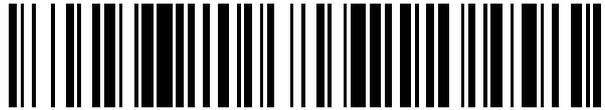


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 570 376**

51 Int. Cl.:

**B60J 1/20** (2006.01)

**B60J 1/00** (2006.01)

**B60R 13/08** (2006.01)

**E06B 5/20** (2006.01)

**F16F 9/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2008 E 08788097 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016 EP 2134557**

54 Título: **Acristalamiento con propiedad de amortiguación vibro-acústica mejorada, procedimiento de fabricación de tal acristalamiento y procedimiento de protección acústica en un habitáculo de vehículo**

30 Prioridad:

**06.04.2007 FR 0754361**

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

**18.05.2016**

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)  
18 AVENUE D'ALSACE  
92400 COURBEVOIE, FR**

72 Inventor/es:

**PAYOT, SYLVAIN;  
FOURNIER, DAVID y  
REHFELD, MARC**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 570 376 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).

**DESCRIPCION**

Acrislamiento con propiedad de amortiguación vibro-acústica mejorada, procedimiento de fabricación de tal acristalamiento y procedimiento de protección acústica en un habitáculo de vehículo

5 La presente invención se refiere a un acristalamiento con propiedad de amortiguación vibro-acústica mejorada, que comprende un dispositivo de amortiguación vibro-acústica, así como a un procedimiento de reducción de la molestia acústica y vibratoria en un habitáculo, en particular un habitáculo móvil como un vehículo, particularmente un vehículo automóvil.

10 Además de en los automóviles u otros tipos de vehículos, tales como camiones, autobuses, maquinaria agrícola, la invención se aplica a todos los tipos de aparatos de locomoción que presentan un habitáculo cerrado o sensiblemente cerrado, tal como los aviones, trenes, barcos, submarinos...

Los acristalamientos asociados con los vehículos, especialmente los vehículos automóviles, están provistos de medios de amortiguación de la vibración acústica que sirven para absorber las ondas vibratorias que se propagan a través de la acristalamiento con el propósito de mejorar la comodidad acústica en el interior de los vehículos.

15 En un vehículo automóvil, las fuentes de incomodidad de origen sea mecánico, térmico, de visibilidad, etc., se han controlado poco a poco. Sin embargo, la mejora del confort acústico aún permanece como un problema actual.

20 Los ruidos de origen aerodinámico, es decir, creados por la fricción del aire sobre el vehículo en desplazamiento, han podido, al menos en parte, ser tratadas por si mismas en su origen: para ahorrar energía, se han modificado las formas, mejorando la penetración en el aire y reduciendo las turbulencias que son por sí mismas fuente de ruidos. Entre las paredes de un vehículo que separan la fuente de ruidos aerodinámicos exterior del espacio interior donde se encuentra el pasajero, los acristalamientos son evidentemente más difíciles de tratar.

El objeto del documento DE103 37 007 es proporcionar un amortiguante vibroacústico eficaz para vehículos automóviles, que sea fácil de fabricar y barato. Este documento describe un elemento de refuerzo insonorizante, particularmente para el techo de un vehículo, formado por un perfil hueco de recubrimiento, longitudinal, unido a una parte de carrocería por medio de una capa intermedia de amortiguación.

25 El documento FR2877881 se refiere a la reducción del nivel vibratorio de los parabrisas y las lunetas traseras de un vehículo gracias a una capa de material visco-elástico, interpuesta entre el cristal y la carrocería del vehículo. Este material visco-elástico tiene un factor de pérdida superior o igual a 0,7 y un modulo elástico de cizalladura inferior a 3 MPa en un intervalo de temperaturas de 10 a 40°C y bajo una excitación vibratoria entre 20 y 500 Hz.

30 En el presente se conoce ofrecer acristalamientos laminados en los que la intercalación de material termoplástico se elige de manera adaptada para presentar propiedades mejoradas de amortiguación vibro-acústico.

La patente europea EP-B1-0 387 148 propone así acristalamientos laminados que realizan un buen aislamiento frente al ruido, particularmente de origen aerodinámico, es decir, de alta frecuencia, entre 800 y 10.000 Hz.

35 Además, tales acristalamientos laminados permiten evitar una caída brutal de la frecuencia crítica de la pérdida por transmisión (en inglés transmission loss), que es representativa del aislamiento acústico. La frecuencia crítica es propia para la composición del acristalamiento (densidad y módulo de Young de los elementos constituyentes, espesores) y corresponde una coincidencia espacial y de frecuencia de las ondas de flexión en el acristalamiento y de las ondas acústicas en el fluido que rodea al acristalamiento, tal como el aire. Esta frecuencia crítica está típicamente en alrededor de 4000 Hz para un acristalamiento que se aproxima a 3 mm de grosor.

40 Es a esta frecuencia crítica, que cae en el intervalo de frecuencias particularmente audibles por el oído humano (entre 1000 y 6000 Hz), que el ruido puede aumentar. Por lo tanto es deseable tener buen comportamiento del aislamiento de los ruidos a esta frecuencia.

45 Una solución alternativa (dado que algunos acristalamientos no están laminados) o complementaria al uso de los acristalamientos laminados con propiedades de amortiguación vibro-acústica se puede considerar asociar a la periferia del acristalamiento y entre el acristalamiento y la carrocería, un perfil con propiedades de amortiguación de la vibro-acústicas que permanece solidario al acristalamiento y la carrocería y que consiste en una yuxtaposición o no de varios elementos materiales amortiguantes.

Se entiende por material amortiguante, en el resto de la descripción, un material viscoelástico que presenta un factor de pérdida superior a 0,25, que es por lo tanto apto para disipar la energía. Puede pertenecer por ejemplo a la familia de los polímeros.

50 De la solicitud de patente WO 04/012952 se conoce un perfil que, para asegurar tal propiedad de amortiguación vibro-acústica, debe presentar una rigidez lineal real  $K_{eq}$  al menos igual a 25 MPa, en combinación con un factor de pérdida equivalente  $\tan\delta_{eq}$  al menos igual a 0,25. La rigidez lineal equivalente es la rigidez equivalente del perfil con relación a un metro lineal del perfil, caracterizándose la rigidez por la rigidez (principalmente el módulo de Young para un trabajo en tracción-compresión) de los materiales que constituyen el perfil y por la geometría del perfil.

5 En este tipo de perfil, solamente se tienen en cuenta las tensiones y deformaciones sufridas por los materiales según un trabajo de tracción-compresión en la dirección normal al acristalamiento, siendo insignificantes el trabajo de cizalla. En efecto, la carrocería es tan rígida con relación al perfil que no se deforma y no puede absorber la energía vibratoria. Solo el perfil se deforma de manera significativa y disipa la energía mecánica por un trabajo principalmente en tracción-compresión.

10 Este tipo de perfil amortiguante, que constituye también la junta periférica de unión del acristalamiento, es conveniente porque asegura la unión entre el acristalamiento y la carrocería. Sin embargo, todos los acristalamientos de un vehículo no están fijados sobre toda su periferia en la carrocería, algunos tales como los acristalamientos laterales que se pueden abrir son móviles. Por lo tanto, esta configuración de junta de unión periférica que asegura el papel de medio de amortiguación puede no convenir para estos últimos acristalamientos.

La invención tiene por tanto por objeto aportar a un acristalamiento, más particularmente de elevada frecuencia, un medio de amortiguación vibro-acústico que sea alternativo o complementario a los medios existentes tales como los acristalamientos laminados o las juntas periféricas de unión de un acristalamiento.

15 De acuerdo con la invención, el acristalamiento, que está destinado a ser alojado en una carrocería, comprende al menos una hoja de vidrio y al menos un perfil de amortiguación vibro-acústica, que es solidario a al menos una de las caras de la hoja de vidrio y que comprende al menos un elemento de material amortiguante con factor de pérdida al menos igual a 0,4, y está caracterizado en que el perfil no está asociado a ningún otro dispositivo en el lado opuesto de la hoja de vidrio, en particular es independiente de la carrocería, y en que comprende igualmente al menos un elemento pesado, que presenta una masa lineal superior a 0,05 kg/m y en que es solidario al elemento de material amortiguante, correspondiendo la masa lineal a la proporción entre la masa del elemento pesado y la longitud de dicho elemento pesado según su extensión mayor en contacto con el elemento amortiguante, estando el elemento de material amortiguante intercalado entre la hoja de vidrio y el elemento pesado y que presenta un módulo de Young inferior a 200 MPa a 20°C para frecuencias inferiores a 5000 Hz, estando el elemento pesado únicamente asociado con la cara del elemento de material amortiguante opuesta a la que está en contacto con la cara de la hoja de vidrio.

El perfil está asociado a una cara del acristalamiento, es decir, a una superficie del acristalamiento que se extiende según su mayor extensión, y por lo tanto se excluye una asociación con un borde del acristalamiento.

30 Debería señalarse que la masa lineal corresponde a la proporción entre la masa del elemento pesado y la longitud de dicho elemento pesado en contacto con el elemento amortiguante. La masa lineal también puede ser definida de manera equivalente por el producto entre la densidad del material que constituye el elemento pesado y la superficie de su sección cuando dicha sección es idéntica según toda la longitud del elemento o, si el elemento está constituido por varios materiales, la suma de los productos entre la densidad de cada material y la sección de cada material.

Cuando el elemento pesado presenta una sección variable sobre su longitud, se preferirá calcular la masa lineal por la proporción entre la masa del elemento y su longitud total en contacto con el elemento amortiguante.

35 Así, el acristalamiento proporciona propiedades de amortiguación vibro-acústica, sea cual sea su asociación con la carrocería del vehículo e independientemente de la carrocería, pudiendo el material amortiguante jugar plenamente su papel disipador de la energía vibratoria cuando es colocado entre dos elementos macizos como son el vidrio del acristalamiento y el elemento pesado del perfil.

40 Es imperativo que el perfil esté unido solamente al acristalamiento y que sea independiente de cualquier otra masa en el lado opuesto del acristalamiento. Ningún dispositivo está asociado a la parte del perfil opuesta a la asociada a la hoja de vidrio del acristalamiento. En particular, aunque el acristalamiento pueda estar asociado a la carrocería al menos en parte, para su mantenimiento particularmente en un alojamiento asociado a la carrocería, el perfil solidario al acristalamiento permanece, sin embargo, completamente independiente de la carrocería, es decir, ni siquiera toca la carrocería.

45 Además, el elemento pesado debe estar en contacto con solo una cara del elemento de material amortiguante, la cara opuesta a la que está en contacto con el acristalamiento.

Aunque la superficie del elemento pesado no sea equivalente a la superficie de la hoja de vidrio del acristalamiento, el conjunto formado por el perfil y la hoja de vidrio constituye de manera inesperada un sistema sensiblemente equivalente a un sistema masa-resorte-masa.

50 En un sistema masa-resorte-masa, la rigidez del resorte puede ser ajustada para maximizar el trabajo del resorte para una cierta frecuencia objetivo (resonancia del sistema masa-resorte-masa) de manera que se disipe la cantidad máxima de energía a esta frecuencia.

55 El sistema de la invención no puede cumplir estrictamente con la relación conocida relativa a la rigidez de un resorte en un sistema masa-resorte-masa, pero los inventores han sabido proporcionar una proporción adaptada al sistema de la invención, cuyo resorte puede asimilarse al elemento amortiguante, para caracterizar la rigidez del elemento amortiguante.

También se puede ventajosamente adaptar la sección del perfil donde sólo uno de los lados de esta sección está en contacto con el acristalamiento y corresponde a una de las extensiones más pequeñas, teniendo en cuenta el módulo de Young que presenta el material amortiguante, de manera que la disipación de la energía vibratoria por el elemento amortiguante sea máxima a una frecuencia particular para la que se desea obtener aislamiento frente al ruido particularmente mejorado.

Para disipar ventajosamente un máximo de energía, la sección  $s$  del elemento de material amortiguante, definida por una anchura  $L$  en contacto con el acristalamiento según una de las extensiones más pequeñas y por un espesor  $e$  normal al acristalamiento, debe presentar dimensiones tales como la rigidez lineal equivalente  $K'_{eq}$  del elemento amortiguante satisfaga, a una frecuencia particular objetivo  $f_p$ , el criterio:

$$\frac{K'_{eq}}{\rho_v e_v \lambda_p \omega_p^2} < \frac{1}{2}$$

donde:

$$K'_{eq} = \frac{E' L}{e}$$

con

-  $E'$ , el módulo de Young del material amortiguante a la frecuencia  $f_p$  y a 20°C;

-  $L$ , anchura del elemento amortiguante en contacto con el acristalamiento;

-  $e$ , dimensión del elemento amortiguante normal al acristalamiento; y donde

-  $\rho_v$  es la densidad del material que constituye el acristalamiento;

-  $e_v$  es el espesor del acristalamiento;

-  $\omega_p$  es la pulsación objetivo a la frecuencia particular  $f_p$  definida por  $\omega_p = 2\pi f_p$

-  $\lambda_p$  es la longitud de onda en el acristalamiento correspondiente a la frecuencia particular  $f_p$  y definida de manera conocida por:

$$\lambda_p = 2\pi \sqrt[4]{\frac{E'_v e_v^2}{12(1 - \nu_v^2) \rho_v \omega_p^2}}$$

Donde  $E'_v$  y  $\nu_v$  son el módulo de Young y el coeficiente de Poisson del material que constituye el acristalamiento, respectivamente.

Preferiblemente, la frecuencia particular  $f_p$  corresponde a la frecuencia crítica del acristalamiento, o a más o menos 30% próximo a esta frecuencia crítica.

Según una característica, el elemento pesado está en contacto con una sola cara del elemento de material amortiguante y según extensión más grande del elemento amortiguante.

Según otra característica, el perfil está dispuesto en una porción marginal del acristalamiento, especialmente cerca del borde o en el borde del acristalamiento, y se extiende como mucho sobre la longitud de un lado del acristalamiento.

Pueden contemplarse varias variantes de realización del perfil

- el perfil comprende un solo elemento de material amortiguante y un solo elemento pesado;

- el perfil comprende varios elementos de material amortiguante, que pueden estar o no yuxtapuestos y que se extienden lado a lado según la extensión más grande, y un solo elemento pesado que cubre una de las caras de cada elemento de material amortiguante; y

- el perfil comprende una pluralidad de elementos pesados que son solidarios a un solo elemento de material

amortiguante y que se extienden según extensión más grande del elemento amortiguante, estando ensamblados o no.

5 El elemento pesado que debe presentar una cierta masa lineal se elige de acuerdo con el material o los materiales que los constituyen. Su geometría puede adaptarse según en particular la naturaleza del material y el espacio disponible que se proporcionará para el montaje del acristalamiento en su posición final. Está al menos constituido por un alma que es solidaria con una de las caras del elemento de material amortiguante y puede comprender ventajosamente un refuerzo asociado al alma.

El elemento pesado puede estar constituido por uno o más materiales, debiendo asegurar el conjunto de los materiales que el elemento tiene una masa lineal de al menos 0,05 kg/m.

10 Según otra característica, el elemento de material amortiguante está constituido por uno o más materiales amortiguantes que presentan cada uno un factor de pérdida al menos igual a 0,4 para asegurar la suficiente disipación de la energía.

Por supuesto, el acristalamiento puede comprender varios perfiles de la invención.

15 Según un ejemplo de realización, el material amortiguante es un elastómero y el elemento pesado es una placa metálica.

Ventajosamente, el acristalamiento de la invención está alojado en la carrocería de un vehículo, especialmente un vehículo automóvil, estando el perfil oculto a la vista.

20 La invención tiene igualmente por objeto un procedimiento de fabricación de un acristalamiento para reducir la molestia acústica y vibratoria en un habitáculo de vehículo, especialmente de vehículo automóvil, que comprende tal acristalamiento, consistiendo el procedimiento en asociar al acristalamiento al menos un perfil de amortiguación vibro-acústica, caracterizado por que:

25 - se proporciona un perfil comprende al menos un elemento hecho de material de amortiguación que tiene un factor de pérdida de al menos 0,4 y un módulo de Young inferior a 200 MPa a 20°C y para las frecuencias inferiores a 5000 Hz, y al menos un elemento pesado de masa lineal de al menos 0,05 kg/m solidario a una sola cara del elemento amortiguante según su extensión más grande;

- se adapta la sección transversal  $s$  del elemento hecho de material amortiguante (20), esta sección está definida por una longitud  $L$  en contacto con la acristalamiento a lo largo de su extensión más corta y por un grosor  $e$  normal a la acristalamiento, de acuerdo con el módulo de Young del material amortiguante, de modo que la rigidez lineal equivalente  $K'_{eq}$  del elemento amortiguante satisface, a una frecuencia objetivo particular  $f_p$ , el criterio:

30 
$$\frac{K'_{eq}}{\rho_v e_v \lambda_p \omega_p^2} < \frac{1}{2}$$

donde:

$$K'_{eq} = \frac{E' L}{e}$$

con

-  $E'$ , el módulo de Young del material amortiguante a la frecuencia  $f_p$  y a 20°C;

35 -  $L$ , la anchura del elemento amortiguante en contacto con la acristalamiento;

-  $e$ , la dimensión del elemento amortiguante normal al vidriado; y donde

-  $\rho_v$  es la densidad del material que constituye el acristalamiento;

-  $e_v$  es el espesor del acristalamiento;

-  $\omega_p$  es la pulsación objetivo a la frecuencia particular  $f_p$  definida por  $\omega_p = 2\pi f_p$

40 -  $\lambda_p$  es la longitud de onda en el acristalamiento que corresponde a la frecuencia particular  $f_p$  y definida de manera conocida, por:

$$\lambda_p = 2\pi^4 \sqrt{\frac{E'_v e_v^2}{12(1-\nu_v^2)\rho_v \omega_c^2}}$$

donde  $E'_v$  y  $\nu_v$  son el módulo de Young y el coeficiente de Poisson del material que constituye el acristalamiento, respectivamente;

- 5 - el perfil es solidario al acristalamiento por la cara del elemento de material amortiguante opuesto a la fijada al elemento pesado, no estando ningún otro dispositivo asociado al perfil.

Finalmente, la invención se refiere a un procedimiento de protección acústica en un habitáculo de vehículo, especialmente de vehículo automóvil, que comprende un acristalamiento de amortiguación vibro-acústica mejorado que comprende al menos un perfil de amortiguación vibro-acústica, caracterizado por que consiste en usar un perfil que comprende al menos un elemento de material amortiguante con un factor de pérdida al menos igual a 0,4 y un módulo de Young inferior a 200 MPa a 20°C y para frecuencias inferiores a 5000 Hz, y al menos un elemento pesado solidario a una sola cara del elemento amortiguante a lo largo de su extensión más grande, siendo el perfil solidario a través del elemento de material amortiguante a una de las caras del acristalamiento y opuesto al elemento pesado, no habiendo otro dispositivo distinto del acristalamiento asociado al perfil, en particular a través del elemento pesado.

15 Para los procedimientos de fabricación o de protección acústica, se utilizará ventajosamente un acristalamiento de la invención como se describió más arriba, en particular se adaptará la sección del material amortiguante en función del módulo de Young que presente el material amortiguante de manera que la frecuencia de disipación máxima del elemento amortiguante se dirija a una frecuencia particular, especialmente la frecuencia crítica de la acristalamiento.

20 Las características del factor de pérdida y del módulo de Young se medirán preferiblemente con ayuda de un analizador de la viscosidad.

Otros detalles y ventajas de la invención se describirán ahora con respecto a los dibujos anexos en los que:

- la Figura 1 es una vista en perspectiva de un acristalamiento provisto de un perfil de amortiguación vibro-acústica según la invención;
- 25 - la Figura 2 es una vista esquemática parcial en sección transversal de la Figura 1, estando el acristalamiento integrado en una carrocería de vehículo;
- las Figuras 3 a 7 son vistas parciales esquemáticas en sección transversal de varias variantes de la invención de un perfil de amortiguación vibro-acústica asociado a un acristalamiento;
- las Figuras 8 a 10 son vistas en sección transversal de otras variantes de asociación de perfiles según la invención a un acristalamiento;
- 30 - la Figura 11 muestra las curvas comparativas de aislamiento acústico a las altas frecuencias entre un acristalamiento desnudo y dos ejemplos de acristalamientos provistos de un perfil de la invención;
- la Figura 12 muestra las curvas de los acristalamientos de la Figura 11 que se extienden desde bajas hasta altas frecuencias.

Las Figuras 1 a 10 no son vistas a escala, para facilitar la comprensión.

35 La Figura 1 ilustra un acristalamiento 1 provisto de medios de amortiguación vibro-acústica de la invención formados por al menos un perfil 2.

El acristalamiento 1 está destinado a ser alojado en una carrocería 4 de vehículo, tal como un vehículo automóvil, por ejemplo en una cavidad de una puerta para formar un vidrio lateral (Figura 2); estando asegurada la estanqueidad gracias a una junta habitual 40. Este acristalamiento aquí es monóptico y por lo tanto comprende una hoja de vidrio 10, pero podría por ejemplo estar laminado y comprender una hoja plástica intercalar cogida en sándwich entre dos hojas de vidrio.

El acristalamiento 1 presenta dos caras opuestas 11 y 12, una destinada a estar orientada hacia el interior del vehículo, mientras que la otra se vuelve hacia el ambiente exterior.

45 Además, la acristalamiento 1 tiene una porción marginal 13 que está situada a nivel de un lado 14 y delimitada por las líneas discontinuas en la Figura 1. Esta porción es llamada la banda inferior en el caso de un acristalamiento de apertura lateral. Esta porción marginal está destinada a no ser visible, ya que debe ser alojada en la carrocería para la fijación del acristalamiento.

El perfil 2 está alojado en esta porción marginal 13 pero necesariamente permanece independiente de la carrocería.

Simplemente está colocado contra la cara de la hoja de vidrio del acristalamiento y no está en contacto con ningún otro dispositivo opuesto de la acristalamiento, como se ilustra en la Figura 2.

El perfil constituye por tanto un dispositivo colocado contra el acristalamiento e independiente de cualquier otro sistema al que pueda estar asociado el acristalamiento.

- 5 El perfil 2 comprende un primer elemento 20 de material amortiguante y un segundo elemento 3, llamado un elemento pesado, que presenta una masa lineal de al menos 0,05 kg/m.

10 El elemento 20 de material amortiguante permanece solidario, por una parte, al acristalamiento por una de sus caras y, por otra parte, al elemento pesado 3 por su cara opuesta. El elemento pesado 3 solo es solidario al elemento de material amortiguante por una sola de sus caras y según su extensión más grande, estando esta cara opuesta a la cara solidaria del elemento de material amortiguante con el acristalamiento. El elemento pesado 3 no presente ninguna otra unión solidaria más que la efectiva con el elemento 20 de material amortiguante.

El elemento 20 de material amortiguante presenta un factor de pérdida al menos igual a 0,4 y un módulo de Young inferior a 200 MPa a 20°C para frecuencias inferiores a 5000 Hz.

15 Además, el elemento amortiguante 20 tiene una sección  $s$  que se descompone según al menos una dimensión  $L$  en contacto con el acristalamiento según la extensión más pequeña, y una dimensión  $e$  normal al acristalamiento; estando estas dimensiones adaptadas en función del módulo de Young del material de tal modo que la frecuencia de disipación máxima de dicho elemento esté situada en un intervalo de frecuencias predefinido con relación al aislamiento del ruido que se desea obtener para dicho intervalo de frecuencias.

20 La longitud no ejerce influencia sobre la frecuencia de disipación máxima, por el contrario, cuanto más largo sea el perfil más elevada será la disipación. Se tendrá cuidado en concebir un perfil cuya longitud que corresponde a la extensión más grande sea superior a la dimensión  $L$  y preferiblemente superior a al menos dos veces esta cantidad  $L$ .

25 Para un elemento amortiguante paralelepípedo, la sección  $s$  se descompone en una anchura  $L$  correspondiente al lado en contacto con ella acristalamiento y en un espesor  $e$  correspondiente al lado perpendicular al ancho (Figura 1).

Para adaptar estas dimensiones, se usa la noción de rigidez lineal equivalente,  $K'_{eq}$ , que debería presentar el elemento amortiguante a la frecuencia para la que se desea disipar un máximo de energía.

Si esta frecuencia objetivo particular para la cual se desea proporcionar el máximo amortiguación se denota como  $f_p$ , entonces la rigidez lineal equivalente,  $K'_{eq}$  del elemento amortiguante se definirá, en el caso de un único material por:

30 
$$K'_{eq} = \frac{E' L}{e}$$

donde:

- $E'$  es el módulo de Young del material amortiguante a la frecuencia  $f_p$  y a 20°C;
- $L$  es la anchura del elemento amortiguante en contacto con el acristalamiento;
- $e$  es la dimensión del elemento amortiguante normal al acristalamiento.

35 Los inventores han puesto en evidencia que para que el sistema sea efectivo a la frecuencia objetivo la rigidez lineal equivalente  $K'_{eq}$  del elemento amortiguante deberá satisfacer necesariamente la siguiente condición:

$$\frac{K'_{eq}}{\rho_v e_v \lambda_p \omega_p^2} < \frac{1}{2} \quad (1)$$

donde:

- 40
- $\rho_v$  es la densidad del material que constituye el acristalamiento;
  - $e_v$  es el espesor del acristalamiento;
  - $\omega_p$  es la pulsación objetivo a la frecuencia particular  $f_p$  definida por  $\omega_p = 2\pi f_p$

## ES 2 570 376 T3

-  $\lambda_p$  es la longitud de onda en el acristalamiento que corresponde a la frecuencia particular  $f_p$  y definida de una manera conocida, por:

$$\lambda_p = 2\pi \sqrt{\frac{E'_v e_v^2}{12(1-\nu_v^2)\rho_v \omega_p^2}}$$

5 Donde  $E'_v$  y  $\nu_v$  son el módulo de Young y el coeficiente de Poisson del material que constituye el acristalamiento, respectivamente.

10 Se encuentra que para los vehículos, en particular para los vehículos automóviles, el intervalo de frecuencias para el que se desea obtener un aislamiento mejorado corresponde al intervalo de frecuencia situado alrededor de la frecuencia crítica del acristalamiento. Por lo tanto, será ventajoso elegir una frecuencia particular igual a, o más o menos cerca de 30%, la frecuencia crítica del acristalamiento ( $-f_p = f_c$ , o  $f_c = \pm 30\%$ ). En efecto alrededor de esta frecuencia crítica la transmisión del ruido desde exterior del vehículo a través del acristalamiento es la más marcada, traduciéndose en términos de medidas por una caída pronunciada del aislamiento acústico. Por lo tanto, la invención se enfoca más particularmente hacia este intervalo de frecuencias para mejorar la amortiguación vibro-acústica de un acristalamiento. Así, la frecuencia particular  $f_p$  podrá corresponder más particularmente a la frecuencia crítica del acristalamiento.

15 La frecuencia crítica  $f_c$  del acristalamiento depende únicamente de las propiedades del material que lo constituye y del espesor del acristalamiento. Su valor se calcula de una manera conocida mediante la siguiente fórmula:

$$f_c = \frac{c_0^2}{2\pi} \sqrt{\frac{12\rho_v(1-\nu_v^2)}{E'_v e_v^2}}$$

donde  $c_0$  es la velocidad del sonido en el fluido, generalmente aire.

20 El elemento amortiguante 20 comprende una cara 21 solidaria a una de las caras 12 del acristalamiento y una cara opuesta 22 solidaria al elemento pesado 3. En posición opuesta al elemento amortiguante, el elemento pesado no está en contacto con ningún otro dispositivo.

La unión solidaria de cada una de las caras se realiza por medios adhesivos compatibles con cada uno de los materiales. Los medios adhesivos son de tipo conocido, por ejemplo, medios autoadhesivos o constituidos por un pegamento activado por aporte térmico.

25 La unión solidaria también puede realizarse mediante procedimientos técnicos adaptados cuando el elemento amortiguante y el elemento pesado están hechos de materiales que permiten estos tipos de procedimiento. Se trata, por ejemplo de soldadura de los materiales por aporte térmico.

El elemento amortiguante 20 puede estar constituido por un único material amortiguante o por una yuxtaposición de una pluralidad de materiales amortiguantes.

30 Cada uno de los materiales deberá presentar un factor de pérdida al menos igual a 0,4 y la geometría dada a cada material estará adaptada para responder a la relación (1). La relación (1) será entonces verificada midiendo la rigidez lineal equivalente del elemento amortiguante con ayuda de un analizador de viscosidad.

35 El elemento pesado 3 debe necesariamente estar en contacto con al menos una cara del elemento amortiguante según su extensión más grande, que corresponde a la cara 22 opuesta a la 21 que descansa contra el acristalamiento, de manera que el elemento amortiguante hecho un sándwich entre dos elementos macizos, el vidrio del acristalamiento y el elemento 3, asegura completamente su trabajo en tracción-compresión a la manera de un resorte para disipar un máximo de energía.

Para este propósito el elemento pesado 3 presenta una masa lineal de al menos 0,05 kg/m.

40 La naturaleza maciza del elemento pesado no se obtiene solamente por la naturaleza del material, sino también jugando con la geometría del elemento (espesor del alama solidaria del material amortiguante y/o adición de refuerzos).

Por supuesto, el elemento pesado puede estar formado de una pluralidad de materiales que aseguran el papel de masa y ensamblados laminados, por ejemplo, o combinados para formar una estructura geométrica particular.

45 El elemento 3 que se ilustra en la Figura 1 está formado por un alma 30 simple que tiene un espesor de al menos 1 mm, tal como por ejemplo una placa de acero de 2 mm.

Las Figuras 3 a 6 muestran variantes de forma para el elemento rígido con para cada una de ellas, un alma 30

solidaria al elemento amortiguante 20.

La Figura 3 presenta una forma en L con un ala terminal 31 perpendicular al alma 30.

5 La Figura 4 presenta una forma en L con un ala terminal 31 que perpendicular al alma 30 y un retorno 32 que es paralelo al alma 30 y de dirección opuesta. El retorno 32 permanece enfrentando a la misma cara 12 del acristalamiento que porta el elemento amortiguante 20.

La Figura 5 presenta una forma de U con un ala terminal 31 que es perpendicular al alma 30, y un retorno 33 que es paralelo y está enfrentado al alma 30. El ala 31 está suficientemente extendida de manera que el retorno 33 esté dispuesto enfrentado a la cara 11 del acristalamiento opuesto a la que porta el elemento amortiguante 20.

10 La Figura 6 presenta una forma de T con una porción central 34 que es perpendicular al alma 30 y opuesta a la cara que es solidaria con el elemento amortiguante.

Para las variantes de las Figuras 3, 4 y 5, el alma 30 del elemento pesado comprende una porción que se extiende según una de las pequeñas extensiones del elemento amortiguante, aquí en forma de ala 31. Para asegurar la función óptima de amortiguación vibratoria, este ala no está en contacto con el elemento amortiguante, como se ilustra precisamente en las Figuras.

15 El elemento pesado 3 del perfil es unitario, como se ilustra en la Figura 1, extendiéndose según la longitud del elemento amortiguante 2. Sin embargo según la naturaleza del material del elemento pesado y en particular de la forma en la que se encuentra comercialmente disponible, por ejemplo con ciertas dimensiones, es posible contemplar una pluralidad de elementos pesados 3 que se extienden según la longitud del elemento amortiguante 2, estando todos ensamblados (Figura 7).

20 Finalmente, las Figuras 8, 9 y 10 muestran modos de realización adicionales de los medios amortiguantes.

La Figura 8 ilustra un perfil 2 que comprende dos elementos 20 de material amortiguante que están dispuestos uno al lado del otro aunque están separados, y un único elemento pesado 3 en forma de L que recubre las caras 22 solidarias a los dos elementos y el espacio de separación.

25 El acristalamiento también puede tener varios perfiles amortiguantes 2 con la misma o con distinta configuración, como puede verse en las Figuras 9 y 10 respectivamente.

La Figura 9 muestra una combinación de varios perfiles 2 correspondientes a la de la Figura 1.

La Figura 10 ilustra una combinación de dos perfiles 2 correspondientes al perfil de la Figura 1 y al de la Figura 3, respectivamente.

30 Las variantes de realización arriba descritas presentan uno o más perfiles colocados sobre una sola cara del acristalamiento, pero también es concebible prever en exceso uno o más perfiles sobre la cara del acristalamiento opuesta, cuando este modo de realización es compatible con el tamaño de la instalación destinada a recibir el acristalamiento.

35 Para demostrar la eficacia de los medios de amortiguación de la invención, se ha puesto en evidencia la atenuación del nivel de vibración de un acristalamiento provisto de medios de amortiguación con relación a un acristalamiento desnudo, sobre un intervalo de frecuencias de 2500 a 10000 Hz que comprende la frecuencia crítica del acristalamiento.

40 Un acristalamiento desnudo excitado por vía aérea presenta niveles vibratorios superiores al acristalamiento provisto de los medios amortiguantes de la invención, ya que la energía vibratoria del acristalamiento es disipada a través del elemento 20 de material amortiguante. Por lo tanto los niveles de presión en el habitáculo son más débiles y en consecuencia se atenúa el ruido.

La Figura 11 muestra así curvas comparativas de aislamiento acústico en el interior, por una parte, de un vehículo en el que uno de sus acristalamientos está provisto de los medios amortiguantes de la invención y, por otra parte, de un vehículo similar en el que el acristalamiento equivalente no comprende los medios de la invención.

45 El procedimiento para reducir la molestia acústica y vibratoria en una habitación de un vehículo, particularmente de un vehículo automóvil, consiste por lo tanto en proporcionar un acristalamiento equipado con un perfil de acuerdo con la invención.

El vehículo utilizado para la demostración es un turismo de tipo Mégane II del fabricante de automóviles RENAULT.

El acristalamiento que sirve de ensayo corresponde a un cristal de apertura lateral de vidrio de la puerta de delante, siendo su espesor de 3,85 mm. Su frecuencia crítica  $f_c$  está cerca de 100 Hz.

50 Se han elegido dos ejemplos de acristalamiento que comprenden los medios amortiguantes de la invención que

trabajan en tracción-compresión, para compararlos con un acristalamiento no provisto del mismo.

- 5 Cada ejemplo de perfil como medios amortiguantes presenta una longitud de 0,5 m y comprende como elemento pesado, una placa de acero de 2 mm de espesor que tiene una masa lineal de 0,32 kg/m y, como elemento amortiguante, un elastómero tal como el butilo Terostat 969 comercializado por Henkel para el Ejemplo 1, y ViscoDamp T comercializado por ENAC para el Ejemplo 2. El elemento se deja solidario a la placa de acero y al acristalamiento mediante aporte térmico. La tabla de abajo resume las características relativas al material amortiguante de cada ejemplo de perfil.

|   | Ejemplo 1, a base de butilo Terostat 969 | Ejemplo 2, a base de ViscoDamp T |
|---|--|----------------------------------|
| Módulo de Young E' a 4000 Hz y a 20°C             | 50 MPa                                   | 50 MPa                           |
| Factor de pérdida tanδ a 4000 Hz y 20°C           | 1,1                                      | 1,6                              |
| Sección (L x e)                                   | 5 mm x 6 mm                              | 6 mm x 5,2 mm                    |
| $\frac{K'_{eq}}{\rho_v e_v \lambda_p \omega_p^2}$ | 0,1                                      | 0,14                             |

- 10 La sección L x e del elemento amortiguante se ha elegido para que la relación (1) descrita más arriba sea verificada a una frecuencia  $f_p$  particular correspondiente a la frecuencia crítica del acristalamiento.

La expresión  $\frac{K'_{eq}}{\rho_v e_v \lambda_p \omega_p^2}$  así obtenida es aproximadamente igual a 0,1, y respeta por lo tanto el criterio formulado más arriba, inferior a 0,5.

- 15 De manera conocida, el vehículo se dispuso en una habitación reverberante adaptada para las mediciones de aislamiento acústico. El acristalamiento se sometió a un campo difuso, mientras que los otros acristalamientos del vehículo se enmascararon con un recubrimiento adecuado (barrera) absorbente de las ondas vibratorias, para minimizar las contribuciones de estos acristalamientos a la radiación acústica en el habitáculo y para calificar solamente el acristalamiento de ensayo.

Las mediciones del aislamiento se hicieron a una temperatura ambiente de 18°C.

- 20 Se pone en evidencia con relación a las curvas de la Figura 10 que se llega a disminuir el agujero habitualmente significativo de pérdidas por transmisión (en inglés, "transmission loss") en la frecuencia crítica y más allá de ésta, en particular alrededor de 4000 Hz, de manera que el aislamiento acústico permanece relativamente efectivo a esta frecuencia.

- 25 Aunque de acuerdo con el primer objetivo de la invención, se llega a disipar un máximo de energía vibratoria en la región de la frecuencia crítica del acristalamiento (sobre un intervalo que se extiende de menos 30% a más 30% de la frecuencia crítica), la invención permite igualmente asegurar una buena amortiguación vibro-acústica sobre un intervalo más amplio de frecuencias, comprendiendo las bajas frecuencias. Se ve en efecto sobre la Figura 11 que las curvas de aislamiento relativas a los acristalamientos de la invención están por encima de la curva correspondiente al acristalamiento desnudo.

**REIVINDICACIONES**

1. Acristalamiento (1) con propiedad de amortiguación vibro-acústica mejorada que comprende al menos una hoja de vidrio (10) y al menos un perfil de amortiguación vibro-acústica (2) que es solidario con al menos una de las caras (12) de la hoja de vidrio y que comprende al menos un elemento de material amortiguante (20) de factor de pérdida al menos igual a 0,4, caracterizado por que el perfil no está asociado a ningún otro dispositivo en posición opuesta a la hoja de vidrio y por que el perfil (2) comprende igualmente al menos un elemento pesado (3) que presenta una masa lineal superior a 0,05 kg/m y que es solidaria al elemento de material amortiguante (20), correspondiendo la masa lineal a una proporción entre la masa del elemento pesado y la longitud de dicho elemento pesado según la extensión más grande en contacto con el elemento amortiguante, estando el elemento de material amortiguante (20) intercalado entre la hoja de vidrio (10) y el elemento pesado (3) y presentando un módulo de Young inferior a 200 MPa a 20°C y para las frecuencias inferiores a 5000 Hz, el elemento pesado (3) estando asociado solamente a la cara del elemento de material amortiguante opuesta a la que está en contacto con la cara de la hoja de vidrio.

2. Acristalamiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el elemento de material amortiguante (20) presenta una sección s, en la que solamente un lado de esta sección está en contacto con el acristalamiento y corresponde a una de las extensiones más pequeñas del elemento amortiguante, que presenta dimensiones adaptadas en función del módulo de Young del material amortiguante, de manera que el elemento amortiguante disipa un máximo de energía para una frecuencia en particular.

3. Acristalamiento según la reivindicación 2, caracterizado por que la sección s del elemento de material amortiguante, definido por una anchura L en contacto con el acristalamiento y por un espesor e normal al acristalamiento, presenta dimensiones tales que la rigidez lineal equivalente  $K'_{eq}$  del elemento amortiguante verifica, a una frecuencia particular objetivo  $f_p$ , el criterio:

$$\frac{K'_{eq}}{\rho_v e_v \lambda_p \omega_p^2} < \frac{1}{2}$$

Donde:

$$K'_{eq} = \frac{E' L}{e}$$

con

- $E'$ , el módulo de Young del material amortiguante y a la frecuencia  $f_p$  y a 20°C;
- $L$ , la anchura del elemento amortiguante en contacto con el acristalamiento;
- $e$ , la dimensión del elemento amortiguante normal al acristalamiento; y donde
- $\rho_v$  es la densidad del material que constituye el acristalamiento;
- $e_v$  es el espesor del acristalamiento;
- $\omega_p$  es la pulsación objetivo a la frecuencia particular  $f_p$  definida por  $\omega_p = 2\pi f_p$
- $\lambda_p$  es la longitud de onda en el acristalamiento correspondiente a la frecuencia particular  $f_p$  y definida en una manera conocida por:

$$\lambda_p = 2\pi \sqrt{\frac{E'_v e_v^2}{12(1-\nu_v^2)\rho_v \omega_p^2}}$$

donde  $E'_v$  y  $\nu_v$  son el módulo de Young y el coeficiente de Poisson del material que constituye el acristalamiento, respectivamente.

4. Acristalamiento según la reivindicación 2 o 3, caracterizado por que la frecuencia particular corresponde a la frecuencia crítica  $f_c$  del acristalamiento o a una frecuencia del intervalo  $[f_c - 0,3f_c; f_c + 0,3f_c]$ .

5. Acristalamiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el elemento pesado (3) está en contacto solamente con una sola cara (22) del elemento de material amortiguante (20) y según la extensión más grande del elemento amortiguante.

6. Acristalamiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el perfil (2) está colocado cercano al borde o en el borde del acristalamiento y se extiende sobre como mucho la longitud de un lado del acristalamiento.
- 5 7. Acristalamiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el perfil (2) comprende un solo elemento de material amortiguante (20) y un único elemento pesado (3).
8. Acristalamiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el perfil (2) comprende una pluralidad de elementos de material amortiguante (20), que están o no yuxtapuestos y que se extienden lado a lado según su extensión más grande, y un único elemento pesado (3) que cubre una de las caras (22) de cada elemento de material amortiguante.
- 10 9. Acristalamiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el perfil (2) comprende una pluralidad de elementos pesados (3) que son solidarios a un único elemento de material amortiguante (20) y que se extienden según la extensión más grande del elemento amortiguante, estando ensamblados o no.
- 15 10. Acristalamiento según una cualquiera de las de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el elemento pesado (3) está constituido por un alma (30) que es solidaria a una de las caras (22) del elemento de material amortiguante (20) y que comprende un refuerzo (34) unido al alma (30).
11. Acristalamiento según una cualquiera de las de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el elemento de material amortiguante (20) está constituido por uno o varios materiales amortiguantes que presentan cada uno un factor de pérdida al menos igual a 0,4.
- 20 12. Acristalamiento según una cualquiera de las de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el elemento pesado (3) está constituido por uno o más materiales que le aseguran una masa lineal de al menos 0.05 kg/m.
13. Acristalamiento según una cualquiera de las de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende varios perfiles (2).
- 25 14. Acristalamiento según una cualquiera de las de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el perfil (2) comprende al menos un elastómero como elemento amortiguante y una placa metálica como elemento pesado.
15. Acristalamiento según una cualquiera de las de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que está colocado en la carrocería de un vehículo, particularmente un vehículo automóvil, estando el perfil oculto a la vista e independiente de la carrocería.
- 30 16. Procedimiento de fabricación de un acristalamiento para reducir la molestia acústica y vibratoria en un habitáculo de vehículo, particularmente de vehículo automóvil, que comprende tal acristalamiento, consistiendo el procedimiento en asociar a dicho acristalamiento al menor un perfil de amortiguación vibro-acústica (2), caracterizado por que :
- 35 - se proporciona dicho perfil (2) que comprende al menos un elemento de material amortiguante (20) que presenta un factor de pérdida al menos igual a 0,4 y un módulo de Young inferior a 200 MPa a 20°C y para las frecuencias inferiores a 5000 Hz, y al menos un elemento pesado de masa lineal de al menos 0,05 kg/m solidario a una sola cara (22) del elemento amortiguante según su extensión más grande;
- 40 - se adapta la sección s de dicho elemento de material amortiguante (20), definida por una anchura L en contacto con el acristalamiento según una de sus extensiones más pequeñas y por un espesor e normal al acristalamiento, en función del módulo de Young que presenta el material amortiguante de manera que la rigidez lineal equivalente  $K'_{eq}$  del elemento amortiguante verifique, a una frecuencia particular objetivo  $f_p$ , el criterio:

$$\frac{K'_{eq}}{\rho_v e_v \lambda_p \omega_p^2} < \frac{1}{2}$$

donde:

$$K'_{eq} = \frac{E' L}{e}$$

45 Con

-  $E'$ , el módulo de Young del material amortiguante a la frecuencia  $f_p$  y a 20°C;

- L, la anchura del elemento amortiguante en contacto con la acristalamiento;
- e, la dimensión del elemento amortiguante normal al acristalamiento; y donde
- $\rho_v$  es la densidad del material que constituye el acristalamiento;
- $e_v$  es el espesor del acristalamiento;

- 5 -  $\omega_p$  es la pulsación objetivo a la frecuencia particular  $f_p$  definida por  $\omega_p = 2\pi f_p$
- $\lambda_p$  es la longitud de onda en el acristalamiento que corresponde a la frecuencia particular  $f_p$  y definida de una manera conocida por:

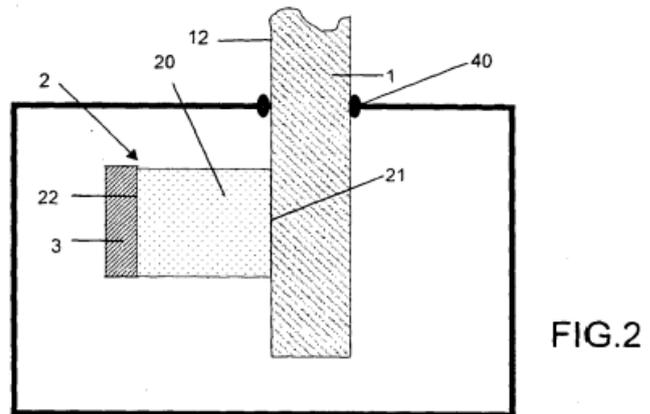
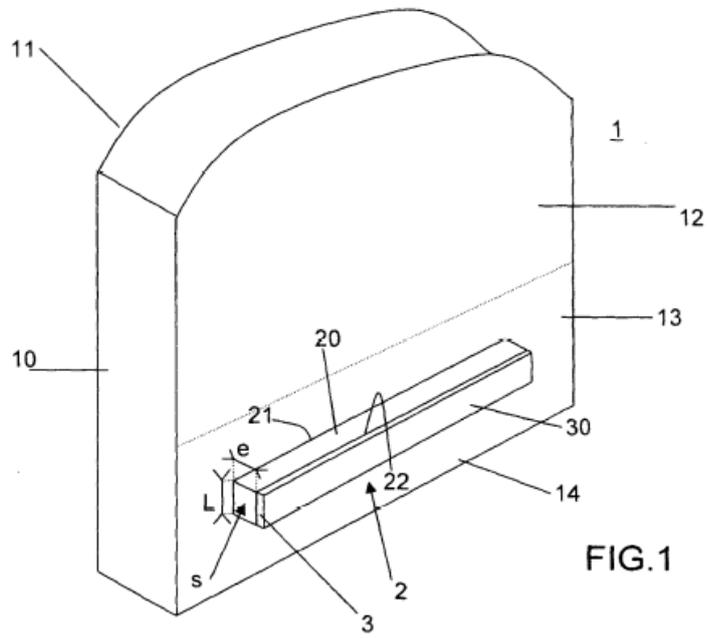
$$\lambda_p = 2\pi \sqrt[4]{\frac{E'_v e_v^2}{12(1 - \nu_v^2) \rho_v \omega_p^2}}$$

- 10 donde  $E'_v$  y  $\nu_v$  son el módulo de Young y el coeficiente de Poisson del material que constituye el acristalamiento, respectivamente;

- se une de forma solidaria dicho perfil (2) a dicho acristalamiento (1) por la cara (21) del elemento de material amortiguante (20), opuesta a la (22) fijada al elemento pesado, no estando ningún otro dispositivo asociado al perfil.

17. Procedimiento de fabricación de un acristalamiento según la reivindicación 16, caracterizado por que la frecuencia particular  $f_p$  corresponde a la frecuencia crítica del acristalamiento.

- 15 18. Utilización de un perfil (2) en un procedimiento de protección acústica en un habitáculo de un vehículo, particularmente un vehículo automóvil, que comprende un acristalamiento (1) de amortiguación vibro-acústica mejorada que comprende al menos dicho perfil (2) de amortiguación vibro-acústica, caracterizado por que este último comprende al menos un elemento de material amortiguante (20) de factor de pérdida al menos igual a 0,4 y un módulo de Young inferior a 200 MPa a 20°C y para frecuencias por debajo de 5000 Hz, y al menos un elemento
- 20 pesado (3) solidario a una sola cara (22) del elemento amortiguante según se extensión más grande, siendo el perfil solidario vía el elemento de material amortiguante (20) a una de las caras (13) del acristalamiento y opuesto del elemento pesado (3), no estando ningún otro dispositivo distinto del acristalamiento unido al perfil.



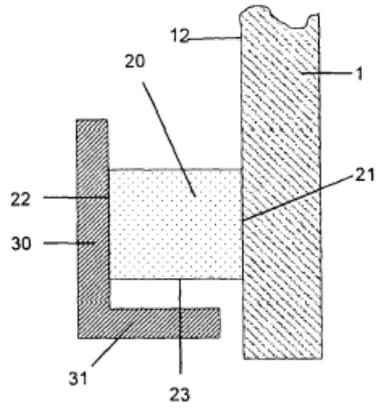


FIG. 3

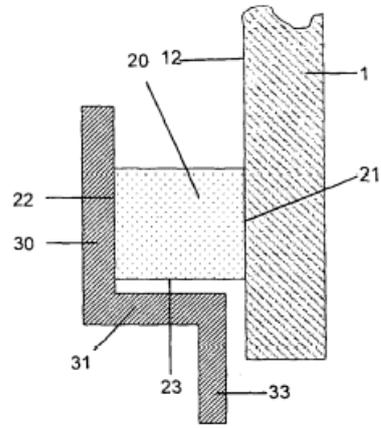


FIG. 4

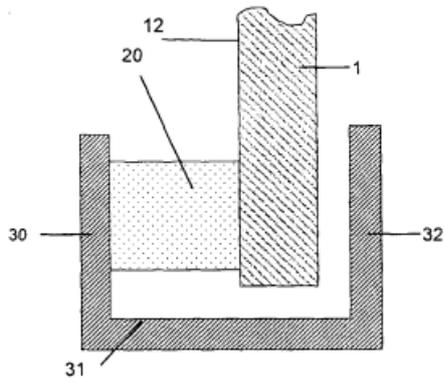


FIG. 5

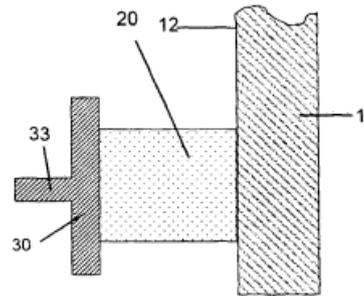


FIG. 6

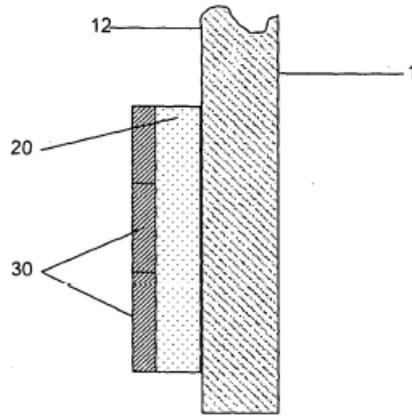
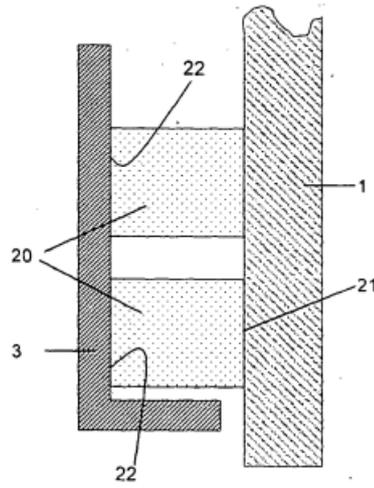


FIG. 7

FIG. 8



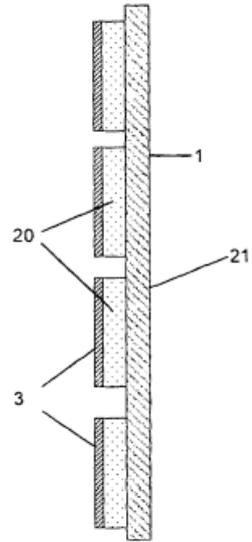


FIG. 9

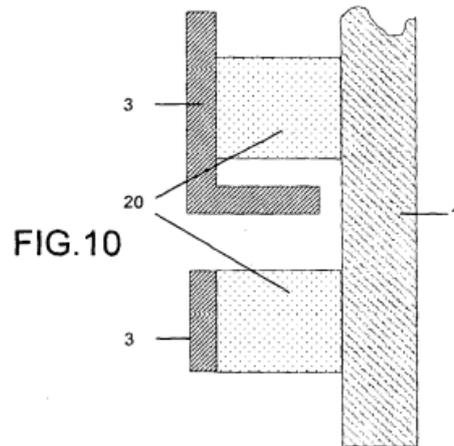


FIG. 10

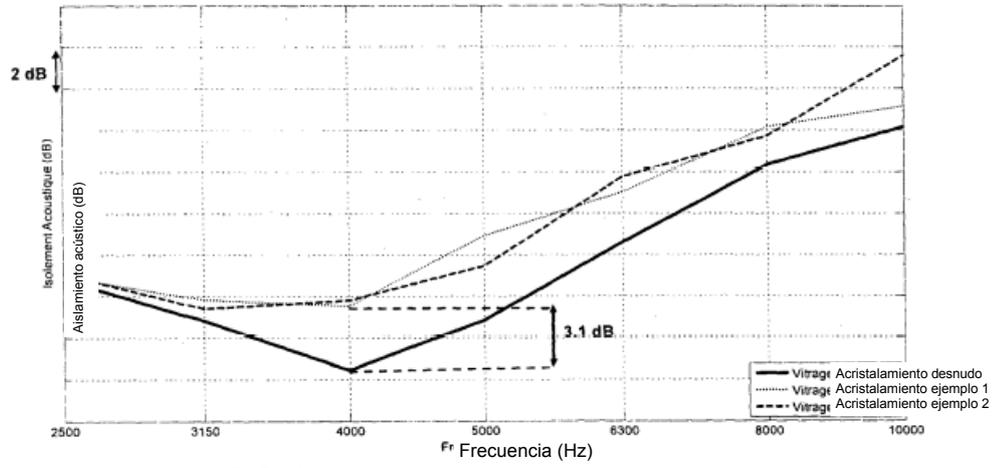


FIG.11

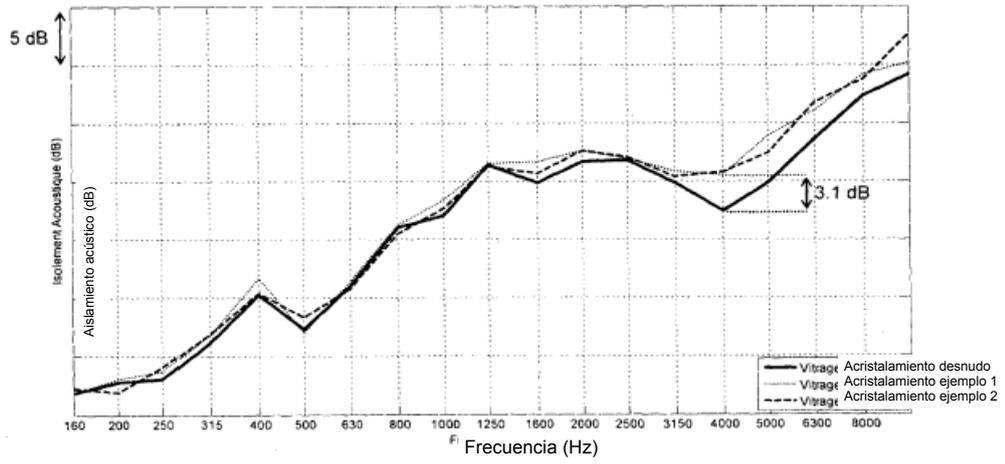


FIG.12