



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 739**

51 Int. Cl.:

**C08J 9/06** (2006.01)

**C08L 23/02** (2006.01)

**G10K 11/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07802358 .7**

96 Fecha de presentación : **19.09.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2190910**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.06.2010**

54

Título: **Material expandible altamente amortiguador y dispositivos.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**08.06.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**08.06.2011**

73

Titular/es: **HENKEL AG & Co. KGaA**  
**Henkelstrasse 67**  
**40589 Düsseldorf, DE**

72

Inventor/es: **Leclerc, Delphine;**  
**Merlette, Nicolas y**  
**Wojtowicki, Jean-Luc**

74

Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 360 739 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

Material expandible altamente amortiguador y dispositivos.

5 La presente invención se refiere a un nuevo material expandible altamente amortiguador y a la utilización del material expandido para llevar a cabo la amortiguación de las vibraciones acústicas, de manera especial en vehículos tales como autobuses, camiones de carga y vehículos de pasajeros. Se describen diversas vías para llevar a cabo la utilización del material y los dispositivos correspondientes.

10 En un vehículo, la transferencia de las vibraciones generadas por un generador dinámico de fuerzas, tal como un mecanismo, un motor, una bomba o una caja de velocidades, a través de los elementos estructurales hasta una superficie emisora tal como un panel, conduce a la emisión del ruido generado por la estructura. La publicación WO 2007/039309 describe un material térmicamente expandible que es adecuado para finalidades adhesivas, de sellado y de revestimiento que, cuando está expandido, es particularmente efectivo para llevar a cabo la reducción de la transferencia de las vibraciones generadas por un generador de vibraciones. La invención citada se refiere a un material expandible que, una vez expandido, tiene un módulo de almacenamiento Young  $E'$  comprendido entre 0,1 MPa y 1.000 MPa, un factor de pérdida de, al menos, 0,3 (de manera preferente de, al menos, 1) y, de manera preferente, tiene un módulo de almacenamiento por cizallamiento  $G'$  comprendido entre 0,1 MPa y 500 MPa a una temperatura comprendida entre -10 y +40 grados C en el intervalo de frecuencias comprendido entre 0 y 500 Hz.

20 A lo largo de la presente solicitud de patente, el módulo de almacenamiento de Young ( $E'$ ) se define como la relación entre el esfuerzo de tracción y la deformación por tracción por debajo del límite proporcional de un material. El módulo de almacenamiento por cizallamiento  $G'$  se define como la relación entre el esfuerzo por cizallamiento y la deformación por cizallamiento dentro del límite proporcional y es considerado como una medida de la energía equivalente elásticamente almacenada en un material. El factor de pérdida (que a veces se denomina también amortiguación intrínseca estructural o  $\tan \delta$ ) es la relación entre el módulo de pérdida de Young  $E''$  sobre el módulo de almacenamiento de Young  $E'$  para la amortiguación en tensión compresión. Para llevar a cabo la amortiguación en cizallamiento, el factor de pérdida es la relación entre el módulo de pérdida por cizallamiento  $G''$  sobre el módulo de almacenamiento por cizallamiento  $G'$ . Estos valores pueden ser fácilmente determinados por medio del Análisis Mecánico Dinámico (AMD) de un material que, en el contexto de esta invención, es el material térmicamente expandible después de la expansión. Tal como es conocido perfectamente en el estado de la técnica, el Análisis Mecánico Dinámico puede ser llevado a cabo bien de conformidad con un método indirecto, según el cual el material es caracterizado sobre un soporte (ensayo con haz de luz de Oberst) o bien de conformidad con un método directo, según el cual la muestra ensayada es realizada únicamente a partir del material que debe ser caracterizado (viscoanalizador).

35 El material expandible de conformidad con la publicación WO 2007/039309 es adecuado para llevar a cabo la manufactura de barreras disipativa de las ondas de las ondas vibratorias, tal como se ha descrito en la publicación WO 2007/039308. Dichas barreras comprenden un soporte, que tiene una superficie interina y una superficie exterior, teniendo el soporte una sección poligonal, de manera especial rectangular, opcionalmente en forma de U, y que comprende sobre su superficie exterior un revestimiento del material expandible, que ha sido mencionado más arriba.

40 En una realización especialmente ventajosa de la invención, de conformidad con las publicaciones WO 2007/039309 y WO 2007/0393098 el material térmicamente expandible comprende:

- desde un 25 hasta un 70 % en peso, de manera preferente desde un 35 hasta un 55 % en peso de, al menos, un elastómero termoplástico (de manera preferente un copolímero bloque de estireno/butadieno o de estireno/isopreno o un derivado del mismo, al menos parcialmente hidrogenado);
- 45 - desde un 15 hasta un 40 % en peso, de manera preferente desde un 20 hasta un 35 % en peso de, al menos, un termoplástico no elastómero (de manera preferente un copolímero de etileno / acetato de vinilo o de etileno / acrilato de metilo);
- desde un 0,01 hasta un 2 % en peso, de manera preferente desde un 0,05 hasta un 1 % en peso de, al menos, un agente estabilizantes o antioxidante;
- 50 - desde un 2 hasta un 15 % en peso de, al menos, un agente de expansión, de manera preferente una cantidad efectiva que provoque que el material expandible se expanda, al menos, un 100 % en el volumen cuando sea calentado a una temperatura de 150 grados C;
- desde un 0,5 hasta un 4 % en peso de uno o varios agentes de curado, opcionalmente con inclusión de un

0,5 hasta un 2 % en peso de, al menos, un monómero o un oligómero olefinicamente insaturados y, de manera opcional

- hasta un 10 % en peso inclusive (por ejemplo desde un 0,1 hasta un 10 % en peso) de, al menos, una resina taquificante;

5 - hasta un 5 % en peso inclusive (por ejemplo desde un 0,1 hasta un 5 % en peso) de, al menos, un plastificante;

- hasta un 10 % en peso inclusive (por ejemplo desde un 0,1 hasta un 10 % en peso) de, al menos una cera;

- hasta un 3 % en peso inclusive (por ejemplo desde un 0,05 hasta un 3 % en peso) de, al menos, un activador para el agente de expansión;

10 así como de manera opcional, al menos un material de carga (aun cuando la cantidad del material de carga es preferentemente menor que un 10 % en peso, de una manera más preferente es menor que un 5 % en peso), estando expresados los porcentajes como porcentajes en peso del peso total del material térmicamente expandible.

La presente invención proporciona un material térmicamente expandible mejorado, que puede ser empleado para la fabricación de barreras disipativa de las ondas vibratorias como se ha descrito en la publicación WO 2007/039308.

15 Sin embargo, este material puede ser empleado de igual modo para otras aplicaciones que dependan del sonido en vehículos, por ejemplo para la amortiguación de vibraciones de paneles de cerramiento para automóviles.

Esta aplicación corresponde a la que ha sido divulgada en la publicación WO 02/14109. Este documento describe un sistema para la amortiguación de vibraciones en un conjunto de paneles de cerramiento de automóviles, que comprende: a) un dispositivo de intrusión, que está asociado con una estructura para panel exterior de automóvil, y

20 b) un material expandible para llevar a cabo la amortiguación de las vibraciones, que está dispuesto por encima de, al menos, una porción de dicho dispositivo de intrusión y en contacto con dicho dispositivo de intrusión como paso previo a la expansión de dicho material expandible, y con una superficie de dicho panel exterior después de la expansión de dicho material expandible. La publicación WO 02/14109 describe materiales activados por medio del calor, que deben ser empleados en esta invención, en términos completamente generales. Un ejemplo preferente consiste en una espuma polimérica basada en copolímeros o terpolímeros del etileno, que pueden tener una alfaolefina. A título de copolímero o terpolímero, el polímero está compuesto de dos o por tres monómeros diferentes. Ejemplos de polímeros particularmente preferentes incluyen el etileno, el acetato de vinilo, el EPDM, o una mezcla de los mismos.

Otra aplicación del material térmicamente expandible de esta invención se refiere a insertos para rellenar cavidades.

30 Un inserto para rellenar cavidades puede ser empleado para fines de sellado y/o de insonorización en un cuerpo de vehículo. De una manera más particular, la presente invención se refiere a un inserto para rellenar cavidades que, de manera preferente, es substancialmente plano y que incluye un material expandible altamente amortiguador substancialmente alrededor de toda la periferia del inserto. El inserto está montado en una cavidad de un cuerpo de un vehículo, de manera preferente, pero no necesariamente, con utilización de un miembro de fijación. Después de

35 la activación, el material expandible se transforma en espuma para formar un sello alrededor de la pared interior de la cavidad. El inserto para rellenar cavidades activado es particularmente efectivo para reducir tanto la vibraciones transmitidas a través de las paredes de la cavidad así como el ruido provocado por el aire dentro de la cavidad.

Un cuerpo de vehículo incluye, de manera típica, una pluralidad de miembros estructurales huecos (tales como pilares A, B y C) que forman el compartimento para los pasajeros, el compartimento para el motor, el maletero, los

40 marcos de las puertas, las ventanas y los alojamientos para las ruedas de os mismos. Cada miembro estructural hueco incluye, de manera típica, una o varias cavidades interconectadas, y estas cavidades pueden transmitir ruidos y vibraciones, no deseables, hasta el compartimento de los pasajeros del vehículo, que son provocados por la transmisión y por la calzada, sobre la que circula el vehículo. Una vía convencional para reducir estos ruidos y vibraciones, no deseables, consiste en bloquear las cavidades del vehículo con uno o varios insertos ara rellenar

45 cavidades. Tales insertos para rellenar cavidades pueden ayudar así mismo a reforzar o a rigidificar el miembro estructural hueco del vehículo.

Un inserto típico para rellenar cavidades, que es empleado con esta finalidad, incluye un soporte, un miembro de fijación, que está íntegramente formado con el soporte, y un material térmicamente expandible, que está formado

50 sobre el soporte. El inserto para rellenar cavidades está configurado, de manera típica, de tal modo que sea similar a la forma de la sección transversal de la cavidad en la que debe ser colocado, pero algo más pequeño que la misma. El miembro de fijación está configurado, de manera usual, de modo que sea insertado en un orificio formado en una de las paredes que definen la cavidad, con objeto de fijar el inserto para rellenar cavidades con la pared. El inserto para rellenar cavidades está posicionado, de manera típica, de tal forma que el plano del soporte sea substancialmente perpendicular a la dirección longitudinal de la cavidad. El material expandible es sometido a una

expansión inducida por el calor cuando el cuerpo del vehículo es transportado a través de un horno de secado, que forma parte de la etapa de aplicación de la capa de fondo o de curado de la pintura de los procesos para la fabricación de vehículos. Esta expansión inducida por medio del calor del material expandible lleva a cabo el relleno de cualquier espacio periférico situado entre el material expandible y las paredes de la cavidad, con objeto de reducir los niveles de ruido indeseable producido por el vehículo, que es transmitido hasta el compartimento para los pasajeros de dicho vehículo.

Aun cuando se han llevado a cabo considerables esfuerzos hasta el presente para el desarrollo de tales insertos para el llenado de cavidades (frecuentemente denominados pantallas acústicas "acoustic baffles"), la mayoría de tales insertos para el llenado de cavidades son únicamente efectivos para llevar a cabo la reducción de la cantidad del ruido generado por el aire, que es transmitido a través de la cavidad del miembro estructural. Sin embargo, se ha demostrado que es más difícil reducir de manera significativa o detener el denominado ruido generado por la estructura. El "ruido generado por el estructura" es el ruido que es generado por una superficie emisora (de manera típica un panel) que es ampliamente transmitido a través de la estructura, que soporta los paneles (de forma típica, un bastidor u otro miembro estructural hueco) y que haya sido generado por un generador dinámico de fuerzas (tal como un mecanismo, un motor, una bomba o una caja de velocidades). Aun cuando una pantalla acústica convencional pueda amortiguar el ruido generado por el aire dentro de la cavidad del miembro estructural, el ruido generado por la estructura, que no es detenido por la pantalla, se propaga a través de las paredes de la cavidad y vuelve a generar ruido producido por el aire dentro de la cavidad aguas debajo de la pantalla. Por lo tanto, queda comprometida a eficacia total de la pantalla acústica a la hora de impedir que el ruido entre en el compartimento de los pasajeros a través del batidor del vehículo.

Teniendo en cuenta lo que se ha indicado más arriba, existe una necesidad de un inserto para rellenar cavidades que venza los problemas, que han sido citados más arriba en el estado de la técnica. La solicitud de patente PCT/US 2007/70578, no publicada en una fecha anterior a la de la presente solicitud, ofrece una solución a estos problemas proporcionando un inserto para rellenar cavidades, que comprende el material térmicamente expandible, que está descrito en la publicación WO 2007/039309 que ha sido descrita más arriba.

La presente invención proporciona un nuevo material térmicamente expandible para ser usado, por ejemplo, en los dispositivos que han sido descritos más arriba. Este material tiene propiedades generales mejoradas en comparación con el material que ha sido divulgado en la publicación WO 2007/039309.

El estado de la técnica comprende más documentos relacionados con el material térmicamente expandible con propiedades amortiguadoras del sonido en el estado expandido. Ejemplos que están relacionados, de alguna manera, con el material de la presente invención son:

La publicación US 6110958 describe una estructura amortiguadora con capa empotrada, que incluye un panel que debe ser amortiguado, una capa de retención y una capa del material espumado, que amortigua las vibraciones, que situada entre ambas en forma de sándwich. El material espumado, que amortigua las vibraciones, se obtiene a partir de una composición que incluye desde un 1 hasta un 20 por ciento en peso de polímero elastomérico, desde un 20 hasta un 60 por ciento en peso de un polímero termoplástico, desde un 0,5 hasta un 18 por ciento en peso de un taquificante, desde un 4 hasta un 23 por ciento en peso de un material de carga asfáltico, desde un 20 hasta un 50 por ciento en peso de un material de carga inorgánico y desde un 0,2 hasta un 7 por ciento en peso de agente de expansión. El polímero elastomérico puede ser un caucho tal como los copolímeros de estireno-butadieno o los cauchos de estireno-isopreno, de manera especial los copolímeros tribloque de poliestireno poliisopreno, los copolímeros bloque de estireno-isopreno-estireno (S-I-S). El polímero termoplástico puede ser elegido, por ejemplo, entre el etileno-acetato de vinilo (EVA) y el etileno-acrilato de metilo. El documento parece que no menciona los agentes de curado basados en azufre y/o en mixturas de azufre.

La publicación US 5635562 también enseña composiciones de material expandible amortiguador de las vibraciones, que es adecuado para aplicaciones de capa empotrada. Esta composición incluye, de manera esencial, un polímero elastomérico, un plastificante, un polímero termoplástico, un agente para la formación de la espuma, promotores de la adherencia y materiales de carga. De la misma manera, este polímero también puede comprender agentes de curado de tipo epoxi. El polímero elastomérico puede ser un copolímero tribloque, que incluya bloques de poliestireno y bloques de poliisopreno enlazado con vinilo. El polímero termoplástico puede comprender un copolímero de etileno-acetato de vinilo, acrílicos, polietileno y polipropileno.

La presente invención proporciona un material térmicamente expandible, nuevo y mejorado, que puede ser empleado, por ejemplo, para las aplicaciones y para los dispositivos que han sido descritos más arriba. En una primera realización, la presente invención comprende un material térmicamente expandible, que está constituido por:

- a) desde un 3 hasta un 40 % en peso de un primer elastómero termoplástico, que tiene una primera temperatura de transición vítrea,

- b) desde un 3 hasta un 40 % en peso de un segundo elastómero termoplástico, que tiene una segunda temperatura de transición vítrea,
- c) siendo la diferencia entre la primera temperatura de transición vítrea y la segunda temperatura de transición vítrea de, al menos, 10 °C,
- 5 d) desde un 5 hasta un 50 % en peso de, al menos, un polímero termoplástico seleccionado entre grupo que está constituido por los polímeros y los copolímeros con, al menos, un doble enlace C = C polimerizable,
- e) desde 0 hasta un 30 % en peso de, al menos, una resina taquificante,
- f) al menos un agente de expansión químico latente en una cantidad efectiva para provocar que se expanda el material expandible al menos en un 50 % en el volumen cuando sea calentado a una temperatura de 150°C durante, al menos, 20 minutos,

siendo menor que el 100 % en peso la suma de los componentes a) hasta e) y estando constituido el resto hasta el 100 % en peso por otros componentes o adyuvantes.

El material térmicamente expandible es un material que se transforma en espuma y que se expande tras calentamiento pero que, de forma típica, es sólido (y de manera preferente es dimensionalmente estable) a la temperatura ambiente (por ejemplo entre 15 y 30 grados C). En algunas realizaciones, el material expandible está seco y no es pegajoso pero, en otras realizaciones es pegajoso. El material térmicamente expandible está formulado, de manera preferente, de tal manera que sea capaz de ser conformado y moldeado (por ejemplo mediante moldeo por inyección o por extrusión) para dar la forma deseada para su utilización, llevándose a cabo dicha conformación o moldeo a una temperatura situada por encima de la temperatura ambiente, que sea suficiente para reblandecer o para fundir el material expandible de tal manera, que pueda ser fácilmente procesado pero situada por debajo de la temperatura a la que se induce la expansión del material expandible. El enfriamiento del material expandible conformado o moldeado hasta la temperatura ambiente proporciona un sólido, que tiene la configuración o la forma deseados. Después de la activación, es decir una vez que ha sido sometido a una temperatura comprendida entre aproximadamente 130 °C y 240 °C (en función de la formulación exacta del material expandible que ha sido empleado), el material expandible será expandido de forma típica al menos en aproximadamente un 50 % o en al menos un 100 % o en al menos un 150 % aproximadamente o, de manera alternativa, al menos aproximadamente en un 200 % de su volumen original. Pueden ser seleccionadas proporciones de expansión incluso mayores (por ejemplo de aproximadamente un 1.000 %) cuando sea requerido para el empleo final deseado. Cuando sea empleado en un cuerpo de automóvil, por ejemplo, el material expandible tendrá, de forma típica, una temperatura de activación situada por debajo de la temperatura a la que se lleva a cabo el secado de la capa de fondo o de la pintura sobre el cuerpo del vehículo durante la fabricación.

La expansión del material térmicamente expandible se consigue por medio de una etapa de calentamiento, en la que el material térmicamente expandible es calentado durante un tiempo y a una temperatura que sean eficaces para llevar a cabo la activación del agente de expansión así como de cualquier agente de curado que pueda estar presente.

En función de la naturaleza del material térmicamente expandible y de las condiciones en la línea de ensamblaje, la etapa de calentamiento se llevará a cabo, de forma típica, a una temperatura situada en el intervalo comprendido entre 130 °C y 240 °C, de manera preferente a una temperatura situada en el intervalo comprendido entre 150 °C y 200 °C, con un tiempo de residencia en el horno situado en el intervalo comprendido entre aproximadamente 10 minutos y aproximadamente 30 minutos.

Es ventajoso aprovechar la etapa de calentamiento, que sigue al paso de las partes del vehículo a través del baño de revestimiento por electroforesis, que es usado de manera general (baño de revestimiento E) para provocar la expansión del material térmicamente expandible puesto que la temperatura, durante esta etapa de calentamiento, es generalmente suficiente como para provocar la expansión esperada.

La característica de utilizar dos elastómeros termoplásticos diferentes, cuyas temperaturas de transición vítrea se diferencian en, al menos, 10 °C, está basada en la observación de que pueden ser obtenidos los elevados valores deseados para el factor de pérdida  $\tan \delta$  (al menos mayor que 0,5, de manera preferente mayor que 0,8, de una manera más preferente mayor que 1) dentro de un intervalo de temperaturas mayor que cuando se utiliza un solo elastómero termoplástico. Los valores absolutos de las temperaturas de transición vítrea, que deben elegidos, depende del intervalo de las temperaturas típicas de transformación para el dispositivo que debe ser amortiguado. Si el dispositivo es, por ejemplo, un vehículo para pasajeros, el intervalo de temperatura en el que se desea la amortiguación más eficiente, se encuentra fuera de la temperatura ambiente, de manera especial la temperatura se encuentra en el intervalo comprendido entre -25 y +45 °C. En ese caso, las temperaturas de transición vítrea de los dos elastómeros termoplásticos diferentes deben encontrarse ambas dentro de este intervalo de temperaturas. Si,

por otra parte, deben ser amortiguadas partes de una máquina, que se calienten durante su utilización, por ejemplo a temperaturas situadas en el intervalo comprendido entre 50 y 100 °C, las dos temperaturas de transición vítrea de los dos elastómeros termoplásticos diferentes deben encontrarse dentro de este intervalo mayor de temperaturas.

5 De manera preferente, el primer elastómero termoplástico a) y/o el segundo elastómero termoplástico b) son elegidos entre el grupo que está constituido por los poliuretanos termoplásticos, los copolímeros bloque de estireno/butadieno, los copolímeros bloque hidrogenados de estireno/butadieno, los copolímeros bloque de estireno/isopreno y los copolímeros bloque hidrogenados de estireno/isopreno. De manera especial, los componentes a) y b) son elegidos entre los copolímeros tribloque de estireno/isopreno/estireno (SIS) y entre los copolímeros tribloque hidrogenados de estireno/isopreno/estireno.

10 Se obtienen propiedades de amortiguación especialmente eficientes en el intervalo de temperaturas comprendido entre aproximadamente 0 °C y aproximadamente 30 °C (cuando, por ejemplo, deban ser amortiguadas estructuras de vehículos que operen fuera de la temperatura ambiente) si el primer elastómero termoplástico a) tiene una temperatura de transición vítrea situada en el intervalo comprendido entre -25 y 0,0 °C, de manera preferente en el intervalo comprendido entre -20 y -5 °C y/o si el segundo elastómero termoplástico b) tiene una temperatura de transición vítrea situada en el intervalo comprendido entre 0,1 y 30 °C, de manera preferente situada en el intervalo comprendido entre 4 y 20 °C. De una manera más preferente, el primer elastómero termoplástico a) tiene una temperatura de transición vítrea situada en el intervalo comprendido entre -15 y -10 °C y/o el segundo elastómero termoplástico b) tiene una temperatura de transición vítrea situada en el intervalo comprendido entre 5 y 15 °C.

20 De manera preferente, los dos elastómeros termoplásticos a) y b) son elegidos entre los copolímeros tribloque de estireno/isopreno/estireno (SIS), y los copolímeros tribloque hidrogenados de estireno/isopreno/estireno. Los copolímeros tribloque no hidrogenados son especialmente preferentes. El contenido en estireno está situado de manera preferente en el intervalo comprendido entre un 15 y un 25 % en peso, de una manera más preferente está situado en el intervalo comprendido entre un 19 y un 21 % en peso. Los copolímeros bloque especialmente adecuados incluyen los polímeros tribloque de estireno/isopreno/estireno, así como sus derivados hidrogenados por completo o de manera parcial, en los que el bloque de isopreno contiene una proporción relativamente elevada de mitades monómeras derivadas del isopreno con la configuración 1,2 y/o 3,4. De manera preferente, al menos aproximadamente un 50 % de las mitades monómeras de isopreno polimerizadas tiene las configuraciones 1,2 y/o 3,4, teniendo las mitades restantes de isopreno una configuración 1,4. Se supone que esta microestructura contribuye a las buenas propiedades de amortiguación. Los copolímeros bloque de ese tipo están disponibles en la firma Kuraray Co., Ltd. bajo la marca registrada HYBRAR y, de igual modo, pueden ser preparados mediante la utilización de los métodos descritos en la patente norteamericana US número 4,987,194, que queda incorporada aquí en su totalidad como referencia. Los materiales adecuados son: el Hybrar® 5127 para el elastómero termoplástico a), y el Hybrar® 5125 para el elastómero termoplástico b).

35 El componente c) mejora la procesabilidad, especialmente el comportamiento a la extrusión del material térmicamente expandible. La presencia de un doble enlace C = C (o de un triple enlace correspondiente, que se supone que es equivalente a un doble enlace a este respecto) es esencial para el comportamiento al curado de este componente. Son preferentes los polímeros o los copolímeros con unidades de acetato de vinilo o de (met)acrilato. De una manera más preferente, al menos un polímero termoplástico c) es elegido entre el grupo constituido por los copolímeros de etileno/acetato de vinilo y por los copolímeros de etileno/acrilato de metilo. Es preferente un copolímero de etileno/acetato de vinilo, que tenga un contenido en acetato de vinilo situado en el intervalo comprendido entre un 24 y 32 % en moles, de una manera más preferente situado en el intervalo comprendido entre un 27 y un 29 % en moles.

45 De manera preferente, el material térmicamente expandible comprende, al menos, una resina taquificante d), que está presente, de manera preferente, en una cantidad situada en el intervalo comprendido entre un 1 y un 20 % en peso. La resina taquificante d) puede ser elegida entre el grupo que está constituido por las resinas de colofonia, las resinas de terpeno, las resinas fenólicas de terpeno, las resinas hidrocarbonadas derivadas de los destilados del craqueo del petróleo, las resinas aromáticas taquificantes, las resinas de tall oil, las resinas de cetona y las resinas de aldehído. Las resinas de colofonia adecuadas son el ácido abiético, el ácido levopimárico, el ácido neoabiético, el ácido dextropimárico, el ácido palústrico, los ésteres de alquilo de los ácidos de colofonia, que han sido citados más arriba, y los productos de hidrogenación de los derivados del ácido de colofonia. De manera preferente la resina es elegida entre las resinas hidrocarbonadas alifáticas. El peso molecular (promedio en número) puede estar situado en el intervalo comprendido entre 1.000 y 2.000. El punto de reblandecimiento (medido de conformidad con la norma ASTM D-6090-97) puede estar situado en el intervalo comprendido entre 95 y 105 °C. Un material adecuado es el producto Escorez® 1102 de la firma ExxonMobile.

55 El material térmicamente expandible puede estar pre-curado o puede ser curado como paso previo a la expansión ("espumación") por medio de irradiación con radiación actínica, por ejemplo con luz visible o con luz UV o con radiación gamma o electrónica. Además de, o en lugar de, la etapa de curado físico, el material puede ser curado por, al menos, un agente químico de curado, que está presente en el material a título de un componente adicional f). Los agentes de curado adecuados incluyen sustancias capaces de inducir reacciones por medio de radicales libres,

5 por ejemplo los peróxidos orgánicos con inclusión de los peróxidos de cetonas, de los peróxidos de diacilo, de los perésteres, de los peracetales, de los hidroperóxidos y de otros tales como los hidroperóxidos corrientes, el bis(terc.-butilperoxi) diisopropilbenceno, el di-(2-terc.-butilperoxiisopropilbenceno), el 1,1-di-terc.-butilperoxi-3,3,5-trimetilciclohexano, el peróxido de dicumilo, el peroxibenzonato de t-butilo, los peroxidicarbonatos de di-alquilo, los di-peroxicetales (tal como el 1,1-di-terc.-butilperoxi-3,3,5-trimetilciclohexano), los peróxidos de cetonas (por ejemplo, el peróxido de metiletilcetona), y el valerato de 4,4-di-terc.-butilperoxi n-butilo.

10 Sin embargo, son preferente los agentes de curado basados en azufre y/o en mixturas de azufre puesto que estos conducen a diversas ventajas: se reduce el "sobrequemado" a temperaturas situadas por encima de aproximadamente 200°C o con tiempos de curado prolongados en el horno para el secado de la pintura cuando se detenga la línea, se obtienen mayores proporciones de expansión, y el factor de pérdida  $\alpha$  se vuelve casi independiente de la temperatura de curado. Por estas razones, es preferente que el material térmicamente expandible contenga, al menos, un agente químico de curado f) basado en azufre o en mixturas de azufre, preferentemente una mezcla de azufre elemental y de, al menos, un disulfuro o polisulfuro orgánico. El sulfuro orgánico preferente es el disulfuro de tetrametiluramo.

15 El agente de curado es, de manera preferente, un agente de curado latente, es decir un agente de curado que sea esencialmente inerte o no reactivo a la temperatura ambiente pero que sea activado por calentamiento a una temperatura elevada (por ejemplo, una temperatura situada en el intervalo comprendido entre aproximadamente 130 grados C y aproximadamente 240 grados C).

20 Para una composición optimizada es preferente que, al menos, se cumpla una de las condiciones siguientes con respecto a las cantidades relativas de los componentes:

el componente a) está presente en una cantidad situada en el intervalo comprendido entre un 5 y un 20 % en peso, de manera preferente en el intervalo comprendido entre un 8 y un 16 % en peso;

el componente b) está presente en una cantidad situada en el intervalo comprendido entre un 15 y un 40 % en peso, de manera preferente en el intervalo comprendido entre un 20 y un 35 % en peso;

25 el componente c) está presente en una cantidad situada en el intervalo comprendido entre un 10 y un 25 % en peso, de manera preferente en el intervalo comprendido entre un 12 y un 20 % en peso;

el componente d) está presente en una cantidad situada en el intervalo comprendido entre un 2 y un 10 % en peso, de manera preferente en el intervalo comprendido entre un 3 y un 8 % en peso;

30 el componente e) está presente en una cantidad situada en el intervalo comprendido entre un 1 y un 20 % en peso, de manera preferente en el intervalo comprendido entre un 2 y un 10 % en peso;

un agente químico de curado f) está presente en una cantidad situada en el intervalo comprendido entre un 0,2 y un 5 % en peso, de manera preferente en el intervalo comprendido entre un 0,7 y un 2 % en peso,

siendo menor que el 100 % en peso de la suma de los componentes a) hasta f) y estando constituido el resto hasta un 100 % en peso por otros componentes o adyuvantes.

35 En una realización preferente, la presente invención comprende un material térmicamente expandible, que está constituido por

40 a) desde un 5 hasta un 20 % en peso de un primer elastómero termoplástico elegido entre el grupo que está constituido por los poliuretanos termoplásticos, los copolímeros bloque de estireno/butadieno, los copolímeros bloque hidrogenados de estireno/butadieno, los copolímeros bloque de estireno/isopreno, y los copolímeros bloque hidrogenados de estireno/isopreno, que tiene una temperatura de transición vítrea situada en el intervalo comprendido entre -25 y 0,0 °C,

45 b) desde un 15 hasta un 40 % en peso de un segundo elastómero termoplástico elegido entre el grupo que está constituido por los poliuretanos termoplásticos, los copolímeros bloque de estireno/butadieno, los copolímeros bloque hidrogenados de estireno/butadieno, los copolímeros bloque de estireno/isopreno, y los copolímeros bloque hidrogenados de estireno/ isopreno, con una temperatura de transición vítrea situada en el intervalo comprendido entre 0,1 y 30°C,

c) desde un 10 hasta un 25 % en peso de, al menos, un polímero termoplástico elegido entre el grupo constituido por los copolímeros de etileno/acetato de vinilo y los copolímeros de etileno/acrilato de metilo,

- d) desde un 2 hasta un 10 % en peso de, al menos, una resina taquificante,
- e) al menos un agente de expansión química latente en una cantidad efectiva para provocar que el material expandible se expanda al menos en un 50 % en volumen, preferentemente en al menos un 100 % en volumen cuando sea calentado a una temperatura de 150°C durante, al menos, 20 minutos,
- 5 f) desde un 0,5 hasta un 4 % en peso de, al menos, un agente de curado basado en el azufre y/o en mixturas de azufre,

siendo menor que un 100 % en peso la suma de los componentes a) hasta f), y estando constituido el resto hasta el 100 % en peso por otros componentes o adyuvantes.

10 El material de conformidad con esta realización de la presente invención presenta diversas ventajas sobre los materiales de conformidad con el estado de la técnica, por ejemplo:

- Siendo el resto de todos los componentes idénticos, la composición de conformidad con la invención con el agente de curado, que está basado en azufre y/o en mixturas de azufre, tiene una mayor proporción de expansión que una composición análoga que utilice un sistema de curado de tipo peróxido;
- 15 - El agente de curado, que está basado en azufre y/o en mixturas de azufre, mejora la estabilidad térmica en comparación con un sistema de curado de tipo peróxido. Una composición comparable, que utilice un sistema de curado de tipo peróxido, se descompone térmicamente durante el curado a una temperatura por situada por encima de los 200 °C;
- La combinación de dos elastómeros termoplásticos, con temperaturas diferentes de transición vítrea, junto con un agente de curado, que está basado en azufre y/o en mixturas de azufre, conduce a un factor de pérdida  $\tan \delta$  prácticamente constante a través de un rango de temperaturas de curado situado entre 140 °C y 210 °C;
- 20 - La combinación de dos elastómeros termoplásticos, con diferentes temperaturas de transición vítrea, da como resultado propiedades de amortiguación eficientes en el rango de temperaturas comprendido entre aproximadamente 0 °C y aproximadamente 30 °C que son independientes de la temperatura de curado.

25 Todos los agentes conocidos de expansión, tales como los “agentes químicos de expansión” que liberan gases por descomposición o los “agentes de expansión físicos”, es decir las perlas huecas de expansión (que a veces se denominan microesferas expandibles), son adecuados como agente de expansión e) en la presente invención. De manera ventajosa pueden ser empleadas mezclas de diferentes agentes de expansión; por ejemplo, puede ser empleado un agente de expansión, que tenga una temperatura de activación relativamente baja, en combinación con un agente de expansión, que tenga una temperatura de activación relativamente elevada.

30

Ejemplos de los “agentes de expansión químicos” incluyen los compuestos azoicos, de hidrazidas, nitrosos y de carbazida tales como el azobisisobutilonitrilo, la azodicarbonamida, la di-nitroso-pentametilentetra-amina, la 4,4'-oxibis(hidrazida del ácido bencenosulfónico), la difenil-sulfona-3,3'-disulfohidrazida, la benceno-1,3-disulfohidrazida y la p-toluenosulfonil semicarbazida. Un agente de expansión especialmente preferido es la azodicarbonamida.

35 Los “agentes de expansión químicos” pueden beneficiarse de la presencia de catalizadores o de activadores adicionales tales como los compuestos de zinc (los óxidos de zinc), las ureas (modificadas) y similares.

Sin embargo, también pueden ser empleados los “agentes de expansión físicos” y, de manera particular, pueden ser empleadas las microperlas huecas expandibles (denominadas a veces microesferas). De manera ventajosa, las microperlas huecas están basadas en copolímeros de cloruro de polivinilideno o en copolímeros de acrilonitrilo/(met)acrilato y contiene encapsuladas sustancias volátiles tales como los hidrocarburos ligeros o los hidrocarburos halogenados. Las microesferas huecas expandibles adecuadas están disponibles en el comercio, por ejemplo, bajo las marcas registradas “Dualite” y “Expancel” respectivamente de la firma Pierce & Stevens (que ahora forma parte de la firma Henkel Corporation) o de la firma Azko Nobel, respectivamente.

40

De igual modo, la composición de esta invención comprende uno o varios componentes o adyuvantes adicionales, de manera preferente elegidos entre uno o varios de:

45

- g) desde un 5 hasta un 40 % en peso, de manera especial desde un 10 hasta un 30 % en peso de materiales de carga,
- h) desde un 2 hasta un 20 % en peso, de manera especial desde un 2 hasta un 10 % en peso de



plastificantes,

- i) desde un 1 hasta un 5 % en peso de catalizadores de curado,
- k) desde un 0,05 hasta un 3 % en peso de agentes antioxidantes y/o de agentes estabilizantes,
- 5 l) desde un 0,05 hasta un 5 % en peso, de manera especial desde un 0,05 hasta un 3 % en peso de aceleradores,
- m) desde un 1 hasta un 10 % en peso, de manera especial desde un 1 hasta un 5 % en peso de urea.

Ejemplo de los materiales de carga g) adecuados incluyen la creta pulverizada y precipitada, el talco, el carbonato de calcio, el negro de carbono, los carbonatos de calcio-magnesio, la barita, la arcilla, la mica y los materiales de carga de silicato del tipo del aluminio-magnesio-calcio, tales como la wollastonita y la clorita. Las partículas de los materiales de carga pueden tener un tamaño de partícula situado en el intervalo comprendido entre 25 y 250  $\mu\text{m}$ . La cantidad total de los materiales de carga puede estar situada en el intervalo comprendido entre un 15 y un 25 % en peso. Sin embargo, esa cantidad puede estar limitada a una proporción menor que un 10 % en peso, incluso menor que un 5 % en peso. En una realización, el material expandible no contiene materiales de carga (definidos aquí como partículas esencialmente inorgánicas, tales como las partículas de los materiales, que han sido citados más arriba).

Ejemplo de plastificantes h) adecuados incluyen los ésteres de alquilo con 1 a 10 átomos de carbono de los ácidos dibásicos (por ejemplo los ésteres de tipo ftalato), los éteres de diarilo, los benzoatos de polialquilenglicoles, los fosfatos orgánicos y los ésteres de fenol o de cresol de los ácidos alquilsulfónicos. Por ejemplo, puede ser empleado como plastificante el ftalato de diisononilo.

20 De manera preferente es empleado el óxido de zinc, opcionalmente en forma activada, a título de catalizador de curado i).

Los agentes antioxidantes y estabilizantes k) adecuados incluyen los fenoles y/o los tioéteres estéricamente impedidos, las aminas aromáticas estéricamente impedidas y similares. Son preferentes los antioxidantes de tipo fenólico.

25 Los agentes aceleradores l) adecuados pueden ser elegidos entre los tiazoles y las sulfenamidas. Es especialmente preferente emplear la N,N'-diciclohexil-2-benzotiazolsulfenamida en combinación con el 2-mercaptobenzotiazol.

La combinación especial del agente de expansión preferente, del agente de curado, del catalizador de curado y del acelerador de curado conduce a una espuma de celdillas cerradas después de la expansión por calentamiento del material. De igual modo, la selección preferente de los polímeros a) y b) que son, al menos en parte, formadores de película, contribuye a la formación de una espuma de celdillas cerradas cuando los polímeros son estirados sin rotura durante el proceso de transformación en espuma. Una espuma de celdillas cerradas es preferente puesto que no puede cargarse de agua ni puede ser penetrada por el agua.

35 De manera adicional, la combinación de los componentes preferentes del material térmicamente expandible conduce a otras propiedades deseadas después de la expansión: la absorción de agua (22 horas en agua a la temperatura ambiente) es menor que un 10 % en peso del material expandido; el material expandido tiene una buena adherencia sobre el revestimiento por electroforesis; no es corrosivo con respecto al acero desnudo.

40 En algunas realizaciones de la invención, los componentes del material térmicamente expandible son elegidos de tal manera, que el material expandible esté exento o que esté substancialmente exento de cualquier tipo de resina termoendurecible, tal como una resina de tipo epoxi (por ejemplo el material expandible contiene menos de un 5 %, o menos de un 1 % en peso de resina epoxi).

45 La presente invención proporciona un material expandible mejorado que, una vez expandido por calentamiento a una temperatura situada en el intervalo comprendido entre 130 y 240  $^{\circ}\text{C}$ , tiene un módulo de almacenamiento de Young  $E'$  comprendido entre 0,1 MPa y 1.000 MPa, un factor de pérdida  $\tan \delta$  mayor que 0,5 (de manera preferentemente, de 1 como mínimo) y de manera preferente tiene un módulo de almacenamiento de cizallamiento  $G'$  comprendido entre 0,1 MPa y 500 MPa, llevándose a cabo la medición del factor de pérdida y del módulo de almacenamiento de cizallamiento a una temperatura situada en el intervalo comprendido entre -10 y +50  $^{\circ}\text{C}$  en un intervalo de frecuencias comprendido entre 0 y 500 Hz.

50 El material térmicamente expandible, no curado, puede ser conformado de la manera deseada por extrusión y corte, o por medio de moldeo por inyección a temperaturas situadas en el intervalo comprendido entre 60 y 80  $^{\circ}\text{C}$ . Para fines de transporte este material puede ser extruido (por ejemplo sobre una cinta metálica en frío) y granulado. En el

lugar de su utilización, los granulados pueden ser reblandecidos de nuevo por calentamiento a temperaturas situadas en el intervalo comprendido entre 60 y 80 °C, con objeto de llevar a cabo su conformación por extrusión o con ayuda de un moldeo por inyección.

5 El material expandible adecuado para la fabricación de barreras disipativa de las ondas vibratorias, tal como se ha descrito en la publicación WO 2007/039308. Por lo tanto, la presente invención proporciona, en un segundo aspecto, una barrera disipativa de las ondas vibratorias, que comprende un soporte que tiene una superficie interior y un superficie exterior, en el que está presente un revestimiento, que comprende un material térmicamente expandible de conformidad con la presente invención sobre una, al menos, de dichas superficie interior o superficie exterior.

10 La "barrera disipativa de las ondas vibratorias" bloquea la transmisión del ruido generado en la estructura en los vehículos, y similares, desde su fuente (motor, sistema de suspensión, sistema de gases de escape, accesorios) hasta los paneles radiantes, que producen el sonido (los paneles planos conectados con el bastidor, tales como los paneles que rodean al compartimiento para los pasajeros) a través de la vía de transmisión: el bastidor o la red del cuerpo hueco. La barrera disipativa de las ondas vibratorias es introducida en la vía de transmisión de una manera tan próxima como sea posible a la fuente del ruido.

15 Este efecto está mostrado de manera esquemática en la figura 2: el dibujo superior muestra una sección de un bastidor hueco de un vehículo sin la barrera contra las vibraciones. Las vibraciones, que son inyectadas en el bastidor hueco a partir de una fuente, son guiadas a lo largo de las paredes del bastidor sin amortiguación significativa. Las vibraciones son transmitidas entonces a los paneles radiantes, que generan ruido.

20 La parte inferior del dibujo muestra el efecto de la barrera disipativa de las ondas vibratorias, introducidas en la vía de transmisión (en estado expandido): las vibraciones son disipadas en la espuma expandida, que está empotrada entre las paredes del bastidor y la superficie exterior del soporte. Esto reduce de manera considerable las amplitudes de las vibraciones en el bastidor.

25 La barrera disipativa de las ondas vibratorias, de conformidad con la presente invención, comprende un soporte, que tiene una superficie interior y una superficie exterior, teniendo el soporte una sección poligonal, especialmente rectangular, opcionalmente en forma de U y que comprende sobre su superficie exterior un revestimiento, que comprende el material térmicamente expandible de esta invención. Se hace referencia a las figuras 1 a 4 de la publicación WO 2007/039308, que demuestran el aspecto que puede tener la barrera de las ondas vibratorias antes y después de la expansión del material térmicamente expandible, y que proporciona una vista esquemática, en perspectiva, de la barrera disipativa de las ondas vibratorias después de la inserción en un elemento estructural y después de la expansión del material térmicamente expandible. Con el material térmicamente expandible de esta invención pueden ser utilizadas las mismas configuraciones.

30

La figura 2 es una vista esquemática, en perspectiva, de una barrera disipativa de las ondas vibratorias después de la inserción en un elemento estructural.

35 La figura 3 es una vista esquemática, en perspectiva, de la barrera disipativa de las ondas vibratorias de la figura 2, después de la expansión del material térmicamente expandible.

El soporte, que ha sido seleccionado para ser empleado en esta realización de la presente invención, tiene una superficie interior y una superficie exterior. En sección transversal, el soporte debería tener una configuración poligonal. De manera preferente, la configuración en sección transversal del soporte tiene, al menos, tres lados que son líneas rectas y/o arcos. En una realización, el soporte está abierto por uno de los lados pero, en otra realización, la configuración en sección transversal del soporte está cerrada. Por ejemplo, el soporte puede tener en sección transversal una configuración elegida entre el grupo que está constituido por una configuración rectangular, cuadrada, pentagonal, hexagonal, en forma de U y en forma de D. los lados del soporte pueden tener longitudes iguales o diferentes, estando seleccionada la longitud, por regla general, de conformidad con las dimensiones internas del elemento estructural, dentro del cual debe ser insertada la barrera disipativa de las ondas vibratorias. El soporte puede estar completamente hueco pero, en ciertas realizaciones, podría tener uno o varios elementos internos tales como tirantes, nervaduras, paredes transversales y similares. El soporte puede estar diseñado con lengüetas estrechas, con patillas o con otras protrusiones sobre la superficie o una o varias aristas situadas frente a la parte inferior del elemento estructural hueco, dentro del cual debe ser insertada la barrera disipativa de las ondas vibratorias. Estas protrusiones están configuradas para mantener alejada la superficie o la o las aristas de la superficie interior más baja del elemento estructural, permitiendo de este modo que cualquiera de los líquidos, que son empleados en las operaciones de ensamblaje del vehículo, revistan o entren en contacto del modo más completo posible con dicha superficie interior más baja.

40

45

50

55 En una realización de la invención, el soporte es rectilíneo. Sin embargo, en otras realizaciones, el soporte puede estar combado o puede estar curvado. De igual modo, en otras realizaciones, el soporte puede ser rectilíneo en ciertas secciones y puede estar curvado en otras secciones. Cada uno de los lados del soporte puede ser plano

(llano) pero, de igual modo es posible que un lado del soporte contenga una o varias áreas indentadas y/o una o varias secciones protuberantes. Los lados del soporte pueden ser continuos (exentos de cualquier tipo de abertura) pero, en ciertas realizaciones, uno o varios lados del soporte pueden contener una o varias aberturas. En términos generales, la conformación y la configuración del soporte se eligen de tal manera, que sean generalmente paralelas o que se ajusten a los contornos o a la conformación del elemento estructural dentro del cual debe ser insertada la barrera disipativa de las ondas vibratorias y para eliminar cualquiera de los elementos que estén situados dentro del elemento estructural que, en otro caso, impedirían que la barrera disipativa de las ondas vibratorias, una vez revestida con el material térmicamente expandible, pudiese ser introducida en el interior del elemento estructural. Tal como se expone con mayor detalle a continuación, es deseable permitir, al menos, un cierto espacio libre entre las superficies exteriores de la barrera disipativa de las ondas vibratorias y las superficies internas del elemento estructural.

El soporte puede estar realizado con metal. Los metales preferentes son el acero, de manera particular el acero galvanizado, y el aluminio.

De la misma manera, el soporte puede estar realizado con un material sintético que, de manera opcional, puede estar reforzado con fibras (por ejemplo con fibras de vidrio) y/o que puede estar reforzado con otros tipos de materiales de carga. Los materiales sintéticos preferentes son los materiales sintéticos termoplásticos, que tengan una baja absorción de agua y que sean dimensionalmente estables hasta, al menos, los 180 °C. Los materiales sintéticos termoplásticos adecuados pueden ser elegidos, por ejemplo, dentro del grupo constituido por las poliamidas (PA), los sulfuros de polifenileno (PPS), los éteres de polifenileno (PPE), las sulfonas de polietileno (PPSU), las imidas de poliéter (PEI) y las imidas de polifenileno (PPI). De la misma manera, para construir el soporte también pueden ser usados materiales sintéticos termoendurecidos tales como mixturas de moldeo, poliuretanos rígidos y similares. El soporte puede ser moldeado con la configuración deseada según cualquier método adecuado tal, por ejemplo, el moldeo (con inclusión del moldeo por inyección), la estampación, por plegado, por extrusión y similares.

El revestimiento es aplicado sobre, al menos, una parte de la superficie exterior del soporte pero, de igual modo, puede ser aplicado sobre toda la superficie exterior. El revestimiento del material térmicamente expandible puede ser continuo, aun cuando la presente invención también considera el hecho de tener dos o más porciones independientes del material térmicamente expandible sobre la superficie exterior del soporte. Estas porciones pueden tener diferentes tamaños, configuraciones, espesores, etcétera. El material térmicamente expandible también puede estar distribuido sobre la superficie del soporte en forma de una pluralidad de bloques (pequeños) o de parches.

El revestimiento, que comprende el material térmicamente expandible, puede tener un espesor uniforme pero, de igual modo, puede tener un espesor variable a través de la superficie exterior sobre el soporte. De manera típica, el revestimiento tiene un espesor comprendido entre 0,5 y 10 mm.

El material térmicamente expandible puede ser aplicado sobre la superficie de soporte por cualquier medio adecuado tal como la extrusión, el comoldeo, el sobremoldeo o similar. Por ejemplo, el material térmicamente expandible puede ser calentado hasta una temperatura suficiente para reblandecer o para fundir el material sin llevar a cabo la activación del agente de expansión o del agente de curado, que puedan estar presentes y, a continuación, el material reblandecido o fundido es extruido en forma de una cinta sobre la superficie exterior del soporte. Después del enfriamiento, la cinta del material térmicamente expandible se vuelve a solidificar y se adhiere sobre la superficie del soporte. De manera alternativa, pueden ser formadas hojas del material térmicamente expandible en forma de porciones individuales, con la conformación y con el tamaño deseados, por medio de corte por estampación, siendo fijadas las porciones individuales a continuación con la superficie exterior del soporte con ayuda de medios adecuados, tales como elementos de sujeción mecánicos, o por calentamiento de la superficie de la porción, que debe ponerse en contacto con la superficie del soporte, hasta una temperatura suficiente para que el material expandible actúe como adhesivo termofusible. De la misma manera, puede ser empleada una capa adhesiva, aplicada de manera independiente, para fijar el material térmicamente expandible con la superficie exterior del soporte.

El concepto no será eficiente si el soporte no es adecuado. El soporte tiene como función básica "soportar" y guiar al material antes y durante la expansión, pero su función más importante consiste en empotrar al material después de la expansión por medio de la formación de un sándwich con las paredes de la estructura que debe ser amortiguada. Esto puede ser conseguido cuando el material de soporte (acero, nylon...) y el diseño (nervaduras, tirantes...) conduzca a una rigidez dinámica (en torsión, en flexión) con objeto de amortiguar la rigidez dinámica de la estructura. El caso en que el soporte sea demasiado blando, este se deformará como consecuencia del desplazamiento de la espuma, que se deforma a su vez debido al desplazamiento de la estructura que debe ser amortiguada. Si el soporte es demasiado rígido, la barrera disipativa de las ondas vibratorias trabajará, pero estará sobredimensionada. El soporte debe ser más rígido que el material amortiguador espumado. Bajo estas condiciones, las vibraciones de la estructura, que deben ser amortiguadas, no son transferidas por la espuma hasta el soporte y a la inversa, sino que son absorbidas dentro de la espuma y son disipadas por el calor generado. Esto explica el

término de "barrera disipativa de las ondas vibratorias".

Una condición adicional para el funcionamiento adecuado del soporte consiste en que sus frecuencias de resonancia vibratorias (forma global y local de las deflexiones), en contacto con la espuma de amortiguación, deben ser mayores que la frecuencia perturbadora. Esta condición adicional es específica de la barrera disipativa de las ondas vibratorias de la presente invención, y se diferencia de los materiales de carga para las columnas estándar para la transmisión aérea.

En un tercer aspecto, la presente invención comprende un sistema para llevar a cabo la amortiguación de las vibraciones en un ensamblaje de panel para el cerramiento de automóviles, que comprende:

- a) un dispositivo de intrusión, que está asociado con una estructura de panel exterior para automóviles, y
- b) un material térmicamente expandible, para llevar a cabo la amortiguación de las vibraciones, que está dispuesto sobre, al menos, una porción de dicho dispositivo de intrusión y en contacto con dicho dispositivo de intrusión, como paso previo a la expansión de dicho material expandible, y en contacto con una superficie de dicho panel exterior, después de la expansión de dicho material expandible,

siendo empleado el material térmicamente expandible de esta invención.

Se hace referencia a las figuras 1 y 2 de la publicación WO 02/14109, que muestran el aspecto que puede tomar este sistema cuando es empleado para llevar a cabo la amortiguación de vibraciones de una puerta de automóvil. Esto está ilustrado, de igual modo, en la figura 4 de la presente solicitud de patente.

En esta realización, la presente invención está dirigida a un sistema para la reducción de las vibraciones y, de una manera particular, está dirigida a un sistema para ensamblar el bastidor de automóviles tales como (sin limitación) ensamblajes para bastidores de puertas de vehículos, que tengan un dispositivo de intrusión de la puerta, así como cualquier otro ensamblaje de panel para el cerramiento de automóviles empleado en puertas de corredera, en puertas para ascensores o en otros diseños empleados para facilitar la entrada y la salida de pasajeros y/o de la carga en un vehículo automóvil. El sistema puede emplear técnicas de extrusión en la forma de una tecnología con miniaplicador, con objeto de facilitar la aplicación de un material de amortiguación antivibraciones, de conformidad con esta invención, dentro del dispositivo de intrusión y/o de otra porción elegida del bastidor de la puerta, tal como el refuerzo para el cinturón de seguridad, por medio de un procedimiento de extrusión in situ.

Se supone que el material, que es divulgado en la presente invención, funciona como un amortiguador antivibraciones cuando está expandido y unido con el dispositivo de intrusión de la puerta y, de manera opcional, con los paneles del cuerpo interior y exterior, cuando el dispositivo de intrusión, tal como un dispositivo de intrusión (no fijado con el vehículo en la operación de ensamblaje), sea procesado por medio de operaciones de pintura y de ciclos del proceso, que se encuentra de manera típica en la planta de ensamblaje de vehículos. El material es expandible por calentamiento y rellena, al menos en parte, la cavidad mediante la reticulación del dispositivo de intrusión de la puerta y del panel interior y exterior de la puerta durante la operación de pintura, reduciéndose de este modo las características de ruido y de vibración del vehículo, así como produciéndose un ensamblaje de la puerta más silencioso cuando la puerta del vehículo es abierta o cerrada.

La presente invención puede ser empleada o bien por parte del fabricante del dispositivo de intrusión de la puerta o bien por parte del fabricante del vehículo y puede ser extruida sobre el dispositivo de intrusión de la puerta propiamente dicho, para ser utilizado por parte del fabricante del vehículo en la operación de ensamblaje final.

En una realización, el material de amortiguación comprende una pluralidad de bolitas o de perlas, que son extruídas a lo largo y sobre porciones del dispositivo de intrusión en una forma sólida (pero flexible) de conformidad con la patente norteamericana U.S. N° 5,358,397. A continuación las bolitas se expanden y unen el dispositivo de intrusión y el panel del cuerpo cuando se exponen al procedimiento de revestimiento por electroforesis así como a otros ciclos de la operación de pintura, que se encuentran en una planta para el ensamblaje final de los vehículos. De manera adicional, se considera que la presente invención puede utilizar una aplicación del material expandible directamente en un miembro estructural o componente de moldura de un vehículo automóvil en un proceso automatizado de fabricación facilitado de otro modo, que puede comprender el calentamiento con ayuda de métodos tradicionales así como también la tecnología de soldadura y de curado por radiación o la limpieza del miembro seleccionado o de la parte seleccionada, como paso previo a la aplicación para favorecer la adherencia del material expandible.

En una realización particular, no limitativa, se transforma una pluralidad de pelotillas comprimidas del material de amortiguación de las vibraciones desde un estado químico, sólido o seco, hasta un estado visco-elástico por medio de la utilización de un miniaplicador adecuado, que lleve a cabo el procesamiento de las pelotillas a una temperatura suficiente para transformar las pelotillas en un material visco-elástico capaz de fluir sobre la superficie exterior de un dispositivo de intrusión con una consistencia, con un espesor y con un patrón adecuados.

A título de alternativa a una pluralidad de pelotillas, el material térmicamente expandible, de conformidad con la presente invención, puede ser dispuesto sobre, al menos, una porción del dispositivo de intrusión en forma de una o de varias tiras.

5 El dispositivo de intrusión es montado entonces dentro de un ensamblaje de puerta para automóvil o en un  
ensamblaje de panel de otro tipo con ocasión de la fabricación del vehículo, de conformidad con las técnicas de  
fabricación que son perfectamente conocidas en el estado de la técnica. Puesto que el ensamblaje es preparado  
como paso previo al ensamblaje final del vehículo, este es procesado por medio de operaciones de pintura mediante  
10 revestimiento por electroforesis o por termoendurecimiento de otro tipo, lo que da como resultado la expansión y la  
unión del material desde el dispositivo de intrusión bien con el panel externo o con el panel interno o con ambos del  
panel seleccionado para el cerramiento del automóvil, tal como un ensamblaje para bastidor de puerta, que tenga un  
panel de puerta interior y un panel de puerta exterior, donde se cura y permanece colocado. Se considera que el  
material se expande desde la superficie exterior del dispositivo de intrusión y que se retícula con los substratos, que  
15 pueden comprender o bien el panel interno de la puerta o el panel externo de la puerta o ambos, lo cual sirve para  
reducir el ruido y las vibraciones que emanan del ensamblaje de la puerta. Aun cuando la realización preferida  
describe el material químicamente reticulado desde la superficie exterior de un dispositivo de intrusión, tal como un  
lóbulo de intrusión de puerta, en contacto con el panel exterior de la puerta, debe observarse que diversos modelos  
y aplicaciones del material a lo largo del dispositivo de intrusión podrían permitir la expansión y la adherencia del  
20 material o bien con el panel interior de la puerta o con el panel exterior de la puerta o con ambos, así como con  
cualquier otro substrato que pueda ser utilizado o que se encuentre en un ensamblaje de puerta o en otra aplicación,  
que pudiera facilitar el acceso al vehículo de los pasajeros o de la carga.

En una realización, el medio para llevar a cabo la reducción de las vibraciones es extruido in situ dentro de un  
dispositivo de intrusión, en una extrusión continua o no continua adyacente a una o a varias paredes internas que  
definen una cavidad dentro de un ensamblaje de puerta para automóvil. El medio reductor de las vibraciones es  
25 activado para llevar a cabo la transformación (por ejemplo la expansión o el flujo) del material activo dentro de la  
cavidad, una vez que el ensamblaje de la puerta está montado sobre el vehículo y que el vehículo esté expuesto al  
calor durante su procesamiento por medio de ciclos de operaciones de revestimiento por electroforesis y de pintura  
de una planta de ensamblaje final de automóviles, que es perfectamente conocida en el estado de la técnica. La  
estructura resultante incluye una pared o extrusión expansiva que está revestida, al menos, sobre una porción de su  
30 superficie con el material reductor de las vibraciones, que actúa para reducir las vibraciones durante el transporte y  
durante la operación funcional del ensamblaje de la puerta.

La figura 4 ilustra un ejemplo de un ensamblaje de bastidor para puerta de automóvil, que se encuentra de manera  
típica en la fabricación de vehículos automóviles, que incluyen un dispositivo de intrusión para puerta. En tales  
estructuras es común incluir una pluralidad de miembros del panel compartimentado de forma hueca, cuyos  
miembros están unidos y conformados para definir el panel interior de la puerta, dentro del cual se encuentran  
35 cavidades. Ejemplos de un ensamblaje para bastidor de puerta, adecuado, puede incluir las puertas de carga, las  
puertas para ascensores, las partes traseras oblicuas, las puertas de corredera, las terceras puertas de fácil acceso,  
las empuñaduras para puertas, los cierres, los conjuntos de ventanas u otras puertas para vehículos y componentes  
para puertas, la construcciones para bastidores suplementarios o similares. En la figura 4, una estructura de este tipo  
incluye, con fines ilustrativos (sin limitación), un dispositivo de intrusión para puerta, que puede tener la forma de un  
40 lóbulo de intrusión para puerta. Aun cuando la presente invención puede ser empleada en otras porciones de un  
ensamblaje de bastidor para puerta que no requiera la presencia de un dispositivo de intrusión de puerta, así como  
otros ensamblajes de panel para cerramiento de automóviles, que no sean puertas, el dispositivo de intrusión está  
realizado de manera típica de metal (por ejemplo basado en acero, en aluminio, en magnesio o similares) y puede  
ser un lóbulo tubular, un lóbulo tubular hueco o una sección conformada de forma hidráulica, estampado en frío,  
45 estampado en caliente, moldeado por laminación. De igual modo se considera que el dispositivo de intrusión podría  
estar formado de material compuesto o de otros materiales poliméricos, de elevada resistencia, en función del  
refuerzo estructural requerido para las aplicaciones específicas de la presente invención.

El dispositivo de intrusión para llevar a cabo la reducción de las vibraciones del ensamblaje y de la puerta puede  
estar acompañado, de conformidad con la presente invención, por la extrusión de un modelo apropiado de un  
50 material reductor de las vibraciones de la presente invención, dispuesto a lo largo del dispositivo de intrusión o de  
otra porción elegida del ensamblaje para el bastidor de la puerta o bien a lo largo de ambos elementos, tal como el  
miembro de refuerzo del cinturón de seguridad, que está formado entre el ensamblaje y una estructura para ventana  
correspondiente u otra porción del ensamblaje, que sea adecuada para llevar a cabo la aplicación del material  
térmicamente expandible.

55 El resultado de este proceso, después de la expansión del material térmicamente expandible, consiste en un  
vehículo que comprende un ensamblaje de panel de cerramiento con el sistema para la absorción de las  
vibraciones, tal como se ha descrito más arriba, en el que dicho material térmicamente expandible se encuentra en  
estado expandido. Un vehículo de ese tipo queda abarcado en el ámbito de la presente invención.

De igual modo, la presente invención comprende, en otra realización, un inserto para rellenar cavidades, que es

adecuado para el aislamiento acústico y para la amortiguación de las vibraciones en una estructura hueca, comprendiendo dicho inserto para rellenar cavidades un material térmicamente expandible y, al menos, un miembro de fijación, capaz de mantener a dicho inserto para rellenar cavidades en una posición predeterminada dentro de dicha estructura hueca, en el que a) dicho material térmicamente expandible se extiende, al menos, substancialmente alrededor de toda la periferia de dicho inserto para rellenar cavidades y b) es empleado el material térmicamente expandible, de conformidad con esta invención. En la parte introductoria han sido descritas las posibles conformaciones y funciones del inserto para rellenar cavidades. El inserto para rellenar cavidades puede ser substancialmente plano. En el contexto de la presente invención el concepto de "substancialmente plano" significa que el inserto para rellenar cavidades es relativamente plano y delgado y que tiene un espesor máximo, que es significativamente menor que la anchura máxima del inserto. Por ejemplo, el espesor máximo del inserto es típicamente menor que el 20 % de la anchura máxima del inserto. De manera típica, el espesor del material térmicamente expandible, que está presente en la periferia del inserto para rellenar cavidades, está situado en el intervalo comprendido entre 4 y aproximadamente 10 mm. En este contexto, "espesor" significa la dimensión del inserto para rellenar cavidades, que es perpendicular al plano del inserto y paralela al eje longitudinal del miembro estructural hueco, en el que debe ser posicionado el inserto. Esto constituye una diferencia geométrica con respecto a la "barrera disipativa de las ondas vibratorias", que ha sido descrita más arriba.

El material expandible se expande al menos en la dirección radial durante la activación, con objeto de sellar de nuevo las superficies internas del miembro estructural con el que está unido el inserto para rellenar cavidades y, de este modo, se impide que sean transmitidos ruido y vibraciones indeseables, producidos por el vehículo hasta el compartimento para los pasajeros. El material expandible puede estar formulado de tal manera, que entre en contacto, pero que no se adhiera o no se enlace con, las paredes interiores de la cavidad cuando sea activado y expandido. De manera alternativa, y preferente, los componentes del material expandible pueden ser elegidos de tal manera que, en su estado expandido, el material expandible esté adherido o enlazado con seguridad con las superficies de la pared interior de la cavidad (es decir que no pueda ser separado de las superficies de la pared sin la aplicación de fuerzas significativas). En una realización muy preferente de la invención, el material expandido está adherido de una manera suficientemente fuerte con las superficies de la pared de la cavidad de tal manera, que se observa una deficiencia cohesiva (es decir, que se produce una deficiencia estructural del adhesivo de tal manera, que el adhesivo permanece sobre la superficie tanto del soporte como de la pared de la cavidad, cuando los dos elementos son separados). De manera preferente, el material expandido es una espuma de celdillas cerradas. De la misma manera, es preferente que el material expandido tenga una densidad relativamente baja (por ejemplo menor que  $1.200 \text{ kg/m}^3$ ) de tal manera, que el miembro estructural hueco amortiguado, que resulta siga teniendo un peso relativamente bajo, con lo que se proporcionan vehículos con una economía de combustible mejorada.

Esta realización de la presente invención se refiere, de igual modo, a un método alternativo (comparado con la utilización de la "barrera disipativa de las ondas", que ha sido descrita más arriba) para llevar a cabo la reducción de la transferencia de las vibraciones procedentes de un generador de vibraciones hasta una ubicación con la que está conectado el generador de vibraciones a través de un elemento estructural, que comprende equipar a dicho elemento estructural con medios para disipar la energía de vibración, que es generada por el generador de vibraciones, caracterizado porque los medios para llevar a cabo la disipación de la energía de vibración comprenden un inserto para rellenar cavidades activado, de conformidad con la presente invención, tal como se ha descrito más arriba. Ejemplos de generadores de vibraciones incluyen los motores, los mecanismos, las bombas, las cajas de cambio de velocidades, los amortiguadores de suspensión y los resortes.

El procedimiento, de conformidad con esta realización de la presente invención, está adaptado de una manera particular para llevar a cabo la reducción del ruido generado en la estructura en un vehículo automóvil. En ese caso, el generador de las vibraciones está conectado con, al menos, una de las partes que constituyen el compartimento para los pasajeros de dicho vehículo, a través de un elemento estructural. La conformación del miembro estructural es típicamente la de un rail tubular con una sección transversal poligonal (por ejemplo cuadrada o rectangular), aun cuando la sección transversal puede tener, también, una conformación irregular.

El procedimiento, de conformidad con la presente invención, puede comprender las siguientes etapas sucesivas:

- la selección de un inserto para rellenar cavidades de conformidad con la presente invención, que tenga dimensiones tales que pueda ser insertado dentro de la cavidad del miembro estructural,
- la inserción del inserto para rellenar cavidades dentro de la cavidad, de manera preferente en una ubicación próxima al generador de vibraciones, con utilización del miembro de fijación para llevar a cabo la fijación del inserto en la posición deseada (de manera usual de tal manera, que el plano del inserto sea substancialmente perpendicular a la dirección longitudinal de la cavidad); y
- la expansión del material térmicamente expandible.

El inserto para rellenar cavidades es insertado, de manera preferente, en la cavidad del miembro estructural entre el generador de vibraciones y la estructura receptora vibrante, a partir de la cual es generado el sonido.

Si la ubicación deseada dentro de la cavidad del miembro estructural es de difícil acceso, el inserto para rellenar cavidades puede ser aplicado, de manera alternativa, sobre una parte del miembro estructural como paso previo a que se lleve a cabo el ensamblaje completo del miembro estructural para formar la cavidad. Por ejemplo, un miembro estructural hueco, tal como un raíl o un pilar, es fabricado con frecuencia a partir de dos o a partir de varias piezas metálicas, que son conformadas por separado y que, a continuación, son soldadas o fijadas entre sí de otra manera. En un caso de ese tipo, puede ser más conveniente fijar el inserto para rellenar cavidades con una de estas piezas, empleándose el o los miembros de fijación, como paso previo a la fabricación del miembro estructural hueco, que incorpore dicha pieza metálica conformada.

La expansión del material térmicamente expandible se consigue por medio de una etapa de calentamiento, en la que el material térmicamente expandible es calentado durante un tiempo y a una temperatura efectiva, con objeto de llevar a cabo la activación del agente de expansión y, de igual modo, de cualquier agente de curado, que pueda estar presente.

En función de la naturaleza del material térmicamente expandible y de la serie de condiciones de la cadena de montaje, la etapa de calentamiento se lleva a cabo, de manera típica, a una temperatura situada en el intervalo comprendido entre 130 °C y 24 °C, de manera preferente situada en el intervalo comprendido entre 150 °C y 200 °C, con un tiempo de residencia en el horno situado en el intervalo comprendido entre aproximadamente 10 minutos y aproximadamente 30 minutos.

Es ventajoso aprovechar la etapa de calentamiento, que sigue al paso de las partes del vehículo a través del baño de revestimiento por electroforesis, que es generalmente utilizado (baño de revestimiento E) para provocar la expansión del material térmicamente expandible, puesto que la temperatura durante esta etapa de calentamiento es generalmente suficiente como para provocar la expansión esperada.

La cantidad del material térmicamente expandible, que está presente en el inserto para rellenar cavidades, se elige de tal manera que, después de la expansión, su volumen ocupe el espacio libre comprendido entre el inserto y la superficie interior del elemento estructural y que sea efectiva para suprimir la transmisión del ruido generado en el aire y generado en la estructura dentro del miembro estructural hueco hasta el grado deseado.

En una realización de la invención, el inserto para rellenar cavidades substancialmente plano está formado en su totalidad por el material térmicamente expandible. Por ejemplo, el material térmicamente expandible puede ser moldeado (por ejemplo por medio de un molde por inyección, empleándose un molde que tenga la conformación deseada del inserto para rellenar cavidades, acabado) o puede ser conformado de otro modo (por ejemplo por medio de la formación de una hoja plana del material térmicamente expandible y, a continuación, se corta esta hoja mediante estampación o con ayuda de otros medio adecuados) para proporcionar el inserto. En dichas realizaciones, el o los miembros de fijación constituyen una parte integral del inserto (es decir, que están constituidos por el material térmicamente expandible) y puede tomar la forma de patillas o similares, que ayuden a mantener el inserto en posición dentro de la cavidad del miembro estructural por fricción o por presión (por ejemplo cuando las patillas sean suficientemente resilientes como para permitir que estas sean ligeramente desplazadas durante la inserción del inserto y que a, continuación, retornen hasta la posición contra las paredes de la cavidad una vez liberadas). De manera alternativa, el o los miembros de fijación pueden tener la forma de proyecciones de engrane o similares, que sean capaces de ser insertadas a través de aberturas en las paredes de la cavidad pero que están diseñadas para resistir su desprendimiento a través de tales aberturas (por ejemplo por engrane de ganchos o de resaltes sobre las proyecciones con la superficie exterior de la pared del miembro estructural en la vecindad de la abertura), con lo que se asegura en su sitio al inserto para rellenar cavidades. En una realización ventajosa, los miembros de fijación están constituidos por el material térmicamente expandible de tal manera, que después de la activación por calentamiento, los miembros de fijación se expandan y ayuden a rellenar y a obtener por sellado la apertura en la pared de la cavidad en al que ha sido insertado.

En otra realización de la invención, el cuerpo principal del inserto para rellenar cavidades está fabricado a partir del material térmicamente expandible pero el o los miembros de fijación están constituidos por un material diferente tal como un metal o un plástico o caucho no expandible, resistente al calor. Por ejemplo, el miembro de fijación puede incluir una clavija, que se extienda hasta el borde del cuerpo de material térmicamente expandible así como un tapón plásticamente compresible o similar, que pueda ser insertado a través de una abertura de la pared de la cavidad, pero que sea resistente a su desprendimiento a partir de la abertura.

Sin embargo, en realizaciones preferentes de la invención, el inserto para rellenar cavidades comprende un soporte sobre el que está montado el material térmicamente expandible, tal como un auxiliar de diseño para que el uso del material térmicamente expandible sea el más efectivo y eficiente. Por ejemplo, puede ser minimizada la cantidad del material térmicamente expandible, que es necesaria para el sellado y para llevar a cabo la amortiguación del miembro estructural hueco. De manera adicional, tal como se describirá con mayor detalle más adelante, el soporte puede estar configurado de tal manera que dirija a la espuma expandida, producida a partir del material expandible, a través de las paredes de la cavidad y evite que la espuma expandida se flexione o se destruya de tal manera, que interfiera con el sellado completo de la cavidad.

Ahora se explicaran realizaciones preferentes de la presente invención con referencia a los dibujos. Es evidente para los técnicos en la materia, por medio de esta exposición, que la descripción que sigue de esta realización de la presente invención está dada con fines únicamente ilustrativos y no tiene como propósito limitar la invención, tal como se ha definido en las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

5 Haciendo inicialmente referencia a la figura 5, un inserto 1 para llenar cavidades incluye un soporte 3, un material expandible 5, que está soportado sobre el soporte 3, y un miembro de fijación 7 (que en esta constituido, en esta realización particular, por una brida 2 y por un elemento de sujeción 4), que puede estar íntegramente moldeado con el soporte 3. El soporte 3 incluye una placa 9 de soporte substancialmente plana y relativamente rígida, que en esta  
10 realización no está cubierta por el material expandible 5. El soporte puede incluir una estructura (tal como una ranura o canal, no mostrado en la figura 5) que circunde substancialmente el perímetro de la placa 9 de soporte, que está íntegramente moldeada con la misma y que está configurada para recibir al material expandible 5 como paso previo a la expansión térmica.

La conformación general del inserto 1 para rellenar cavidades no está particularmente limitada pero, de manera típica, está configurada de manera que sea similar a la forma pero algo más pequeña que la sección transversal  
15 vertical de la cavidad del miembro estructural en la que debe ser colocado, tal como se muestra en la figura 6. De manera general, es deseable que el borde externo del inserto para rellenar cavidades sea substancialmente paralelo a la pared interior de la cavidad, con el fin de crear un intersticio 6 que sea substancialmente uniforme en anchura entre el inserto y la pared de la cavidad (de manera típica, el intersticio tendrá una dimensión comprendida aproximadamente entre 1 y aproximadamente 10 mm). Este intersticio permite que un material de revestimiento  
20 líquido, tal como una solución para el tratamiento previo de los metales (por ejemplo un baño de fosfato), que una capa de fondo, o que una pintura, revista substancialmente la superficie interior completa del miembro estructural hueco, como paso previo a que sea activado el material expandible (es decir que se convierta en espuma). Por otra parte, la estructura sobre el soporte 3, que recibe al material térmicamente expandible 5, no está particularmente limitada y, por ejemplo, puede estar configurada como un pedestal o como una aleta en forma de "L", de una ranura o canal en forma de "V", de "U" o de "C", de apoyos, de lengüetas, de clips o similares. La figura 7 ilustra una  
25 realización de la invención en la que el material expandible 5 está colocado en un canal alrededor de la periferia del soporte 3 y el inserto para llenar las cavidades está fijado dentro del miembro estructural hueco con objeto de crear un intersticio entre el material expandible 5 y las paredes de la cavidad 10 y 11. El canal incluye una superficie 13 de montaje, que es substancialmente perpendicular al plano del soporte 3, así como a las paredes laterales 14 y 15, que son substancialmente paralelas al plano del soporte 3. El material térmicamente expandible también puede estar asegurado al soporte por medio de agujeros alrededor del perímetro del soporte, extendiéndose el material expandible en o a través de tales agujeros, o por medio de un reborde alrededor del perímetro del soporte y que, generalmente, es perpendicular al plano del soporte, estando rodeado dicho reborde por el material expandible. El  
30 soporte puede contener múltiples tipos de estructuras, que aseguren al material térmicamente expandible con el soporte. De manera general será preferente emplear una estructura de soporte, que ayude a dirigir al material expandible cuando se expande a través de la superficie interior de la cavidad, que debe ser sellada, tal como las paredes laterales 14 y 15 ilustradas en la figura 7. El material térmicamente expandible puede estar dispuesto en forma de porciones discretas e independientes alrededor de la periferia del soporte o puede tomar la forma de una banda circunscrita y continua. El borde exterior de la banda del material térmicamente expandible puede estar  
35 ligeramente alejado del borde exterior del soporte, o puede estar completamente enrasado con el borde exterior de la placa de soporte, o puede extenderse más allá del borde exterior del soporte (tal como se ha mostrado en las figuras 5, 6 y 7).

Aun cuando el soporte, en una realización de la presente invención, tiene la forma de una placa sencilla, en otras realizaciones, igualmente adecuadas, el soporte comprende una pluralidad de placas, que están ensambladas de tal  
45 manera que, al menos, una porción del material térmicamente expandible esté posicionada entre dos de las placas. De este modo, las placas pueden ser substancialmente paralelas entre sí con una capa de material térmicamente expandible situada en forma de sándwich entre las placas. El borde exterior de la capa de material térmicamente expandible puede estar ligeramente alejado con respecto al borde externo de las placas, o puede estar substancialmente enrasado con los bordes externos de las placas, o puede extenderse más allá de los bordes  
50 externos de las placas. En otra realización, la capa de material térmicamente expandible se extiende esencialmente sobre toda la superficie de cada una de las placas. Sin embargo, en otra realización la capa de material térmicamente expandible está presente solo alrededor del borde exterior del inserto para llenar las cavidades, estando exento el interior del inserto para llenar las cavidades de material térmicamente expandible. De igual modo, en otra realización, el inserto para llenar las cavidades puede comprender una primera placa, que es substancialmente plana y una segunda placa, que tiene una porción interior plana substancialmente en realce. Las  
55 placas están unidas entre sí de tal manera, que la porción interior plana, substancialmente en realce, de la segunda placa se encuentre en contacto con la primera placa, para crear un canal alrededor de la periferia de las dos placas, que sea capaz de recibir y de soportar al material térmicamente expandible.

Una de las placas, o ambas, pueden contener una pluralidad de aberturas en las cuales y/o a través de las cuales  
60 puede extenderse el material expandible (bien antes y después de la activación y de la expansión o únicamente después de la activación y de la expansión). De esta forma, el inserto para rellenar cavidades puede tener, por



ejemplo, la forma de una rejilla. En realizaciones preferentes, cualquiera agujero pasante que pueda estar inicialmente presente en el inserto para rellenar cavidades es llenado o es obturado después de la activación del material térmicamente expandible.

De igual modo, puede ser utilizado cualquiera de los dispositivos conocidos en el estado de la técnica, que sea capaz de asegurar un soporte, que porte un material expandible, con la pared interior de una cavidad de un miembro estructural, a título de miembro de fijación en el inserto para rellenar cavidades de la presente invención y no se cree que la selección de un diseño particular sea particularmente crítica. Por ejemplo, el miembro de fijación puede incluir dos o varias púas que puedan ser curvadas de manera resiliente para ser alojadas de manera segura en una abertura en el miembro estructural. Cada púa puede comprender un vástago, que porte una pieza de retención que sobresalga en ángulo de la púa para formar un gancho. Un miembro de fijación de este tipo está insertado en la abertura de la pared con aplicación de una fuerza pequeña, lo cual hace que las púas se curven de manera reversible de manera conjunta y unas a través de las otras. Una vez que las púas han pasado a través del orificio, estas retornan hasta su posición normal separadas entre sí. Esto permite que las piezas de retención se inserten con la superficie exterior de la pared del miembro estructural alrededor de la periferia de la abertura, con lo cual se impide que el miembro de fijación sea retirado fácilmente a través del orificio y asegura al inserto para rellenar cavidades dentro de la cavidad. La fijación del inserto de esta manera para impedir que sea fácilmente desplazado es altamente deseable puesto que, en otro caso, la manipulación que sufre normalmente el miembro estructural durante el ensamblaje del vehículo, como paso previo al calentamiento y a la activación del material expandible, puede provocar fácilmente que el inserto para rellenar cavidades ya no esté posicionado adecuadamente en la ubicación deseada dentro de la cavidad. De igual modo pueden ser empleados para esta finalidad otros tipos de miembros de fijación que incluyen, por ejemplo, un elemento de sujeción tipo "árbol de navidad" (fabricado de forma típica con un plástico resiliente), que tenga una porción alargada con una pluralidad de aletas angulares. El inserto para rellenar cavidades puede tener un miembro de fijación o puede tener una pluralidad de miembros de fijación, de un tipo idéntico o de tipos diferentes.

De manera típica, el miembro de fijación se proyecta en dirección radial desde el inserto para rellenar cavidades y puede ser generalmente paralelo al plano del inserto para rellenar cavidades.

El soporte está preferentemente constituido por un material moldeable, que sea suficientemente resistente a la formación de grietas y a la rotura durante la utilización normal y que tenga un punto de fusión o de reblandecimiento, que sea mayor que la temperatura de activación del material expandible y que la temperatura a la que deben ser expuestos los miembros estructurales que contienen el inserto para rellenar cavidades. De manera preferente, el material moldeable es suficientemente resiliente (no quebradizo) y resistente a la temperatura ambiente como para soportar la formación de fisuras o la rotura mientras que de igual modo, es suficientemente resistente al calentamiento a temperaturas elevadas (por ejemplo a las temperaturas que son empleadas para transformar en espuma al material expandible) para sujetar al material expandible en la posición deseada dentro de la cavidad del miembro estructural sin sufrir una deformación, una flexión o una distorsión significativas. Por ejemplo, el soporte puede estar constituido por un material moldeable que sea, en cierta medida, plegable y resistente a la rotura de tal manera, que el inserto para rellenar cavidades ensamblado pueda ser sometido a fuerzas de plegado a la temperatura ambiente sin que se rompa ni se deforme de manera permanente. El material, que comprende el soporte no está particularmente limitado y puede estar constituido, por ejemplo, por una pluralidad de composiciones poliméricas, que tengan estas cualidades (por ejemplo, los poliésteres, los poliésteres aromáticos, las poliéter cetonas y, de manera especial, las poliamidas tal como el nylon 66). Las composiciones poliméricas que son adecuadas para ser empleadas como soporte son perfectamente conocidas por los técnicos ordinarios en la materia e incluyen tanto los materiales termoplásticos como los materiales termoestables y, por lo tanto, no serán descritos aquí en detalle. Para llevar a cabo la fabricación del soporte pueden ser utilizadas composiciones poliméricas no espumadas (sólidas), así como espumadas. De igual modo, los materiales moldeables pueden comprender, además de las composiciones poliméricas, diversos aditivos y materiales de cargas, tales como los colorantes y/o las fibras de refuerzo (por ejemplo, las fibras de vidrio), en función de las características físicas deseadas. De manera preferente, el material moldeable tiene un punto de fusión o de reblandecimiento (ASTM D789) de 200 grados C como mínimo, de una manera más preferente de 225 grados C como mínimo, o en el caso más preferente de 250 grados C y/o tiene una temperatura de deflexión al calor bajo 18,6 kg (ASTM D648) de 180 grados C como mínimo, de una manera más preferente de 200 grados C como mínimo, o en el caso más preferente de 220 grados C como mínimo y/o una resistencia a la tracción (ASTM D638, humedad relativa 50 %) de 1.000 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo, de una manera más preferente de 1.200 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo, en el caso más preferente de 1.400 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo y/o un módulo de flexión (ASTM D790, humedad relativa 50 %) de 50.000 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo, de una manera más preferente de 60.000 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo, en el caso más preferente de 70.000 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo. De manera alternativa, el soporte o una o varias porciones del soporte pueden estar fabricados a partir de metal, tal como el acero o el aluminio.

El material expandible puede ser ensamblado con el soporte por medio de cualquier método conocido para llevar a cabo la fabricación de insertos para rellenar cavidades, con inclusión del moldeo por coinyección, del moldeo por inyección lado-a-lado, por sobremoldeo y por moldeo con inserción.

5 Cuando el inserto para rellenar cavidades deba ser fijado sobre una pared de un miembro estructural, una porción del miembro de fijación puede estar insertada en un orificio de la pared, que tenga un tamaño que coincida substancialmente con la porción del miembro de fijación que deba ser insertada. La conformación del orificio no es crítica de manera particular y puede ser, por ejemplo, cuadrada, circular, rectangular, poligonal, oval o irregular, a condición de que sea capaz de recibir al miembro de fijación y de interactuar con el miembro de fijación de tal modo que sujete al inserto para rellenar cavidades en la posición deseada.

10 En realizaciones preferentes de la invención, una porción del material expandible está posicionada cerca del orificio en la pared del miembro estructural de tal manera que, después de la activación del material expandible, se expanda el material expandible para bloquear por completo el orificio. Por ejemplo, el miembro de fijación puede extenderse desde el inserto para rellenar cavidades a través de una porción del material térmicamente expandible. Después de la activación, el material expandido puede extenderse a través del orificio y revestir, al menos en parte, al miembro de fijación, con lo que se ayuda a proporcionar una fijación segura, permanente, del inserto para rellenar cavidades dentro de la cavidad.

15 Otros diseños de soporte y de miembros de fijación, conocidos en el estado de la técnica, pueden ser adoptados fácilmente para ser empleados en la presente invención.

El inserto para rellenar cavidades puede ser empleado en productos que tengan miembros estructurales huecos distintos de los vehículos, con inclusión, pero sin limitación, de aeronaves, de aplicaciones domésticas, de mobiliario, de edificaciones, de paredes y de tabiques y las aplicaciones marinas (embarcaciones).

20 De igual modo, otra realización de la presente invención comprende una estructura de amortiguación con capa empotrada que comprende un panel que debe ser amortiguado, una capa empotrada y una capa de material amortiguador de las vibraciones situado en forma de sándwich entre dicho panel y dicha capa empotrada, estando constituida la capa de material amortiguador de las vibraciones por el material térmicamente expandible de conformidad con la presente invención.

25 De manera adicional, la presente invención comprende una estructura de amortiguación con capa empotrada que comprende un panel, que debe ser amortiguado, una capa de retención y una capa de material amortiguador de las vibraciones, que está situada en forma de sándwich entre dicho panel y la capa de retención, estando constituida la capa del material amortiguador de las vibraciones por el material térmicamente expandible de conformidad con la presente invención.

30 De manera adicional, la presente invención se refiere a una estructura de amortiguación con capa empotrada, que comprende un panel que debe ser amortiguado, una capa de retención y una capa de material amortiguador de las vibraciones, espumada, que está situada en forma de sándwich entre dicho panel y la capa de retención, estando constituida la capa del material amortiguador de las vibraciones, espumado, por el material térmicamente expandible de conformidad con la presente invención, una vez que haya sido expandido por calentamiento a una temperatura situada en el intervalo comprendido entre 130 y 240 °C.

35 La estructura de amortiguación con capa empotrada, puede corresponder a la estructura de amortiguación con capa empotrada análoga, que está descrita en la publicación US 6110985, que ha sido citada en la sección introductoria.

40 Con referencia a la figura 9, en la misma se muestra, de manera esquemática, una estructura de amortiguación con capa empotrada, que tiene un panel 12 que debe ser amortiguado, tal como un panel metálico del cuerpo de un automóvil, una capa 14 de material térmicamente expandible de conformidad con la presente invención, una vez que ha sido expandido, y una capa de retención 16. El panel 12, que debe ser amortiguado es, de manera preferente, una hoja de acero (de manera preferente laminado en frío) con un espesor comprendido aproximadamente entre 0,6 y 0,8 mm, de una manera menos preferente más gruesa o más delgada, siendo menos preferentes las hojas de aluminio o de material compuesto. La capa de retención 16 es, de manera usual, más delgada que el panel 12; la capa 16 es, de manera preferente, una hoja de acero con un espesor de aproximadamente 0,5, de una manera menos preferente comprendido entre 0,3 y 0,8 mm. De manera opcional, en algunas aplicaciones, la capa 16 puede tener un espesor comprendido entre 0,15 y 0,3 mm. La capa 16 puede ser, de una manera menos preferente, de aluminio o de material compuesto. La capa 14 del material térmicamente expandible tiene, antes de la expansión, preferentemente un espesor comprendido entre 0,5 y 2,5, de una manera más preferente comprendido entre 0,5 y 2, de una manera más preferente comprendido entre 0,75 y 1,5, de una manera más preferente comprendido entre 0,85 y 1,2, de una manera más preferente de aproximadamente 1 mm. La capa 14, después de la expansión, es una espuma que tiene un espesor comprendido entre 1 y 4, de una manera más preferente comprendido entre 1 y 3, de una manera más preferente comprendido entre 1,2 y 2, de una manera más preferente de 1,5 mm aproximadamente. Puede verse que el espesor expandido de la espuma de amortiguación es igual que la distancia del separador o que la distancia de separación o que intersticio que está situado entre el panel 12 y la capa 16. La capa 14 se expande preferentemente durante la expansión entre un 50 y un 200 % para rellenar el intersticio.

Con objeto de fabricar una estructura de amortiguación con capa empotrada, tal como la que se muestra en la figura 9, se corta por estampación una hoja del material de amortiguación de las vibraciones expandible, de conformidad con la invención, con la conformación deseada y se enlaza o se fija con un substrato o panel que debe ser amortiguado, tal como un panel del cuerpo de un automóvil, o con una hoja o capa de retención, de conformidad con los métodos conocidos en el estado de la técnica, tales como el solapado en caliente o elementos de fijación mecánicos. De una manera menos preferente puede ser empleado un adhesivo, si es necesario. La segunda hoja exterior es fijada entonces con la primera hoja exterior estando situado entre medias el material térmicamente expandible, para formar una estructura en forma de sándwich de las tres capas; sin embargo las dos capas exteriores están fijadas, de manera preferente, con un separador o vástago tal como se conoce en el estado de la técnica (tal como por medio de la utilización de gofrados para separar las hojas) de tal manera que la capa interior del material térmicamente expandible ocupe aproximadamente 2/3 de la distancia comprendida entre las dos capas exteriores, con objeto de permitir una expansión subsiguiente. La estructura de amortiguación con capa empotrada se calienta a continuación para llevar a cabo la expansión y la transformación en espuma del material térmicamente expandible. Cuando el panel, que debe ser amortiguado, sea un panel de automóvil, el vehículo pasa a través de un proceso de revestimiento por electroforesis y del horno de secado. Durante el ciclo de secado del revestimiento por electroforesis el agente de expansión es activado y se expande el material térmicamente expandible, llenando el espacio o el intersticio comprendido entre las dos capas exteriores, para proporcionar la estructura que está mostrada en la figura 9.

En las aplicaciones para el automóvil tales como la cara del alojamiento para las ruedas en el lado opuesto al de la rueda, el tablero de mandos, el tablero del piso, el techo, la pared cortafuegos y otras aplicaciones, el área que debe ser amortiguada es analizada tanto con respecto a las propiedades vibratorias como con respecto a las propiedades de transmisión. Con objeto de minimizar el peso y el coste, el área que debe ser cubierta por una estructura de amortiguación con capa empotrada o sistema de amortiguación es optimizada hasta el área mínima requerida para conseguir la reducción deseada del sonido y de las vibraciones. Por ejemplo, en el alojamiento para la rueda de un automóvil es estampada a las dimensiones preseleccionadas una capa metálica de retención para adaptarse a la superficie del alojamiento para la rueda y en contraste alejada de la misma una distancia fijada, que corresponde al espesor final de la capa espumada del material térmicamente expandible.

En el sentido más amplio, la presente invención comprende de manera general un vehículo, que contiene en o al menos sobre uno de sus componentes estructurales, un material térmicamente expandible de conformidad con la presente expansión, en el que el material térmicamente expandible ha sido expandido por calentamiento a una temperatura situada en el intervalo comprendido entre 130 y 240 °C. En la descripción, que ha sido dada más arriba, se han mencionado varias partes de un vehículo que pueden estar en contacto con el material térmicamente expandido de esta invención. En una de las realizaciones, que han sido descritas en las secciones dadas anteriormente, el material expandido rellena el intersticio, que está comprendido entre un panel para puerta de vehículo y un dispositivo de intrusión, que refuerza la puerta. Esta disposición reduce de manera eficiente las vibraciones del panel de la puerta.

Sin embargo, además de esta disposición, o en lugar de la misma, también pueden ser amortiguadas las vibraciones de un ensamblaje de puerta de automóvil o de otro ensamblaje de panel de un vehículo, sin que intervenga un dispositivo de intrusión. Un ejemplo de otras disposiciones de amortiguación consiste en una estructura de amortiguación con capa empotrada, que ha sido mencionada de igual modo en la descripción dada más arriba. Hablando de una manera general, las propiedades de amortiguación quedan mejoradas si el material térmicamente expandible, expandido, está empotrado, bien entre dos superficies de elementos estructurales o funcionales del vehículo, o bien entre una superficie de un elemento estructural o funcional del vehículo y una capa de retención. El efecto de amortiguación está especialmente pronunciado cuando la rigidez del material térmicamente expandible, expandido, sea menor que la rigidez del elemento estructural o funcional del vehículo y de la capa de retención.

Sin embargo, el material térmicamente expandido de esta invención es efectivo también para llevar a cabo la amortiguación de las vibraciones de paneles sin que estén empotrados entre el panel y una estructura de retención, tal como un soporte, una placa o una barra de intrusión. El material de conformidad con esta invención puede ser fijado directamente sobre la superficie del panel, que debe ser amortiguado, por ejemplo en forma de parches o de tiras.

Ahora se describe un ejemplo de trabajo optimizado de un material térmicamente expandible (todavía no expandido), de conformidad con esta invención:

12 partes en peso del copolímero bloque de SIS a), contenido en estireno 20 %, temperatura de transición vítrea -13 °C (Hybrar® 5127, disponible en la firma Kuraray)

28 partes en peso del copolímero bloque de SIS b), contenido en estireno 20 %, temperatura de transición vítrea +8 °C (Hybrar® 5125, disponible en la firma Kuraray)

15 partes en peso del copolímero termoplástico de etileno/acetato de vinilo (contenido en acetato de vinilo 28 % en moles)

20,5 partes en peso de materiales de carga (mezcla de carbonato de calcio y de sulfato de bario)

5 partes en peso de taquificante de resina alifática hidrocarbonada (Escorez® 1102, ExxonMobil)

5 partes en peso de ftalato de isononilo

5,8 partes en peso de agente de expansión (azodicarbonamida)

3 partes en peso de óxido de zinc

5 1,1 partes en peso de antioxidante fenólico

1,2 partes en peso de agentes de curado (azufre + disulfuro de tetrametiltiuramo)

0,7 partes en peso de agentes aceleradores (mercaptobenzotiazoles y N,N'-diciclohexil-2-benzotiazolsulfenamida)

2,7 partes en peso de urea (superficie tratada)

10 La combinación de dos copolímeros tribloque, no hidrogenados, (SIS), con una relación específica, proporciona propiedades óptimas para la vibración, independientemente de la temperatura de curado. Esto significa que la espuma tiene las mismas prestaciones entre 140 °C y 200 °C (temperatura de curado de la espuma), que son las condiciones de curado en línea para los automóviles. Los dos copolímeros SIS tienen temperaturas diferentes de transición vítrea; aproximadamente de -13 °C y aproximadamente de +8 °C, respectivamente. Estas temperaturas son importantes puesto que permiten que la espuma sea eficiente (después del ciclo de curado) entre 0 °C y 30 °C.

15 La espuma, de conformidad con la presente invención, tiene las mismas prestaciones, independientemente de la temperatura de curado, dentro del intervalo indicado. Esto se debe a la presencia del sistema de reticulación y al agente espumante, que son activados y acelerados ya a la temperatura de curado más baja.

20 Todos estos componentes forman una espuma de celdillas cerradas después de la expansión. La velocidad de expansión de esta formulación es de un 150 % en volumen aproximadamente. Esta velocidad de expansión puede ser ajustada por medio de la variación de la cantidad del agente de expansión, de modo que quede situada entre un 200 y un 300 % aproximadamente. Si los agentes de curado (azufre + disulfuro de tetrametiltiuramo) son substituidos por agentes de curado basados en peróxidos orgánicos, se obtiene una menor velocidad de expansión y el material se vuelve defectuoso a temperaturas de curado aproximadamente por encima de los 200 °C.

25 El material, de conformidad con la presente invención, se prepara en un mezclador para mixturas del tipo Z de conformidad con la secuencia siguiente:

1. Temperatura del mezclador: 180°C; se introducen ambos materiales SIS en una etapa. Los materiales se funden (temperatura más baja que la temperatura del mezclador). Se espera hasta que se tenga un producto homogéneo.
- 30 2. Temperatura del mezclador 160 °C; se introduce el copolímero de etileno/acetato de vinilo en 3 etapas. Se espera hasta que se tenga una pasta blanca homogénea.
3. Temperatura del mezclador 150°C; se introducen los materiales de cargas en 3 etapas. Se espera hasta que se tenga una pasta homogénea.
4. Temperatura del mezclador 150°C; se introduce la resina taquificante en una etapa.
- 35 5. Temperatura del mezclador 130°C; se introduce el ftalato de diisononilo en 4 etapas como mínimo para evitar la "disgregación", se espera hasta que se tenga un producto homogéneo.
6. Temperatura del mezclador 80°C; se introduce Zn O y antioxidante.
7. Temperatura del mezclador 70°C: el material debe encontrarse por debajo de 80°C, con objeto de evitar la activación de los diferentes productos reactivos. Se introducen los productos reactivos (agente de curado, agente acelerador, agente de expansión, urea), de manera sucesiva y se mezcla hasta que se obtenga un
- 40 producto homogéneo.

Si se desea puede ser añadido un pigmento colorante (negro carbón) al final de la etapa 7.

La absorción de agua del material de conformidad con el ejemplo de trabajo, en el estado expandido, es menor que un 10 % en peso del material expandido (22 horas en agua a la temperatura ambiente). La resistencia al cizallamiento con solape sobre probetas de acero es de 0,6 MPa cuando se lleva a cabo el curado a 195 °C.

45 La figura 10 muestra los valores de  $\text{tg } \delta$  (a la temperatura ambiente = 20 °C) para materiales curados a diferentes temperaturas. Es evidente que el valor de  $\text{tg } \delta$  se encuentra siempre por encima de 1,0 y que prácticamente es independiente de la temperatura de curado.

50 La figura 11 muestra una comparación entre los valores de  $\text{tg } \delta$ , como una función de la temperatura de ensayo para un material, de conformidad con el ejemplo de trabajo, con respecto a un material comparativo en el que se ha substituido el copolímero SIS b) por el copolímero SIS a). El material, de conformidad con la invención, tiene valores

significativamente más altos de  $\text{tg } \delta$  en el intervalo de temperaturas más relevante, que está comprendido entre 10 y 30 °C.

5 Aplicación del material, de conformidad con el ejemplo de trabajo, para una barrera disipativa de las ondas vibratorias tal como se describe en la publicación WO 2007/039308: el ejemplo de la figura 12 muestra el efecto del valor de amortiguación sobre el nivel de ruido dentro de un vehículo, cuando se coloca una barrera disipativa de las ondas vibratorias, de conformidad con la presente invención, que porta la espuma expandida de conformidad con el ejemplo de trabajo, en la vía de transmisión de las vibraciones. La figura comprara el vehículo no tratado y el mismo vehículo con el material espumado que tiene lo módulos de Young real y efectivo y el factor de pérdidas de amortiguación (los valores más bajos son mejores). La figura 13 muestra, en comparación con la figura 12, el comportamiento insuficiente a la amortiguación cuando es utilizada una barrera de ondas que porte una espuma de conformidad con el estado de la técnica y que se encuentra fuera del ámbito de la presente invención. Esta figura muestra claramente que si el factor de pérdida de amortiguación disminuye, la solución se vuelve menos eficiente y que es peor que en el vehículo no tratado en el intervalo de frecuencias más crítico.

15 La figura 14 muestra una comparación del comportamiento a las vibraciones de una puerta de vehículo sin cualquier tipo de tratamiento, con los tapizados de betún clásicos y con el dispositivo de intrusión, que porta el material térmicamente expandible, expandido, de esta invención (denominado en la figura "antivibratorio de alta amortiguación"). La disposición del dispositivo de intrusión en la puerta del vehículo está mostrada en la figura 4.

20 La figura 15 muestra una comparación del comportamiento acústico (los valores más bajos son mejores) como una función de la frecuencia de un relleno para pilar, que porta una espuma de conformidad con el estado de la técnica ("relleno para pilar estándar") con un relleno para pilar correspondiente, que porta el material térmicamente expandible, expandido, de conformidad con el ejemplo de trabajo (amortiguador de relleno para pilar). El relleno para pilar, de conformidad con la presente invención, no solamente reduce el ruido generado en el aire, igual que los rellenos para pilar convencionales, de conformidad con el estado de la técnica, sino que también reduce el efecto de la regeneración de ruido como consecuencia del ruido generado en la estructura, puesto que este relleno para pilar tiene, así mismo, en parte la función de una "barrera disipativa de las ondas vibratorias", tal como se ha señalado en la sección anterior de esta descripción.

#### Breve descripción de las figuras:

30 Figura 1: Dibujo superior: una sección del bastidor hueco de un vehículo sin la barrera para las vibraciones. Las vibraciones que son inyectadas en el bastidor hueco a partir de una fuente son guiadas a lo largo de las paredes del bastidor sin una amortiguación significativa. Dibujo inferior: efecto de la barrera disipativa de las ondas vibratorias introducida en la vía de transmisión (en estado expandido).

Figura 2: Una vista esquemática, en perspectiva, de una barrera disipativa de las ondas vibratorias 3 después de la inserción en un elemento estructural 4.

35 Figura 3: Una vista esquemática, en perspectiva, de la barrera disipativa de las ondas vibratorias de la figura 2, después de la expansión del material térmicamente expandible.

Figura 4: Parte superior: Dibujo de una puerta de automóvil, que está equipada con una barra de refuerzo (dispositivo de intrusión); Parte inferior: Ejemplo de una barra de refuerzo (dispositivo de intrusión), que está cubierta con dos tiras de material térmicamente expandible.

40 Figura 5: Un inserto para rellenar cavidades 1 que incluye un soporte 3, un material expandible 5, que está soportado sobre el soporte 3, y un miembro de fijación 7.

Figura 6: Una sección transversal de un pilar de automóvil con un inserto para rellenar cavidades fijado en el mismo, que en estado no curado deja un intersticio 6 entre el material expandible por calor 5, no expandido, y la superficie interior del pilar.

45 Figura 7: Un inserto para rellenar cavidades en el que el material expandible 5 está posicionado en un canal alrededor de la periferia del soporte 3 y el inserto para rellenar cavidades está fijado dentro de un miembro estructural hueco de tal forma que se crea un intersticio entre el material expandible 5 y las paredes de la cavidad 10 y 11.

Figura 8: El inserto para rellenar cavidades de la figura 7 después de la activación térmica del material expandible 12.

50 Figura 9: Una estructura de amortiguación con capa empotrada, que tiene un panel 12, que debe ser amortiguado, tal como un panel metálico del cuerpo de un automóvil, una capa 14 de material térmicamente expandible, de

conformidad con la presente invención, una vez que ha sido expandido, y una capa de retención 16.

Figura 10: Valores de la  $\tan \delta$  (a la temperatura ambiente = 20°C) para materiales curados a temperaturas diferentes.

Figura 11: Evolución de los valores delta con la temperatura de ensayo a 100 Hz para un material de conformidad con el ejemplo de trabajo con un material comparativo en el que se ha remplazado el copolímero SIS b) por el copolímero SIS a).

5  
Figura 12: Efecto del valor de la amortiguación sobre el nivel de ruido dentro de un vehículo cuando está colocada una barrera disipativa de las ondas vibratorias de conformidad con la presente invención, que porta la espuma expandida, de conformidad con el ejemplo de trabajo, sobre de la vía de transmisión de las vibraciones.

10  
Figura 13 (comparación): Comportamiento a la amortiguación de una barrera de ondas, que porta una espuma de conformidad con el estado de la técnica y que se encuentra fuera del ámbito de la presente invención. Esta figura muestra claramente que si se disminuye el factor de pérdida de amortiguación, la solución se vuelve menos eficiente y es pero que la del vehículo no tratado, en el intervalo de frecuencias más crítico.

15  
Figura 14: Comparación del comportamiento a las vibraciones de una puerta de automóvil sin cualquier tratamiento, con tapizados de betún clásicos, y con el dispositivo de intrusión que porta el material térmicamente expandible, expandido, de esta invención (denominado en la figura "antivibratorio de alta amortiguación"). La disposición del dispositivo de intrusión en la puerta del automóvil está mostrada en la figura 7.

20  
Figura 15: Comparación del comportamiento acústico (los valores más bajos son mejores) como una función de la frecuencia de un relleno para pilar, que porta una espuma de conformidad con el estado de la técnica ("relleno para pilar estándar") con respecto a un relleno para pilar correspondiente, que porta el material térmicamente expandible, expandido, de conformidad con el ejemplo de trabajo ("amortiguador de relleno para pilar").

**REIVINDICACIONES**

1. Un material térmicamente expandible, que comprende:
- a) desde un 3 hasta un 40 % en peso de un primer elastómero termoplástico, que tiene una primera temperatura de transición vítrea,
  - 5 b) desde un 3 hasta un 40 % en peso de un segundo elastómero termoplástico, que tiene una segunda temperatura de transición vítrea,  
diferenciándose la primera temperatura de transición vítrea de la segunda temperatura de transición vítrea, al menos, en 10°C,
  - 10 c) desde un 5 hasta un 50 % en peso de, al menos, un polímero termoplástico elegido entre el grupo constituido por los polímeros y los copolímeros con, al menos, un doble enlace C = C polimerizable,
  - d) desde 0 hasta un 30 % en peso de, al menos, una resina taquificante,
  - e) al menos un agente de expansión químico latente en una cantidad efectiva como para provocar que el material expandible se expanda al menos en un 50 % en volumen cuando sea calentado a una temperatura de 150°C durante, al menos, 20 minutos,
- 15 siendo menor que el 100 % en peso la suma de los componentes a) hasta e), y estando constituido el resto hasta el 100 % en peso por otros componentes o adyuvantes.
2. Un material térmicamente expandible según la reivindicación 1, en el que el primer elastómero termoplástico a) y/o el segundo elastómero termoplástico b) se eligen entre el grupo que está constituido por los poliuretanos termoplásticos, los copolímeros bloque de estireno/butadieno, los copolímeros bloque hidrogenados de estireno/butadieno, los copolímeros bloque de estireno/isopreno y los copolímeros bloque hidrogenados de estireno/isopreno.
- 20 3. Un material térmicamente expandible según una o varias de las reivindicaciones 1 y 2, en el que el primer elastómero termoplástico a) tiene una temperatura de transición vítrea situada en el intervalo comprendido entre -25 y 0,0 °C, de manera preferente situada en el intervalo comprendido entre -20 y -5 °C.
- 25 4. Un material térmicamente expandible según una o varias de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el segundo elastómero termoplástico b) tiene una temperatura de transición vítrea situada en el intervalo comprendido entre 0,1 y 30 °C, de manera preferente situada en el intervalo comprendido entre 4 y 20 °C.
5. Un material térmicamente expandible según una o varias de las reivindicaciones 1 a 4, en el que al menos se cumple una de las siguientes condiciones, relativas a las cantidades de los componentes:
- 30 el componente a) está presente en una cantidad comprendida entre un 5 y un 20 % en peso, de manera preferente comprendida entre un 8 y un 16 % en peso;
- el componente b) está presente en una cantidad comprendida entre un 15 y un 40 % en peso, de manera preferente comprendida entre un 20 y un 35 % en peso;
- 35 el componente c) está presente en una cantidad comprendida entre un 10 y un 25 % en peso, de manera preferente comprendida entre un 12 y un 20 % en peso;
- el componente d) está presente en una cantidad comprendida entre un 2 y un 10 % en peso, de manera preferente comprendida entre un 3 y un 8 % en peso;
- el componente e) está presente en una cantidad comprendida entre un 1 y un 20 % en peso, de manera preferente comprendida entre un 2 y un 10 % en peso;
- 40 estando presente un agente de curado químico f) en una cantidad comprendida entre un 0,2 y un 5 % en peso, de manera preferente comprendida entre un 0,7 y un 2 % en peso,
- siendo menor que el 100 % en peso la suma de los componentes a) hasta f) y estando comprendido el resto hasta un 100 % en peso por otros componentes o adyuvantes.

6. Un material térmicamente expandible según una o varias de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende:
- 5 a) desde un 5 hasta un 20 % en peso de un primer elastómero termoplástico elegido entre el grupo constituido por los poliuretanos termoplásticos, los copolímeros bloque de estireno/butadieno, los copolímeros bloque hidrogenados de estireno/butadieno, los copolímeros bloque de estireno/isopreno, y los copolímeros bloque hidrogenados de estireno/isopreno, que tiene una temperatura de transición vítrea situada en el intervalo comprendido entre -25 y 0,0 °C,
  - 10 b) desde un 15 hasta un 40 % en peso de un segundo elastómero termoplástico elegido entre el grupo constituido por los poliuretanos termoplásticos, los copolímeros bloque de estireno/butadieno, los copolímeros bloque hidrogenados de estireno/butadieno, los copolímeros bloque de estireno/isopreno, y los copolímeros bloque hidrogenados de estireno/isopreno, que tiene una temperatura de transición vítrea situada en el intervalo comprendido entre 0,1 y 30°C,
  - c) desde un 10 hasta un 25 % en peso de, al menos, un polímero termoplástico elegido entre el grupo constituido por los copolímeros de etileno/acetato de vinilo y los copolímeros de etileno/acrilato de metilo,
  - d) desde un 2 hasta un 10 % en peso de, al menos, una resina taquificante,
  - 15 e) al menos un agente de expansión químico latente en una cantidad efectiva para provocar que se expanda el material expandible al menos en un 50 % en volumen cuando sea calentado a una temperatura de 150°C durante, al menos, 20 minutos,
  - f) desde un 0,5 hasta un 4 % en peso de, al menos, un agente de curado basado en azufre y/o en mixturas de azufre,
- 20 siendo menor que un 100 % en peso la suma de los componentes a) hasta f), y estando constituido el resto hasta el 100 % en peso por otros componentes o adyuvantes.
7. Un material térmicamente expandible según una o varias de las reivindicaciones 1 a 6, en el que los otros componentes o adyuvantes comprenden uno o varios de entre:
- g) desde un 5 hasta un 40 % en peso de materiales de carga,
  - 25 h) desde un 2 hasta un 20 % en peso de un plastificante,
  - i) desde un 1 hasta un 5 % en peso de catalizador para el curado,
  - k) desde un 0,05 hasta un 5 % en peso de un agente antioxidante y/o de un agente estabilizante,
  - l) desde un 0,05 hasta un 5 % en peso de un agente acelerador,
  - m) desde un 1 hasta un 10 % en peso de urea.
- 30 8. Un material térmicamente expandible según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el material térmicamente expandible tiene, cuando es expandido por calentamiento a una temperatura situada en el intervalo comprendido entre 130 y 240°C, un módulo de almacenamiento de Young E' comprendido entre 0,1 MPa y MPa 1.000 y un factor de pérdida mayor que 0,5 en el intervalo de frecuencias comprendido entre 0 y 500 Hz a una temperatura situada en el intervalo comprendido entre -10 y +50°C.
- 35 9. Una barrera disipativa de las ondas vibratorias, que comprende un soporte, que tiene una superficie interior y una superficie exterior, estando presente sobre, al menos, una de dichas superficies interior o exterior, un revestimiento que comprende un material térmicamente expandible de conformidad con una o varias de las reivindicaciones 1 a 8.
- 40 10. Un procedimiento para reducir la transferencia de las vibraciones desde un generador de vibraciones hasta una ubicación en la que el generador de vibraciones está conectado a través de un elemento estructural, que comprende equipar a dicho elemento estructural con un medio para disipar la energía de vibración, que es generada por el generador de vibraciones, comprendiendo dichos medios una barrera disipativa de las ondas vibratorias, de conformidad con la reivindicación 9.
11. Un sistema para la amortiguación de las vibraciones en un ensamblaje de panel de cerramiento de automóviles, que comprende:



- a) un dispositivo de intrusión, que está asociado con una estructura de panel exterior de automóvil, y
- b) un material térmicamente expandible para llevar a cabo la amortiguación de las vibraciones, que está dispuesto por encima de, al menos, una porción de dicho dispositivo de intrusión y en contacto con dicho dispositivo de intrusión como paso previo a la expansión de dicho material expandible, y con una superficie de dicho panel exterior, después de la expansión de dicho material expandible,

5

correspondiendo dicho material térmicamente expandible a uno o varias de las reivindicaciones 1 a 8.

12. Un inserto para rellenar cavidades, que es adecuado para el aislamiento acústico y para la amortiguación de las vibraciones en una estructura hueca, comprendiendo dicho inserto para rellenar cavidades un material térmicamente expandible y, al menos, un miembro de fijación capaz de sujetar a dicho inserto para rellenar cavidades en una posición predeterminada dentro de dicha estructura hueca, en el que a) dicho material térmicamente expandible se extiende, al menos, substancialmente alrededor de toda la periferia de dicho inserto para rellenar cavidades y b) dicho material térmicamente expandible corresponde a una o varias de las reivindicaciones 1 a 8.

10

13. Un procedimiento para amortiguar las vibraciones generadas en el aire y en la estructura en una estructura hueca, comprendiendo dicho procedimiento a) la colocación dentro de dicha estructura hueca de un inserto para rellenar cavidades, que comprende un material térmicamente expandible y, al menos, un dispositivo de montaje, capaz de sujetar dicho inserto para rellenar cavidades en una posición predeterminada dentro de dicha estructura hueca y b) el calentamiento de dicho material térmicamente expandible a una temperatura efectiva para provocar que se expanda dicho material térmicamente expandible y entre en contacto con la superficie interior de dicha estructura hueca, con lo que se obtura por sellado dicha estructura hueca, siendo empleado el material térmicamente expandible de conformidad con una o varias de las reivindicaciones 1 a 8 a título de dicho material térmicamente expandible.

15

20

14. Una estructura de amortiguación con capa empotrada, que comprende un panel, que debe ser amortiguado, una capa de retención y una capa de material amortiguador de las vibraciones, que está situada en forma de sándwich entre dicho panel y dicha capa de retención, estando constituida la capa del material para la amortiguación de las vibraciones por el material térmicamente expandible de conformidad con una o varias de las reivindicaciones 1 a 8.

25

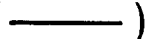
15. Un vehículo que contiene en uno o al menos sobre uno de sus componentes estructurales un material térmicamente expandible de conformidad con una o varias de las reivindicaciones 1 a 8, habiendo sido expandido el material térmicamente expandible por calentamiento a una temperatura situada en el intervalo comprendido entre 130 y 240 °C.

Fig. 1

Barrera disipativa:

Cavidad receptora (  )

Espuma altamente amortiguadora (  )

Soporte (  )

Propagación del sonido: (  )

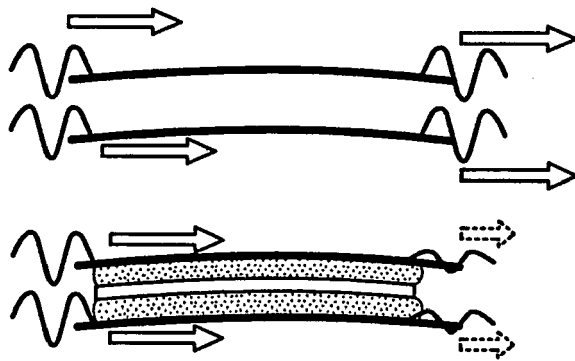


Fig. 2

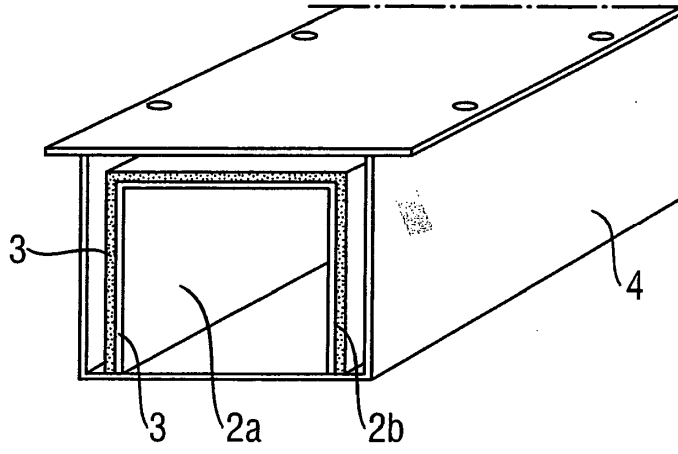


Fig. 3

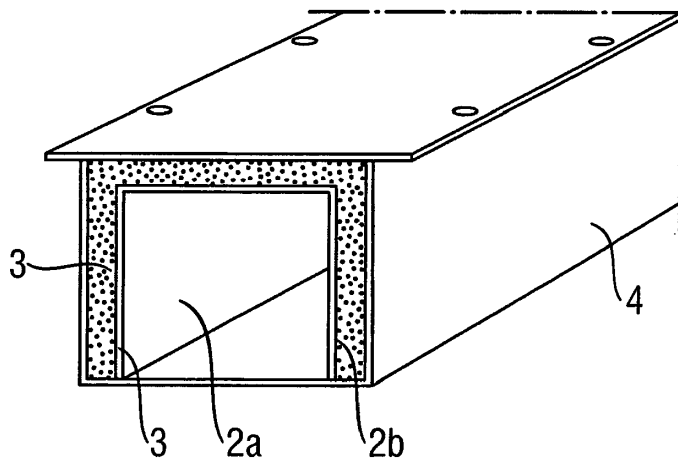


Fig. 4

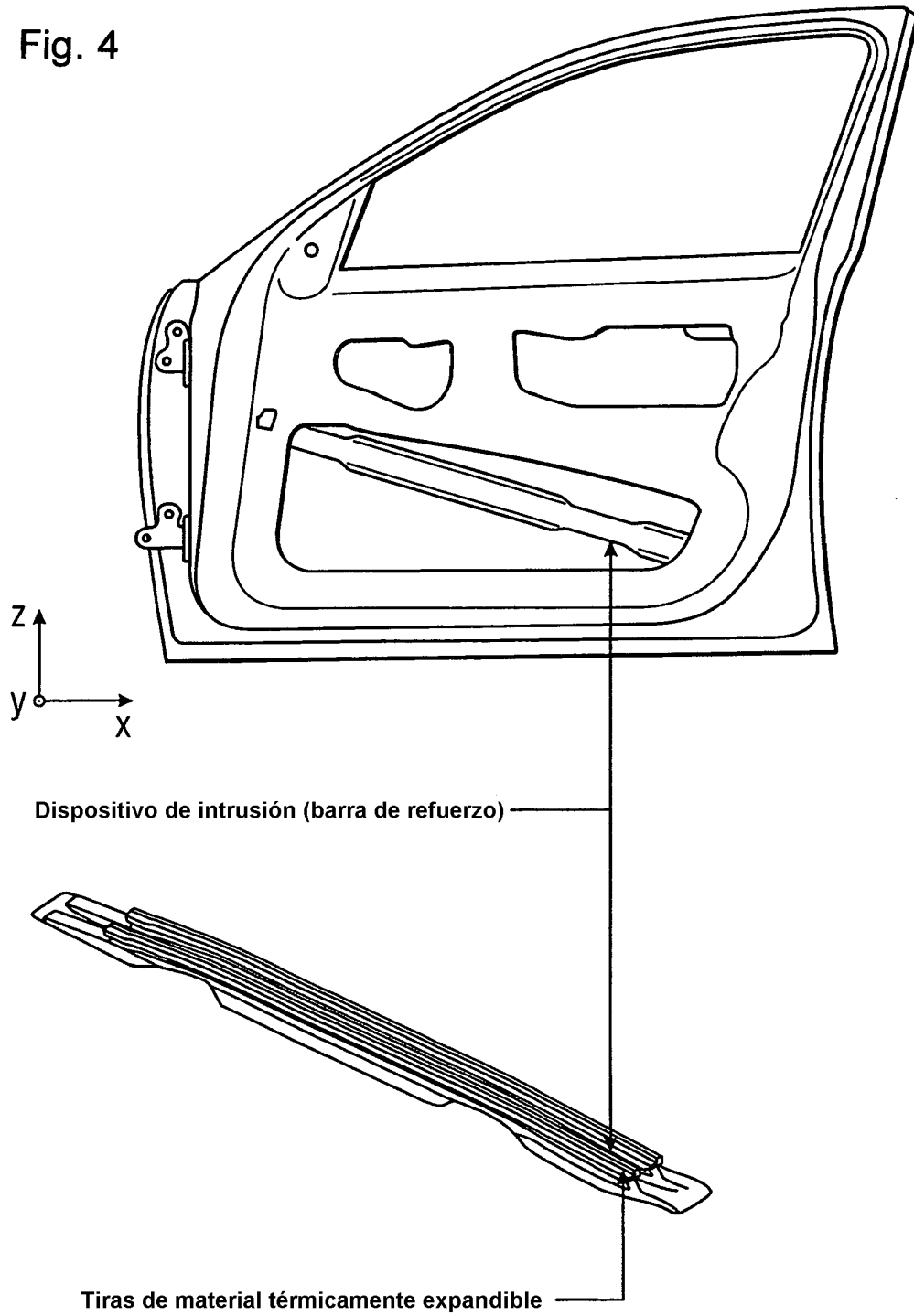


Fig. 5

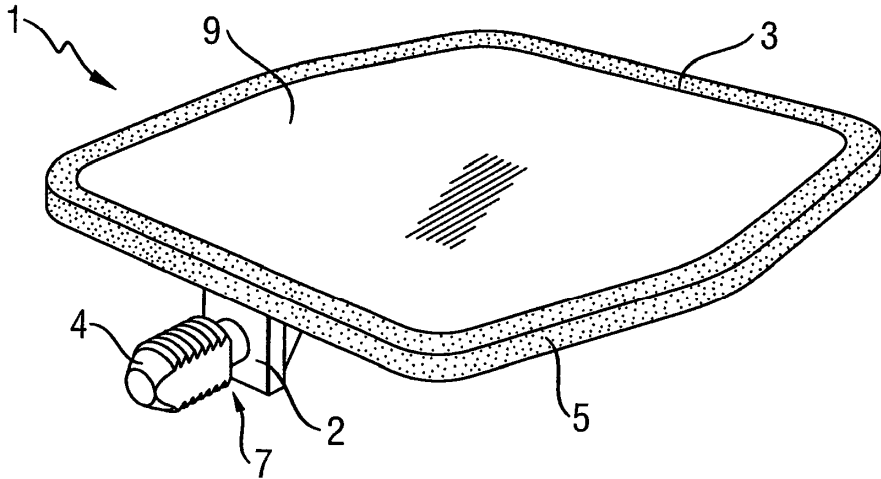


Fig. 6

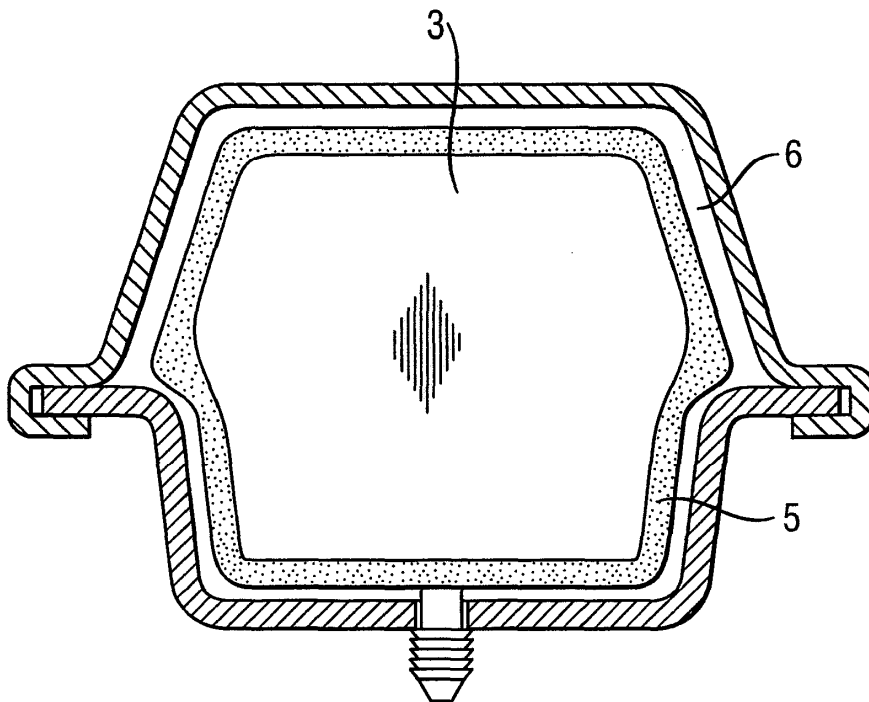


Fig. 7

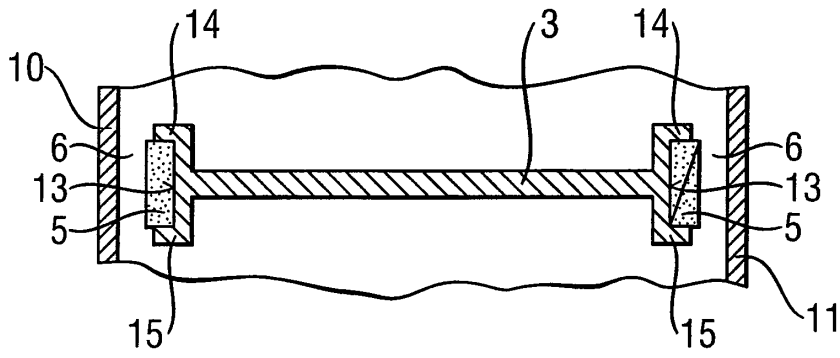


Fig. 8

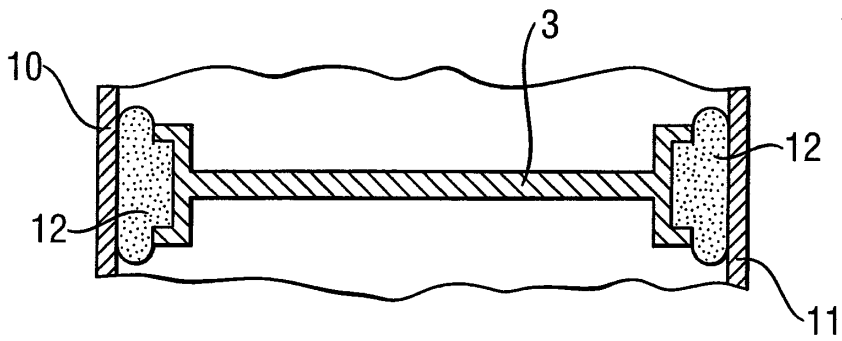


Fig. 9

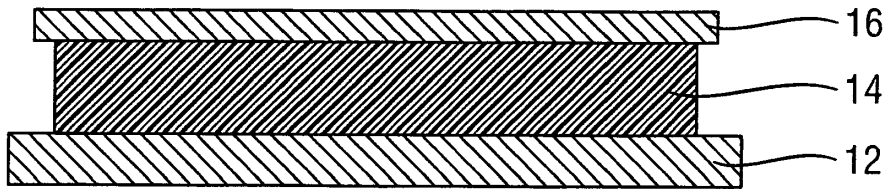


Fig. 10

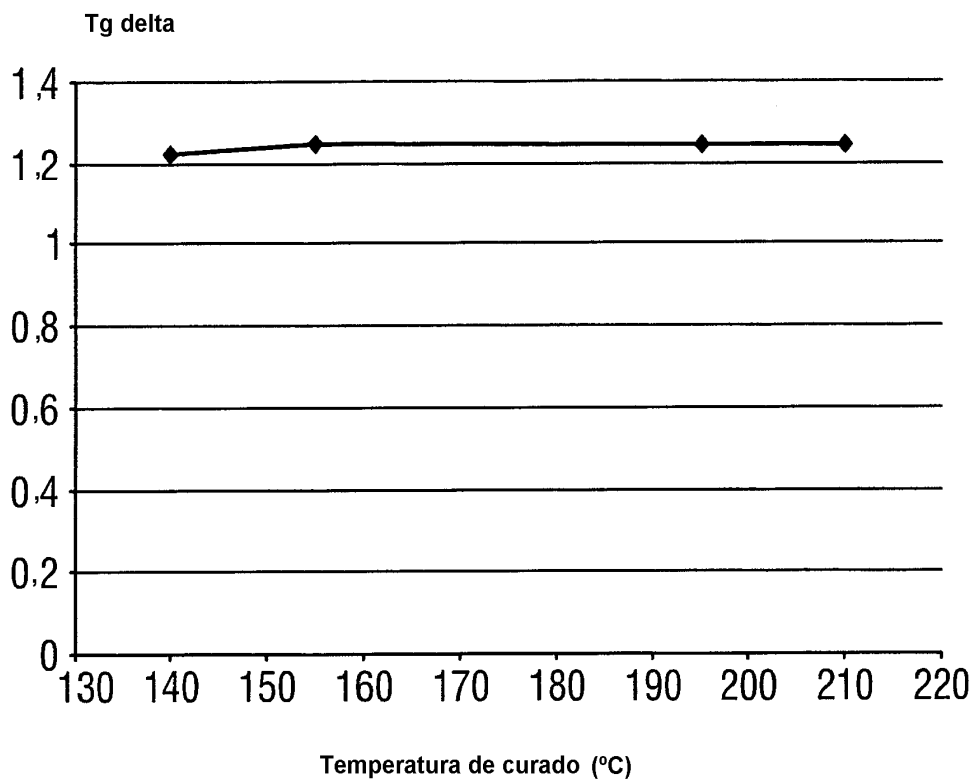
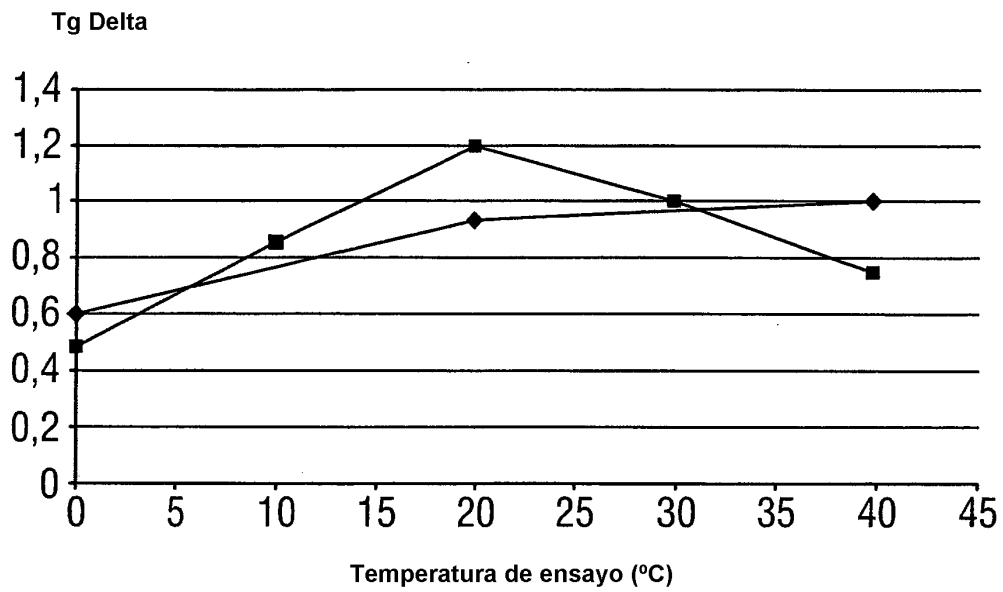


Fig. 11



- Ejemplo de trabajo
- ◆— Comparación: Material con copolímero a) solo



Fig. 12

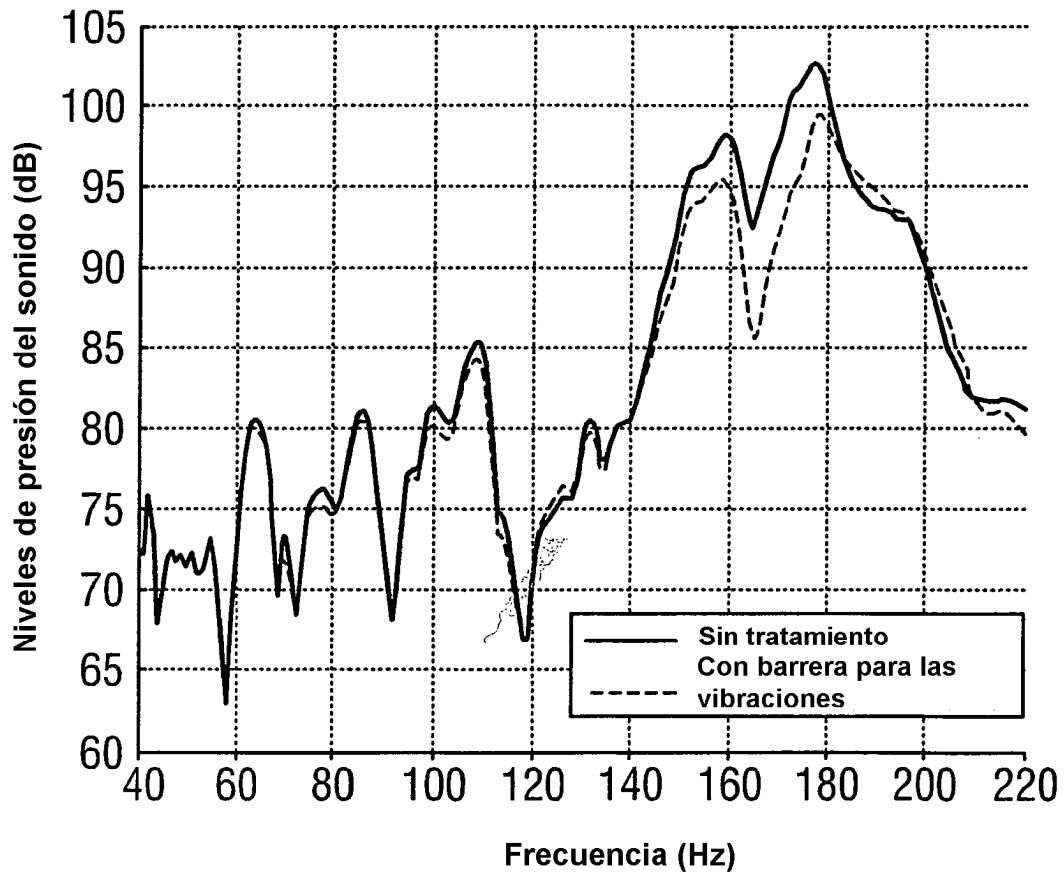


Fig. 13

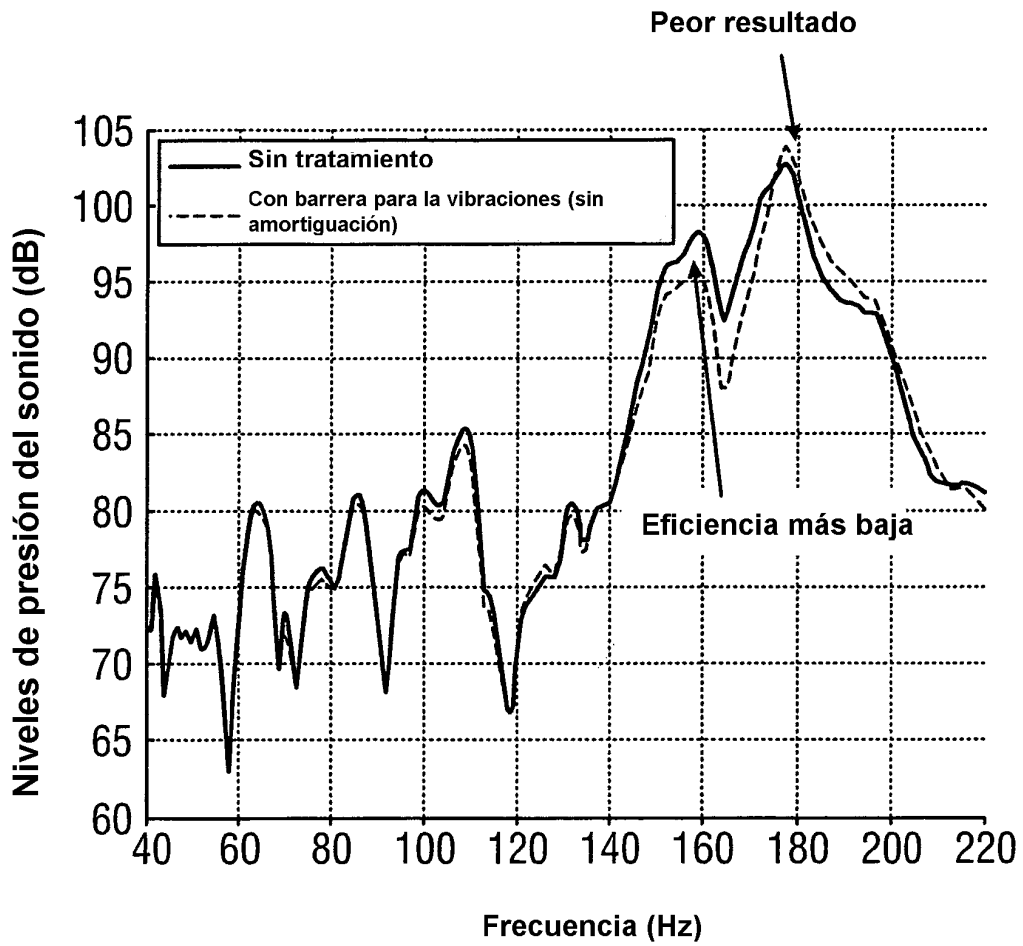


Fig. 14

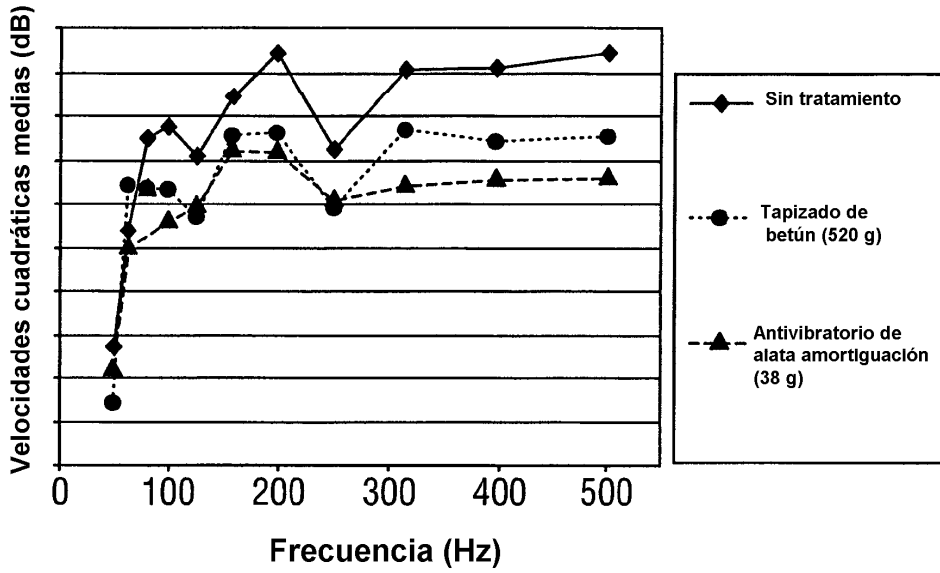


Fig. 15

