de curvatura entre una y otra partes de la superficie de deslizamiento -3a-, para obtener una gama mayor o menor de sintonización con el mismo tamaño de superficie de deslizamiento -3a-.

El amortiguador de masa sintonizado, según la presente invención, puede tener más grados de libertad, por lo tanto siendo apto para ser utilizado asimismo cuando se contemplan más direcciones de movimiento, por ejemplo dos direcciones perpendiculares entre sí.

Las figuras 8 a 11 muestran una tercera realización del amortiguador según la presente invención, en la que la masa -1- está soportada mediante una primera serie de pies -4- que están en contacto con una primera serie de cojinetes -3-. La primera serie de cojinetes -3- está ligada a una base -8- y las superficies de deslizamiento de los cojinetes -3- están orientadas de modo que definen una primera dirección de movimiento marcada mediante una flecha -L-. En la cara de la base -8- opuesta a la primera serie de cojinetes -3-, se dispone una segunda serie de cojinetes -3'-, que están en contacto con una segunda serie de pies -4'- ligados a la estructura -2- mediante guías -5'- correspondientes, a lo largo de las cuales son ajustables mediante medios de accionamiento -6'- asociados. Las superficies de deslizamiento -3a'- de los cojinetes -3'- de la segunda serie están orientadas de manera que definen una segunda dirección de movimiento, que es perpendicular a la primera y está marcada mediante una flecha -T-.

Por lo tanto, en este caso el amortiguador está dotado de dos grados de libertad en las dos direcciones de movimiento definidas mediante las dos series de cojinetes -3-, -3'-.

- De manera similar, pueden preverse otras direcciones de movimiento disponiendo los cojinetes en una estructura multicapa, en la que cada capa comprende una base y uno o varios cojinetes, así como una serie de pies dispuestos en posiciones correspondientes a las posiciones de los cojinetes. Para cada capa, la dirección de movimiento está definida mediante la orientación de la superficie de deslizamiento de uno o varios cojinetes dispuestos sobre la misma.
- En el caso de una estructura multicapa, la masa total del amortiguador comprende no solamente la masa -1- sino asimismo las masas de las diferentes bases -8-, que se activan de forma selectiva en función de las direcciones de movimiento aplicadas simultáneamente por una fuerza externa.
- Tal como en la realización descrita anteriormente dotada de un grado de libertad, para permitir la sintonización del periodo fundamental del amortiguador las superficies de deslizamiento -3a-, -3a'- de los cojinetes -3-, -3'- tienen radios de curvatura que varían transversalmente con respecto a la dirección de movimiento definida por los mismos, y cada capa comprende medios de accionamiento -6-, -6'- adecuados para modificar los puntos de contacto entre los pies -4-, -4'- y las superficies de deslizamiento -3a-, -3a'-.
- Además, es posible diferenciar las características de amortiguación en las diversas direcciones de movimiento mediante la utilización de las diversas capas de diferentes materiales de fricción controlada, para los acoplamientos entre las superficies cilíndricas cóncavas de deslizamiento -3a-, -3a'- de los cojinetes -3-, -3'- y la superficies cilíndricas convexas -4c-, -4c'- de los pies -4-, -4'-, obteniéndose de este modo muchas posibilidades para optimizar la respuesta del amortiguador.
- Resulta evidente que las realizaciones del amortiguador de masa sintonizado mostradas y descritas anteriormente son solamente ejemplos susceptibles de numerosas variaciones. En particular, para recubrir las superficies de deslizamiento es posible utilizar otros materiales de fricción controlada, que conocen bien los expertos en la materia. Además, para la superficies de deslizamiento fabricadas de un material metálico es posible utilizar materiales especiales, tales como acero al cromo-níquel, para proporcionar características de dureza elevada y minimizar el desgaste.

REIVINDICACIONES

1. Amortiguador de masa sintonizado que comprende, por lo menos, una masa (1) ligada a una estructura (2) mediante medios de soporte (3) de dicho amortiguador de masa sintonizado, adecuados para permitir un movimiento pendular de dicha masa (1) cuando dicha estructura (2) se somete a una fuerza externa, así como medios de amortiguación de dicho amortiguador de masa sintonizado, adecuados para absorber una parte de la energía cinética de la masa móvil (1), **caracterizado porque** dichos medios de soporte (3) comprenden, por lo menos, un cojinete (3) dotado de una superficie cilíndrica cóncava de deslizamiento (3a).
2. Amortiguador, según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** dichos medios de soporte (3) comprenden una serie de cojinetes (3) que tienen superficies cilíndricas cóncavas de deslizamiento (3a) de curvatura igual y dispuestas en paralelo entre sí, y **porque** dicha masa (1) está dotada de una serie de pies (4) dispuestos en posiciones correspondientes a las posiciones de los cojinetes (3).
3. Amortiguador, según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** cada pie (4) consiste en una parte superior (4a) ligada a la masa (1) y una parte inferior (4b) que tiene una superficie cilíndrica convexa (4c) adecuada para contactar con la superficie cilíndrica cóncava de deslizamiento (3a) del respectivo cojinete (3).
4. Amortiguador, según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** dicha parte superior (4a) y dicha parte inferior (4b) de cada pie (4) son móviles entre sí y están acopladas mediante una junta de rótula cilíndrica o esférica adecuada para permitir la rotación relativa de las mismas.
5. Amortiguador, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los medios de amortiguación están fabricados a modo de recubrimientos de materiales de fricción controlada de las superficies cilíndricas cóncavas de deslizamiento (3a) de los cojinetes (3) y las superficies cilíndricas convexas (4c) de las partes inferiores (4b) de los pies (4).
6. Amortiguador, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** los cojinetes (3) y las partes inferiores (4b) de los pies (4) están fabricados íntegramente de materiales de fricción controlada.
7. Amortiguador, según la reivindicación 5 ó 6, **caracterizado porque** dichos materiales de fricción controlada son acero inoxidable y materiales poliméricos seleccionados entre polietileno, resinas poliamídicas y PTFE modificados y/o dopados.
8. Amortiguador, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las superficies de deslizamiento (3a) de los cojinetes (3) tienen radios de curvatura que varían transversalmente con respecto a la dirección de movimiento de la masa (1), comprendiendo además el amortiguador medios de accionamiento (6) adecuados para modificar los puntos de contacto entre la masa (1) y las superficies de deslizamiento (3a).
9. Amortiguador, según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** los cojinetes (3) están dispuestos en pares sobre la estructura (2), siendo las respectivas superficies de deslizamiento (3a) paralelas entre sí y teniendo un radio de curvatura que aumenta hacia fuera desde el plano de simetría del amortiguador, en el que la masa (1) se mueve, estando montados los pies (4) correspondientemente por pares y de manera móvil sobre guías (5) fijadas a la masa (1) y dispuestas transversalmente a su dirección de movimiento, estando conectados dichos medios (6) de accionamiento a cada par de pies (4) y siendo adecuados para modificar su distancia relativa.
10. Amortiguador, según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** dichos medios (6) de accionamiento comprenden un tornillo sin fin (6) dotado, en un extremo, de un elemento de maniobra (7) adecuado para permitir la rotación del mismo en torno a su eje, teniendo dicho tornillo sin fin (6) una primera parte roscada (6a) insertada en un orificio roscado formado en la parte superior (4a) de un primer pie (4) del par y una segunda parte (6b) con roscado opuesto, insertada en un orificio roscado formado en la parte superior (4a) del segundo pie (4) del par.
11. Amortiguador, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los cojinetes están dispuestos en una estructura multicapa, comprendiendo cada capa, por lo menos, una base (8) y uno o varios cojinetes (3, 3') así como una serie de pies (4, 4') en posiciones correspondientes a las de los cojinetes (3, 3'), estando definida la dirección de movimiento para cada capa mediante la orientación de las superficies de deslizamiento (3a, 3a') de uno o varios cojinetes (3, 3').
12. Amortiguador, según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** para cada capa de dicha estructura multicapa las superficies de deslizamiento (3a, 3a') de los cojinetes tienen radios de curvatura que varían transversalmente con respecto a la dirección de movimiento definida por los mismos, comprendiendo además cada capa medios de accionamiento (6, 6') adecuados para modificar los puntos de contacto entre los pies (4, 4') y las superficies de deslizamiento (3a, 3a').
13. Amortiguador, según la reivindicación 11 ó 12, **caracterizado porque** en las diversas capas de dicha estructura multicapa, los acoplamientos entre las superficies cilíndricas cóncavas de deslizamiento (3a, 3a') de los cojinetes (3, 3') y las superficies cilíndricas convexas (4c, 4c') de los pies (4, 4') están fabricados con materiales de fricción controlada diferentes.

14. Amortiguador, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la masa (1) es igual a 2 a 4% de la masa total de la estructura (2).

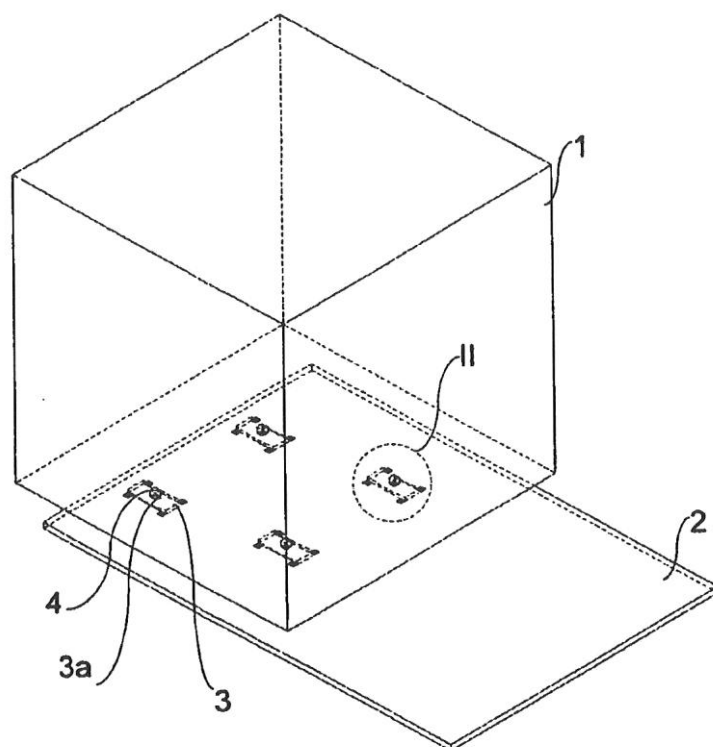


Fig.1

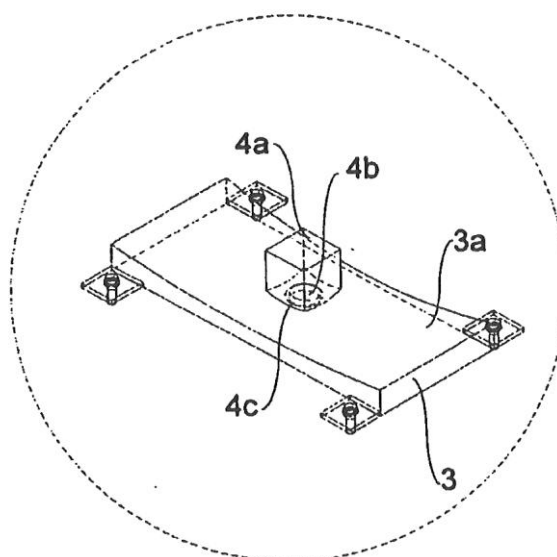


Fig.2

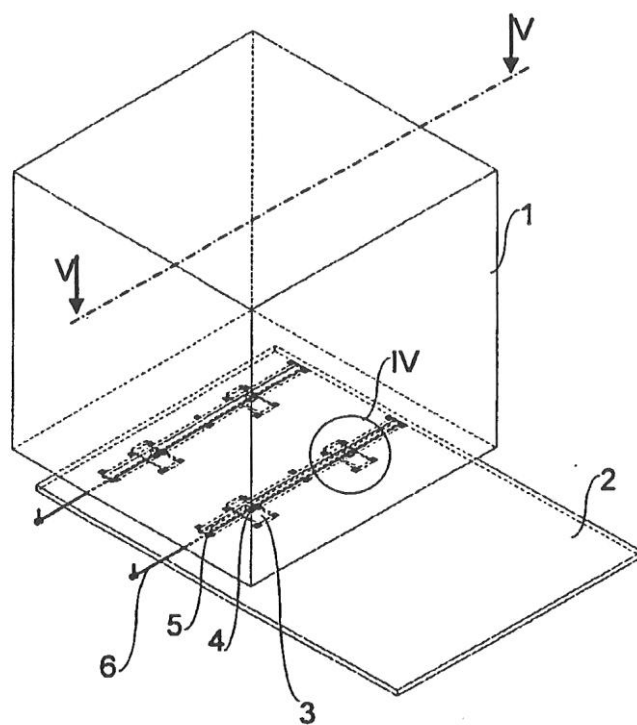


Fig.3

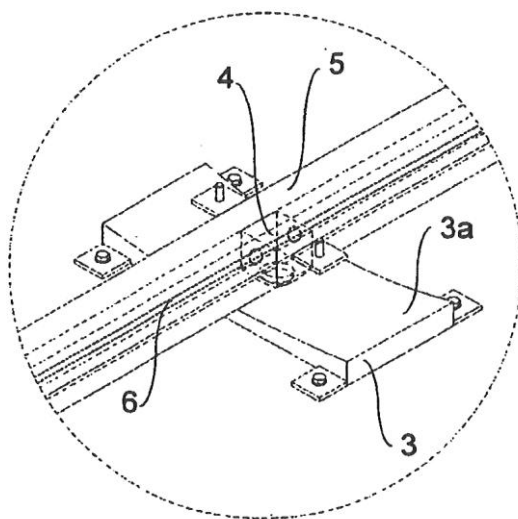


Fig.4

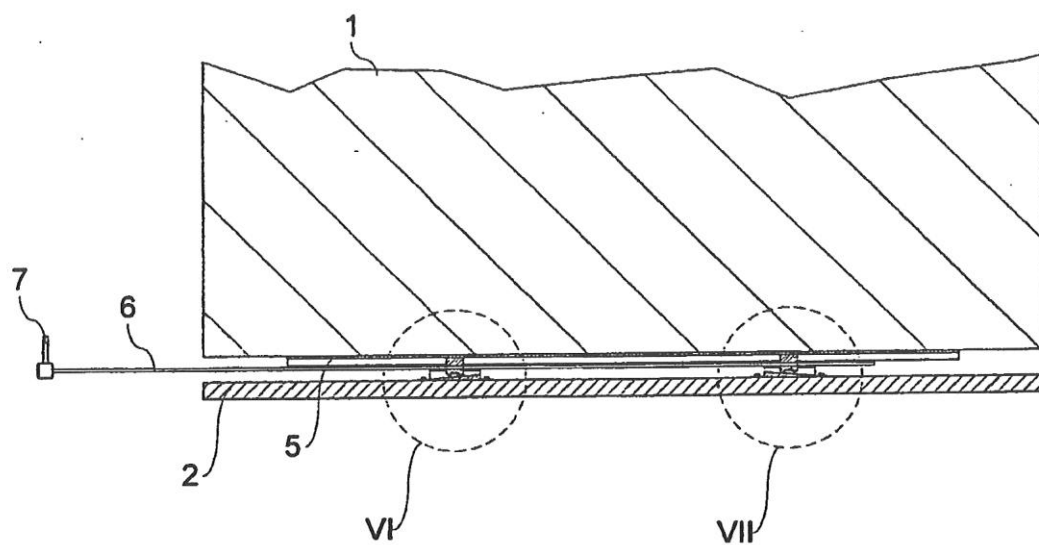


Fig.5

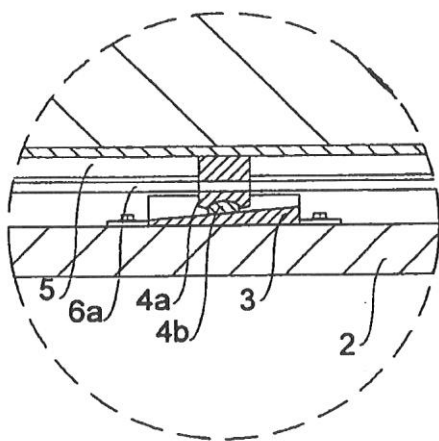


Fig.6

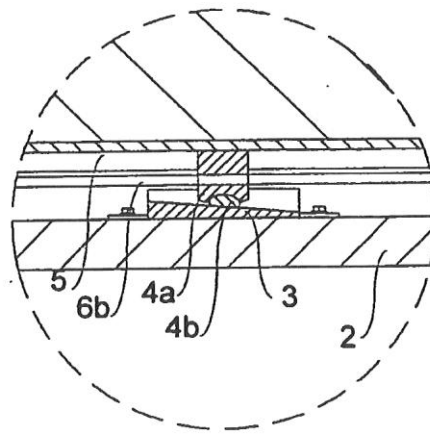


Fig.7

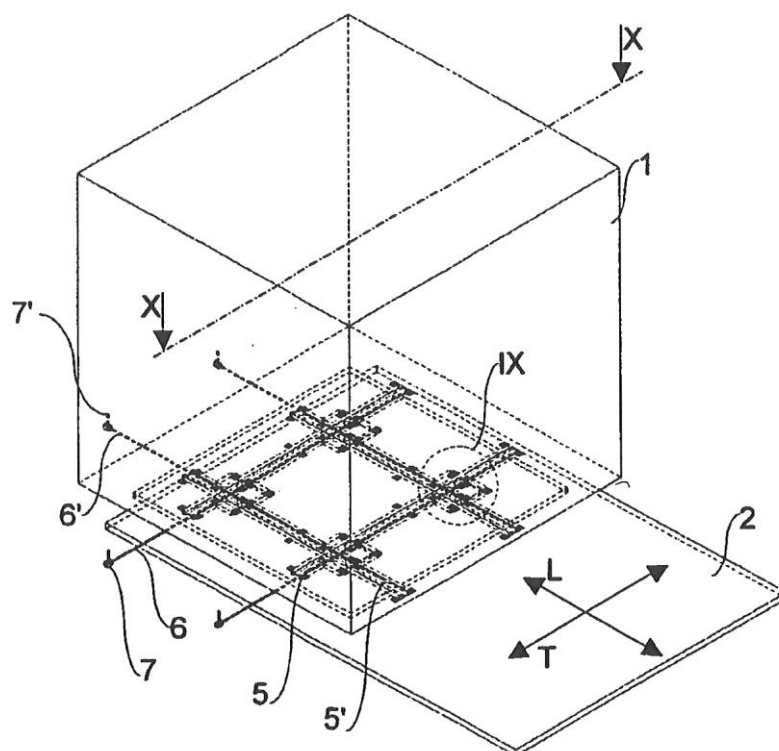


Fig. 8

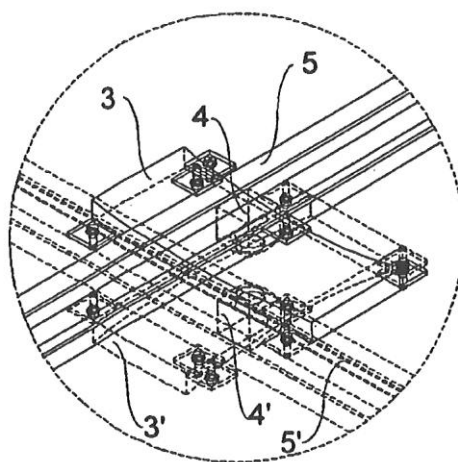


Fig. 9

