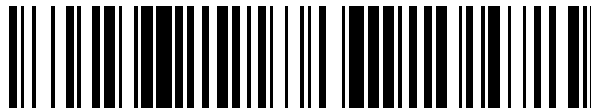


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 739 638**

51 Int. Cl.:

**F16F 7/01** (2006.01)

**F16L 55/033** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.12.2013 PCT/US2013/073221**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.06.2014 WO14093109**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2013 E 13811086 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 2932133**

54 Título: **Aparato de amortiguación de vibraciones**

30 Prioridad:

**12.12.2012 US 201213712395**

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

**03.02.2020**

73 Titular/es:

**ITT MANUFACTURING ENTERPRISES LLC  
(100.0%)  
1105 North Market Street, Suite 1217  
Wilmington, DE 19801, US**

72 Inventor/es:

**WEISBECK, JEFFREY, N.**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 739 638 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**

Aparato de amortiguación de vibraciones

5 Campo técnico

Esta invención se refiere de forma general a un aparato y a un método para la amortiguación de objetos físicos que están sujetos a cargas vibratorias. Según una versión específica, una carcasa muy flexible se llena prácticamente de materiales de amortiguación, proporcionados o producidos en forma de partículas, y fijada de forma superpuesta alrededor de un objeto físico y en el que la carcasa se configura para fijarse alrededor de objetos físicos que posean diversas formas y tamaños.

Antecedentes

Determinados objetos físicos pueden encontrarse con diferentes formas de carga de vibración en el transcurso de su uso. A modo de ejemplo, se utiliza el estribo de un vagón de ferrocarril para definir un paso estrecho a lo largo de un lado o techo de un vagón de ferrocarril. De forma típica los estribos se fabrican en acero y se montan en un vagón de ferrocarril mediante soportes en varios puntos de unión utilizando fijaciones roscadas u otros medios adecuados.

Como cabría esperar en el transcurso de su uso típico, los estribos, normalmente se desgastan, fallando habitualmente en uno o más puntos de unión entre el estribo y los soportes y, normalmente, como resultado del daño causado por las cargas de vibración que se transfieren desde el vagón de ferrocarril al estribo a través de los soportes de montaje. Estas cargas de vibración activan las frecuencias naturales fundamentales de los estribos, dando lugar de este modo a una mayor tensión. Es de imaginar que otros objetos físicos que tengan esquemas de montaje similares puedan estar sujetos a un desgaste y modos de fallo similares en el transcurso de su uso/funcionamiento. EP 1 060 970 A1 describe un amortiguador de vibración que comprende un recipiente en forma de contenedor con partículas móviles, en donde el contenedor comprende placas laterales interiores y exteriores soldadas y empernadas entre sí. EP 0 771 992 A1 describe un tubo de metal flexible que incorpora un elemento exterior amortiguador de vibración. Este elemento puede tener la forma de un anillo o forma de manga con una hendidura longitudinal o un anillo dividido.

Sumario

Esta invención se refiere a un aparato, así como a un método relacionado para amortiguar las vibraciones dentro de un objeto físico que esté sujeto a cargas de vibración según las reivindicaciones principales. Según un aspecto, una carcasa está prácticamente llena de un material amortiguador hecho de, o producido de otro modo en, forma de partículas, estando la carcasa unida al objeto físico de forma directa y fija. En una versión, la carcasa se fabrica a partir de un material flexible e incluye medios para unir, de manera liberable, la carcasa al objeto físico. Según una realización, el medio de unión liberable incluye una serie de elementos de acoplamiento que se forman a lo largo de una sección lineal que une la carcasa en una configuración cerrada. En otra versión, los elementos de acoplamiento pueden formarse como una cremallera, o configurarse con una estructura similar. En general, los medios de unión liberables permiten a la carcasa entre una configuración abierta y una cerrada.

Según al menos una versión, el objeto físico es un estribo de vagón de ferrocarril, y el material amortiguador es un material viscoelástico granular, tal como caucho de neumático granulado, en el que la carcasa se fija a la parte inferior del estribo por medio de un bastidor de unión o estructura similar que se acopla a los lados opuestos de la carcasa. Sin embargo, en el transcurso del diseño de la carcasa, resultará obvio para el experto en la técnica, que diversos materiales viscoelásticos, incluyendo materiales granulados a base de polímeros, también pueden amortiguar adecuadamente un estribo de vagón de ferrocarril u otro tipo de objeto físico al que esté unida la carcasa.

En otra versión adicional, se utiliza una carcasa flexible para amortiguación. La carcasa flexible comprende un par de láminas planas unidas entre sí y que definen al menos una cavidad interior que está al menos parcialmente llena de un material amortiguador, tal como un elastómero granulado. La carcasa puede encajarse sobre un objeto y en donde un par de bordes adyacentes de la carcasa flexible puedan fijarse de modo que coincidan. Según una versión, los elementos de sujeción se proporcionan a lo largo de la periferia de cada borde adyacente.

Según otro aspecto, se proporciona un método para amortiguar las vibraciones dentro de un objeto físico, en donde el método comprende las etapas de proporcionar una carcasa y llenar sustancialmente la carcasa con un material amortiguador y en el que la carcasa se una entonces de forma fija al objeto físico.

Según una versión del método que se describe en la presente memoria, la carcasa se define mediante un elemento flexible que tiene una cavidad sellada interior que retiene una cantidad de un material amortiguador que se proporciona o produce en forma de partículas. La carcasa definida incluye un primer borde interno y un segundo borde interno paralelo, así como elementos de unión que se proporcionan en cada uno de los bordes internos, permitiendo que la carcasa adopte una configuración abierta y una cerrada. En una realización, el primer borde interno incluye un conjunto de elementos de acoplamiento acoplables con un conjunto correspondiente de miembros de acoplamiento que se forman en el segundo borde interno de la carcasa. La carcasa se fabrica de un material flexible y está, al menos parcialmente, llena de un material amortiguador, tal como un elastómero granulado, en el que la carcasa puede colocarse sobre el objeto físico y fijarse.

Una ventaja es que pueden amortiguarse una pluralidad de objetos físicos, incluyendo aquellos que tienen formas o configuraciones curvadas o intrincadas, utilizando al menos una de las carcasas descritas en la presente memoria.

5 Otra ventaja es que la carcasa puede estar unida de modo liberable al objeto físico que se amortigua, lo que permite que la carcasa se retire selectivamente.

Estas y otras funciones y ventajas resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, que debería leerse junto con los dibujos que la acompañan.

10 Breve descripción de los dibujos

Los objetivos y características que se describen en esta solicitud pueden entenderse mejor con referencia a las reivindicaciones y dibujos que se describen a continuación. Los dibujos no están necesariamente a escala, y en su lugar el hincapié se hace, de forma general, en ilustrar los principios de la descripción.

15 La FIGURA 1 ilustra una vista en perspectiva superior de una carcasa que se llena prácticamente de material viscoelástico, según una realización ilustrativa;  
 la FIGURA 2 ilustra una vista lateral en alzado de la carcasa de la Figura 1, unida a un estribo de ferrocarril montado sobre un aparato de pruebas de vibración;  
 20 la FIGURA 3 ilustra una vista en perspectiva inferior de la carcasa de las Figuras 1 y 2, unida a un estribo de ferrocarril de la FIGURA 2;  
 la FIGURA 4 ilustra un gráfico que representa la transferencia vibracional al estribo del ferrocarril de la FIGURA 2 como función de la frecuencia vibracional, que se muestra con la carcasa y sin la carcasa para comparación;  
 25 las FIGURAS 5A-5B ilustran diversas aplicaciones en relación con al menos a una cavidad situada dentro de un objeto físico;  
 la FIGURA 6 es una vista superior de un aparato de amortiguación de vibración, según una realización ilustrativa de la invención, en una condición preinstalada o abierta;  
 la FIGURA 7 es una vista ampliada de un elemento de acoplamiento del aparato de amortiguación de vibraciones de la Figura 6;  
 30 la FIGURA 8 es una vista superior del aparato de amortiguación de vibraciones de la Figura 6 acoplado a un objeto físico;  
 la FIGURA 9 es una vista lateral del aparato de amortiguación de vibraciones montado de la Figura 8;  
 la FIGURA 10 es una vista en perspectiva superior del aparato de amortiguación de vibraciones de las Figuras 6-8, una vez montado; y  
 35 la FIG .11 es una vista ampliada de una parte del aparato de amortiguación de vibraciones de las Figuras 6-10.

Descripción detallada

40 En la presente memoria se proporcionan determinadas realizaciones ilustrativas de un aparato de amortiguación de vibraciones, y un método relacionado de uso del aparato amortiguador. Resultará obvio, sin embargo, que son posibles varias modificaciones y variaciones para los expertos en la técnica. Además, se utilizan determinados términos a lo largo de la descripción para proporcionar un marco de referencia adecuado con respecto a los dibujos que la acompañan. Estos términos no pretenden limitar excesivamente el alcance de la invención, incluyendo las reivindicaciones, a menos que se indique expresamente.

45 La FIGURA 1 ilustra una primera realización ilustrativa de un aparato de amortiguación de vibraciones. Este aparato, que en la presente memoria se etiqueta con el número de referencia 100, comprende una carcasa 110 que está llena prácticamente de un volumen de material 120 viscoelástico granulado (también denominado de forma sinónima como "material viscoelástico"). Según esta realización, la carcasa 110 se define mediante una configuración sustancialmente  
 50 cúbica que adicionalmente se define mediante una superficie inferior (no mostrada), así como por una pluralidad de superficies laterales 113 (no todas mostradas en la FIGURA 1) en las que la carcasa 110 se fabrica preferiblemente a partir de una aleación metálica, tal como de una lámina metálica. En otras realizaciones, la carcasa 110 puede fabricarse, de forma alternativa, de madera, plástico y/u otro tipo de material que pueda contener adecuadamente el material viscoelástico e impedir la entrada de humedad en los límites de la carcasa 110. Las superficies 113 inferior y  
 55 lateral son no porosas y están diseñadas para retener el material 120 viscoelástico dentro de los límites de la carcasa 110.

60 Como se muestra, la carcasa 110 incluye una cavidad interior 116 que se extiende en la carcasa a través de una abertura en una superficie superior 111 dentro de la cual se contiene el volumen de material 120 viscoelástico granulado. En otras realizaciones, la carcasa 110 puede incluir múltiples cavidades, pudiendo emplearse cada una de ellas para almacenar material viscoelástico. Opcionalmente, puede unirse a la superficie superior 111 una tapa o cubierta 118 para sellar completamente la abertura y la carcasa 110, para evitar el escape del material viscoelástico confinado en la carcasa 110. Más especialmente, y según esta realización, la tapa 118 está diseñada para ser colocada y ajustada por fricción (encajada) en la abertura superior de la cavidad interior 116.  
 65 La tapa 118 funciona como un tapón para sellar la cavidad interior 116.

Como se ha indicado, la cavidad interior 116 de la carcasa 110 está prácticamente llena del material 120 viscoelástico granulado. Obsérvese que estar “prácticamente llena”, como se pretende en la presente memoria, no requiere que la cavidad interior 116 esté completamente llena (p. ej., empaquetada) con material viscoelástico, para proporcionar la ventaja de una amortiguación vibracional sustancial. Por ejemplo, llenar la cavidad interior 116 con material viscoelástico hasta al menos aproximadamente un 75 % de su máxima capacidad de llenado, proporcionará una amortiguación vibracional sustancial. Según esta realización descrita, toda la carcasa 110, que, como sinónimo, se denomina en adelante como una caja amortiguadora, pesa aproximadamente 0,8 kilogramos (1,7 libras). Los parámetros anteriores, incluyendo la forma de la carcasa 110, pueden alterarse adecuadamente dependiendo, por ejemplo, del objeto físico y de su uso previsto.

En esta realización ilustrativa, la carcasa 110 incluye un medio para, de forma fija, unir la carcasa a un objeto físico, tal como un estribo de vagón de ferrocarril (también denominado en esta solicitud “un estribo” o “estribo de ferrocarril”). Según esta realización ilustrativa, se dispone un conjunto de cuatro (4) fijaciones roscadas 112a-112d en relación con la cavidad interior 116 de la carcasa 110 y se proporcionan en la superficie superior 111. Según esta realización, se dispone un par de fijaciones roscadas 112a, 112ba lo largo de un lado de la abertura de la carcasa 110, y se proporciona otro par de fijaciones roscadas 112c, 112d sobre una cara opuesta de la abertura, esta última con una forma prácticamente rectangular, según esta versión ilustrativa.

Cada una de las fijaciones roscadas 112a-d, según esta realización, son pernos roscados que se orientan con la cabeza del perno (no mostrada) dispuesta en el lado interior de la superficie superior 111 y la posición del vástago que se extiende hacia arriba, como se muestra en la FIGURA 1. Como se muestra, cada fijación roscada 112a-112d se enrosca a un componente 114a-114d de tuerca, fijando la fijación roscada 112a-112d y el componente 114a-114d de tuerca a la carcasa 110. En la realización mostrada, el material viscoelástico 120 es caucho 120 de neumático granulado, que puede verse a través de la abertura superior de la cavidad interior 116.

Según esta realización ilustrativa, el mecanismo de unión se define mediante los pernos 112a-112d que incluyen sus contrapartes 114a-d de tuerca, diseñadas para mantener un contacto físico directo entre la carcasa 110 y el objeto físico (es decir, el estribo de ferrocarril) mientras la carcasa 110 se une de forma fija al objeto físico. En cuanto a la realización ilustrativa que se muestra, las dimensiones físicas específicas de la carcasa 110 son 6,98 cm (2,75 pulgadas) de alto, 12,06 cm (4,75 pulgadas) de ancho y 12,06 cm (4,75 pulgadas) de profundidad. De forma alternativa, la carcasa 110 puede diseñarse y fabricarse separada de los medios de unión fija, tal como sin los pernos, por ejemplo, y/o puede estar fabricada de diversos otros tipos de material, y fabricada en diversas formas y tamaños, siempre que el material viscoelástico pueda estar contenido de forma segura dentro de los límites de la carcasa 110, y mientras la carcasa 110 esté unida de forma fija al objeto físico.

La FIGURA 2 ilustra una vista lateral en alzado de la carcasa 110 de la Figura 1 unida a un estribo 210 de ferrocarril, que se monta sobre un aparato 200 de pruebas de vibración. Como se muestra, el estribo 210 de ferrocarril se monta de forma fija sobre un soporte 220 del aparato 200 de pruebas de vibración, mediante un conjunto de cuatro (4) soportes 212a-212d de montaje, dispuestos para acopar cada extremo de esquina del estribo 210.

La carcasa 110 se une de forma fija a la parte inferior del estribo 210 mediante el mecanismo de unión, para permitir el acoplamiento entre las fijaciones roscadas 112a-112d, cada componente 114a-114d de tuerca respectivo y el propio estribo 210. El estribo 210 en esta posición montada se dispone entre la carcasa 110 y cada componente 114a-114d de tuerca, (véase la Figura 1), que se enrosca a cada apéndice roscado 112a-112d, de la carcasa 110.

Obsérvese que no es necesario que el material viscoelástico granulado que se almacena dentro de la cavidad interior 116 esté en contacto directo con el objeto físico. La carcasa 110 está prácticamente llena de material viscoelástico granulado, en donde la carcasa 110 se pone en contacto directo con el objeto físico, mientras que la carcasa 110 se une de forma fija al objeto físico.

El aparato 200 de pruebas de vibración está diseñado para transferir un espectro de energía vibracional al estribo 210 a través de los soportes 212a-212d de montaje. El aparato 200 de pruebas de vibración también está diseñado para medir la energía vibracional que se transfiere al estribo 210 de ferrocarril sometido a prueba. La energía vibracional se transfiere al estribo 210 mediante contacto físico directo entre cada una de las (4) esquinas extremas del estribo 210 y un soporte 212a-212d de montaje respectivo del aparato 200 de pruebas de vibración. Cada esquina extrema del estribo 210 se emperna (no mostrado) a un soporte 212a-212d de montaje respectivo del aparato 200 de pruebas de vibración.

La disposición de montaje que se muestra en la FIGURA 2 es un ejemplo de una disposición de montaje típica entre la carcasa 110 de la FIGURA 1 y un estribo 210. Debería ser obvio que pueden emplearse otros tipos de disposiciones de montaje. Por ejemplo, y en otras disposiciones de montaje alternativas, podría emplearse una correa (no mostrada) para unir la carcasa 110, u otra realización de la carcasa, al estribo 210 o a otro tipo de objeto físico, para que dicha vibración se amortigüe. Opcionalmente, las fijaciones roscadas podrían utilizarse en su lugar para unir otro objeto intermedio, tal como un componente de acoplamiento de correa (no mostrado), que actúe como un accesorio de la carcasa 110, y que facilite la unión entre la carcasa 110 y la correa (no mostrada).

La FIGURA 3 ilustra una vista en perspectiva de la carcasa 110 de las Figuras 1 y 2, unidas de forma fija a la parte inferior del estribo 210 de ferrocarril de la FIGURA 2 sometido a prueba. Como se muestra, el estribo 210 de ferrocarril incluye un panel rectangular de rejilla que incluye una pluralidad de orificios 312a-312c que atraviesan el espesor del estribo 210 de ferrocarril. El estribo 210 que se muestra en la presente memoria está dimensionado para tener 181,6 cm (71,5 pulgadas) de longitud y 67,3 cm (26,5 pulgadas) de anchura, aunque las dimensiones anteriores pretenden ser ilustrativas. Cada una de las fijaciones roscadas 112a-112d de la carcasa 110 se introducen hacia arriba y a través de un orificio 312a-312c respectivo proporcionados dentro del estribo 210, mientras que el componente 114a-114d de tuerca, Figura 1, se enrosca a cada fijación 112a-112d desde un lado superior (no mostrado en esta vista) del estribo 210. En esta realización, la pluralidad de orificios 312a, 312b, 312c dentro del estribo 210 permite una amplia variedad de ubicaciones a las que puede unirse la carcasa 110 al estribo 210.

La FIGURA 4 ilustra una representación gráfica 400 del resultado del aparato 200 de pruebas vibracional basados en la transferencia de aceleración vibracional al estribo 210 de las FIGURAS 2-3, como una función de la frecuencia vibracional de dicha aceleración vibracional. El aparato 200 de pruebas de vibración transfiere la aceleración vibracional al estribo 210 a través de los soportes 212a-212d de montaje.

Como se muestra, el gráfico 400 incluye un eje horizontal 412 y un eje vertical 414. El eje horizontal 412 indica los valores de frecuencia vibracional (hercios) de la aceleración vibracional (decibelios) que se transfieren al estribo 210. El eje vertical 414 indica una diferencia de aceleración vibracional, medida en decibelios, entre la energía vibracional de un estribo 210 con una carcasa 110 unida, y la energía vibracional de un estribo 210 sin una carcasa 110 unida (línea discontinua). Obsérvese que las mediciones en decibelios corresponden a un valor de referencia, marcado como "0", marcado en el eje vertical 414. Cada valor de decibelio representa la aceleración vibracional dentro del estribo 210, que se mide en relación con el valor de referencia.

Todavía con referencia a la Figura 4, la aceleración vibracional se correlaciona con la frecuencia vibracional, donde la frecuencia vibracional se mide dentro de un intervalo de 10 a 100 hercios. Las mayores cantidades de energía vibracional están dentro de los picos de aceleración vibracional, también denominados picos resonantes, y parecen estar situados en valores de frecuencia de aproximadamente 25 hercios, 45 hercios y 75 hercios, como indican 416a, 416b y 416c, respectivamente, en el gráfico 400. Estos picos indican una amplificación de la energía vibracional dentro del estribo 210 a estas frecuencias indicadas 416a-416c.

Como se muestra en este gráfico 400, la unión del aparato 110 de amortiguación de vibraciones al estribo 210 provoca una reducción significativa de la amplificación de la energía vibracional dentro del estribo 210 en cada una de las frecuencias indicadas 416a-416c.

Por ejemplo, este gráfico 400 indica aproximadamente un 75 % de reducción en energía vibracional dentro del estribo 210 a aproximadamente 25 hercios, una reducción de aproximadamente un 80 % a aproximadamente 45 hercios y aproximadamente una reducción de un 90 % a aproximadamente 75 hercios. Los estribos 210 en los vagones ferroviarios fallan en ubicaciones de unión entre el estribo 210 y el vagón debido a la vibración (excitación) del estribo 210 en frecuencias resonantes causadas por la transferencia de energía vibracional procedente de un vagón de tren en funcionamiento.

De forma ventajosa, la unión del aparato 110 de amortiguación vibracional a un estribo 210 reduce sustancialmente estas fuerzas vibracionales que actúan sobre el estribo en las frecuencias resonantes, y como resultado de ello, reduce el desgaste y desgarramiento del estribo 210 en los lugares de unión al vagón de ferrocarril, y se amplía la vida útil (longevidad) del estribo 210, mientras esté unido a un vagón de ferrocarril operativo.

La FIGURA 5A muestra otra realización ilustrativa, en la que un objeto físico en sí puede amortiguarse mediante la conformación de al menos una cavidad (vacía) situada dentro del objeto físico. Como se muestra, se proporciona una viga cuadrada 510 que tiene un interior hueco y definida por una forma cuadrada o rectangular. Sin embargo, en la presente memoria se contemplan otras formas poligonales, tales como trapezoidal, pentagonal y también circular, para los propósitos de esta realización, en donde el diseño de la viga cuadrada hueca es simplemente ilustrativo. Por ejemplo, y haciendo aún referencia a la Figura 5A, una viga cilíndrica 520 también es un tipo de viga estructural hueca, pero que tiene una sección transversal circular. Es visible igualmente una cavidad interior 522 a través de un extremo abierto 520a. Más específicamente, y según la realización específica, la caja cuadrada 510 es hueca y se define por una cavidad interior 512, que también se denomina en la presente memoria cavidad vacía o vaciada, que es visible a través de un extremo abierto 510a de la misma. Tanto la caja cuadrada 510 como la viga cilíndrica 520 se utilizan cada una de ellas, de forma típica, como elementos estructurales dentro de otras estructuras para proporcionar resistencia y apoyo frente a cargas dirigidas.

Para amortiguar las vibraciones dentro de la caja cuadrada 510, se dispone un volumen de material viscoelástico granulado en el interior de la cavidad 512 de la caja cuadrada 510. Igualmente, y para amortiguar las vibraciones dentro de la viga cilíndrica 520, se dispone un volumen de material viscoelástico granulado dentro de la cavidad interior 522 de la viga cilíndrica 520.

Opcionalmente, el material viscoelástico puede empaquetarse densamente en cualquier cavidad 512, 522, pero dicho empaquetado denso no es necesario para obtener características de amortiguación vibracional sustanciales. Por ejemplo, rellenar con holgura cualquier cavidad 512, 522 con material viscoelástico granulado a aproximadamente un 75 % de su capacidad máxima de empaquetamiento, también proporciona una amortiguación vibracional sustancial.

El material viscoelástico granulado se introduce dentro de la viga cuadrada 510 o de la viga cilíndrica 520 mediante al menos un tapa 514, 524 de extremo. La viga cuadrada 510 puede llenarse con material viscoelástico a través de su extremo abierto 510a. Tras el llenado, se une una tapa 514 de extremo a la viga cuadrada 510 en su extremo abierto 510a para contener el material viscoelástico almacenado. La tapa 514 de extremo está diseñada para funcionar como un tapón que se ajusta por fricción en la cavidad 512. Igualmente, la viga cilíndrica 520 puede llenarse con material viscoelástico a través de su extremo abierto 520a. Tras el llenado, una tapa 524 de extremo puede unirse a la viga cilíndrica 520 en su extremo abierto 520a para contener el material viscoelástico almacenado. La tapa 524 de extremo está diseñada para funcionar como un tapón que se encaja en la cavidad 522.

En algunas realizaciones, la tapa 514, 524 de extremo está diseñada para rodear y, opcionalmente, encajar alrededor de cada extremo abierto 510a, 520a. En otras realizaciones, como se muestra, la tapa de extremo está diseñada como un tapón para entrar parcialmente y sellar cada cavidad respectiva 512, 522 que sea accesible desde cada extremo abierto 510a, 520a de la viga cuadrada 510 o de la viga cilíndrica 520. Las realizaciones anteriormente mencionadas de la tapa de extremo están diseñadas para actuar como prevención de fugas (escape) de material viscoelástico desde la cavidad de la viga cuadrada 512 o desde la cavidad de la viga cilíndrica 522.

La FIGURA 5B ilustra un armazón 530 construido a partir de una unión de una pluralidad de vigas 520 cilíndricas huecas que forman una estructura 530 tipo marco (tipo escalera). Para obtener características de amortiguación vibracional, al menos algunas, o todas, las vigas cilíndricas 530a-530e se llenan prácticamente con material viscoelástico granulado dentro de sus respectivas cavidades. Como se muestra, las vigas cilíndricas 530a y 530b se llenan con material viscoelástico a través de sus extremos abiertos 532a y 532b, respectivamente. El material viscoelástico está contenido dentro de cada viga cilíndrica hueca 530a, 530b respectiva mediante las tapas 534a y 534b de extremo, respectivamente. Las tapas 534a, 534b de extremo están diseñadas para funcionar como tapones que se encajan en las cavidades 532a y 532b, respectivamente.

En algunas realizaciones, el armazón 530 se construye para constituir al menos una parte de un estribo. Opcionalmente, se tiende una superficie para caminar y se une encima del armazón 530 para construir un estribo de ferrocarril. Los puntos de unión del estribo se pueden crear en ubicaciones sobre el armazón 530 y/o sobre la superficie para caminar (no mostrada). En otras realizaciones, el armazón 530 puede funcionar como un armazón o como andamiaje para soportar otro tipo de superficie, tal como una superficie de pared o de suelo, u otro componente estructural.

Haciendo referencia a las Figuras 6-11, se proporciona un aparato de amortiguación de vibraciones, según una realización ilustrativa de la invención, que puede ajustarse encima o sobre el exterior de un objeto físico para fines de amortiguación de las vibraciones. Según esta versión, el aparato 700 de amortiguación de vibraciones comprende una carcasa 704 fabricada de un material flexible que incluye al menos una cavidad interior que contiene una cantidad de material de amortiguación en forma de partículas. Más específicamente, la carcasa 704 se define mediante una construcción plana flexible que incluye un par de lados 708, 712 que se disponen alrededor de un eje o costura central 715 que permiten plegar o envolver la carcasa alrededor de un objeto físico 750, Figura 8.

Según esta realización ilustrativa, y con referencia específicamente a la Figura 6, cada lado 708, 712 de la carcasa 704 se define mediante un par de láminas comúnmente hechas de un material impermeable a los fluidos, y que se disponen en relación superpuesta, en el que cada una de las láminas se fijan entre sí, y con cada lado 708, 712 fijándose entre sí en la costura central 715. Un material adecuado para su uso es Nomex, aunque pueden utilizarse otros materiales que permitan envolver, que sean impermeables a los fluidos y permitan el sellado. Como se describe en la presente memoria, las láminas de cada lado 708, 712 de la carcasa 704 se cosen entre sí en sus respectivos bordes, y los lados se cosen entre sí a lo largo de la costura 715 del centro. De forma alternativa, las láminas y los lados 708, 712 pueden sellarse mediante encastrado térmico, soldadura ultrasónica u otras técnicas adecuadas.

Al menos una cavidad interior se proporciona de forma adicional en cada lado 708, 712 de la carcasa 704 definida. Según esta realización, se proporcionan un total de dos (2) cavidades interiores 717, 719 en cada lado 708, 712 y en donde los lados de la carcasa 704 crean imágenes especulares alrededor de la costura central 715. Las cavidades interiores 717, 719 se sellan según esta realización, mediante cosido, después de que cada cavidad se llene de un volumen adecuado de material de amortiguación en forma de partículas, tal como un elastómero granulado, y en las que un segmento intermedio 721 de cada lado 708, 712 de la carcasa 704 entre las cavidades 717, 719 interiores definidas no se llena con material de amortiguación.

Ensamblada la carcasa y todavía en referencia a la Figura 6, la carcasa, según esta realización ilustrativa, se define mediante una forma tipo "pajarita" que tiene una anchura mínima en la costura central 715 que se estrecha linealmente a lo largo de los respectivos lados superior e inferior 725, 727 de la carcasa 704 en cada lado 708, 712 de los mismos hasta un máximo en los bordes 731, 735 exteriores opuestos. Los bordes 731, 735 exteriores opuestos de cada lado 708, 712 de la carcasa 704 se definen además por un contorno curvado (radial).

Una pluralidad de elementos 740 de acoplamiento están anclados al cerramiento 704 en el borde exterior 731, 735 de cada lado 708, 712 y, más específicamente, adyacentes a cada una de las cavidades interiores 717, 719, estando acoplados los elementos 740 de acoplamiento dentro de una parte 737 de borde, adyacentes a cada borde exterior 731, 735 de la carcasa 704. Más específicamente, y como se muestra en la Figura 7, los elementos 740 de acoplamiento, según esta realización, se definen por ganchos 744 que se fijan a los anclajes 747 unidos a la parte 737 de borde. Los miembros 740 de acoplamiento se disponen en una manera circunferencial siguiendo el contorno radial de cada borde exterior 731, 735 y se disponen con el gancho 744 que se extiende hacia fuera desde el anclaje 747 con un segmento de acoplamiento en forma de "C" de cada gancho, siendo flexionados interiormente hacia el eje central 715.

La carcasa flexible 704 se ajusta entonces en relación superpuesta alrededor del objeto físico 750 que, como se muestra en las Figuras 8-10, y según la realización ilustrativa, es una unión de tubería en codo que tiene una construcción arqueada. En esta realización ilustrativa, se tira de la carcasa flexible 704 sobre la superficie exterior curvada del objeto 750, de modo que los bordes 731, 735 exteriores curvados se alinean y enfrentan entre sí. Para cerrar y unir de forma fija la carcasa 704 al objeto físico 750, se utiliza una sección de enlazado (no mostrada) para entrelazar los elementos 740 de acoplamiento haciendo avanzar los extremos de enlazado a través de los ganchos 744 en lados opuestos de modo repetible.

Como se ha señalado anteriormente, y según esta realización ilustrativa, las partes intermedias 721 de la carcasa 704 no se llenan con material de amortiguación ni incluyen elementos 740 de acoplamiento, para acomodar una abrazadera adicional (no mostrada) que se coloca sobre la carcasa 704 tras el ensamblado a la unión de tubería acodada. No obstante, dependiendo de la aplicación, puede llenarse todo o la totalidad del volumen de la carcasa 704, o llenarse de forma sustancial, con material amortiguador en forma de partículas, tal como material de amortiguación granulado, utilizando una única cavidad interior. También debe ser evidente que la carcasa puede adoptar numerosas otras formas en las que no se requiere necesariamente la presencia de lados y una costura central. De forma alternativa, pueden proporcionarse otros medios de unión. Por ejemplo, podría proporcionarse de forma alternativa una estructura similar a una cremallera en lugar de los elementos 740 de acoplamiento para fijar de forma liberable la carcasa una vez envuelta alrededor del objeto físico de interés.

Para los propósitos de esta invención, se denominan "materiales viscoelásticos" aquellos materiales para los que la relación entre tensión y deformación depende de una duración en la que un material se encuentre bajo tensión. Ejemplos de materiales viscoelásticos típicos incluyen polímeros amorfos, polímeros semicristalinos, biopolímeros, metales a temperaturas muy altas y materiales de betún, como el asfalto. Algunos polímeros se clasifican como elastómeros, que se consideran similares al caucho y que pueden estirarse, tales como el caucho sintético, mientras que otros polímeros se clasifican como no elastómeros. Por ejemplo, algunos geles, tales como los geles de lactosuero, se consideran viscoelásticos, pero no similares al caucho.

Las realizaciones de la invención emplean material de amortiguación, tal como material de amortiguación viscoelástico que pueda producirse en forma de partículas, como el material granular. Algún material de amortiguación viscoelástico, como el caucho de neumáticos granulado, tiene una gravedad específica aparente inferior a 1,0, siendo menos densa que el agua. Sin embargo, otros tipos de materiales viscoelásticos, tales como el asfalto, tiene una gravedad específica aparente superior a 1,0. Otros materiales viscoelásticos adicionales se definen por una mezcla de materiales a base de polímeros y a base de no polímeros.

Resultará obvio que es posible realizar otras modificaciones y variaciones dentro de los ámbitos previstos de la presente invención, según las siguientes reivindicaciones:

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato (700) de amortiguación de vibraciones dentro de un objeto físico, comprendiendo dicho aparato (700):

5 una carcasa (704) sustancialmente flexible y rellena con holgura de un material de amortiguación granulado en forma de partículas, estando dicha carcasa flexible (704) fabricada a partir de un par de láminas comúnmente fabricadas de un material impermeable a los fluidos y que se disponen en relación superpuesta y fijadas entre ellas, estando configurada la carcasa (704) para envolverse completamente alrededor del objeto físico, teniendo la carcasa flexible (704) un par de bordes exteriores opuestos (731, 735) dispuestos alrededor de una costura central (715) que define los lados (708, 712) de la carcasa (704) en donde los bordes (731, 735) exteriores opuestos se fijan entre sí de forma liberable para retener dicha carcasa flexible (704) sobre dicho objeto físico cuando se envuelve el mismo, y en el que la carcasa flexible (704) incluye al menos una cavidad interior (717, 719) definida en cada cara (708, 712), cada dicha al menos una cavidad interior (717, 719) estando delimitada por el par de láminas, uno de los bordes exteriores (731, 735) y la costura central (715), en donde al menos una cavidad interior (717, 719) se llena sustancialmente con material de amortiguación granulado.

2. El aparato (700) de la reivindicación 1, en donde cada uno de dichos (731, 735) bordes exteriores opuestos incluye una pluralidad de elementos (740) de acoplamiento, teniendo cada uno de dichos elementos (740) de acoplamiento ganchos (744) que pueden acoplarse mediante enlazado para fijar de forma liberable dicha carcasa (704) después de envolver el objeto físico.

3. El aparato (700) de la reivindicación 1, en donde cada una de dichas caras (708, 712) de la carcasa (704) son sustancialmente imágenes especulares que están separadas entre sí por la costura central (715), incluyendo cada lado (708, 712) dos cavidades interiores (708, 712).

4. El aparato (700) de la reivindicación 1, en donde dicho material amortiguador comprende un elastómero granulado o en donde dicho material amortiguador es un elastómero granulado.

5. El aparato de la reivindicación 1, en donde el material impermeable a fluidos es Nomex y/o en donde cada lado de la carcasa flexible (704) incluye un par de cavidades interiores (717, 719) separadas por una cavidad intermedia (721), en donde solo las cavidades interiores (717, 719) contienen el material amortiguador.

6. Un método para amortiguar las vibraciones dentro de un objeto físico, comprendiendo dicho método las etapas de:

35 proporcionar una carcasa flexible fabricada a partir de dos láminas, estando cada lámina fabricada de un material impermeable a los fluidos, teniendo la carcasa flexible (704) una costura central (715) que separa las respectivas caras (708, 712) de la carcasa (704), teniendo cada una de las caras (708, 712) de la carcasa flexible (704) al menos una cavidad interior (717, 719) que se llena sustancialmente y de forma holgada con un material de amortiguación producido en forma de partículas; estando delimitada cada cavidad interior (717, 719) por un borde exterior (731, 735) de la carcasa (704), por la costura central (715) y por las dos láminas; envolver dicha carcasa flexible (704) en relación superpuesta una parte de dicho objeto físico; y fijar dicha carcasa flexible (704) a dicho objeto físico, en donde los bordes exteriores (731, 735) en las caras de la carcasa (704) están fijados entre sí de forma liberable tras envolver la carcasa (704) alrededor del objeto físico.

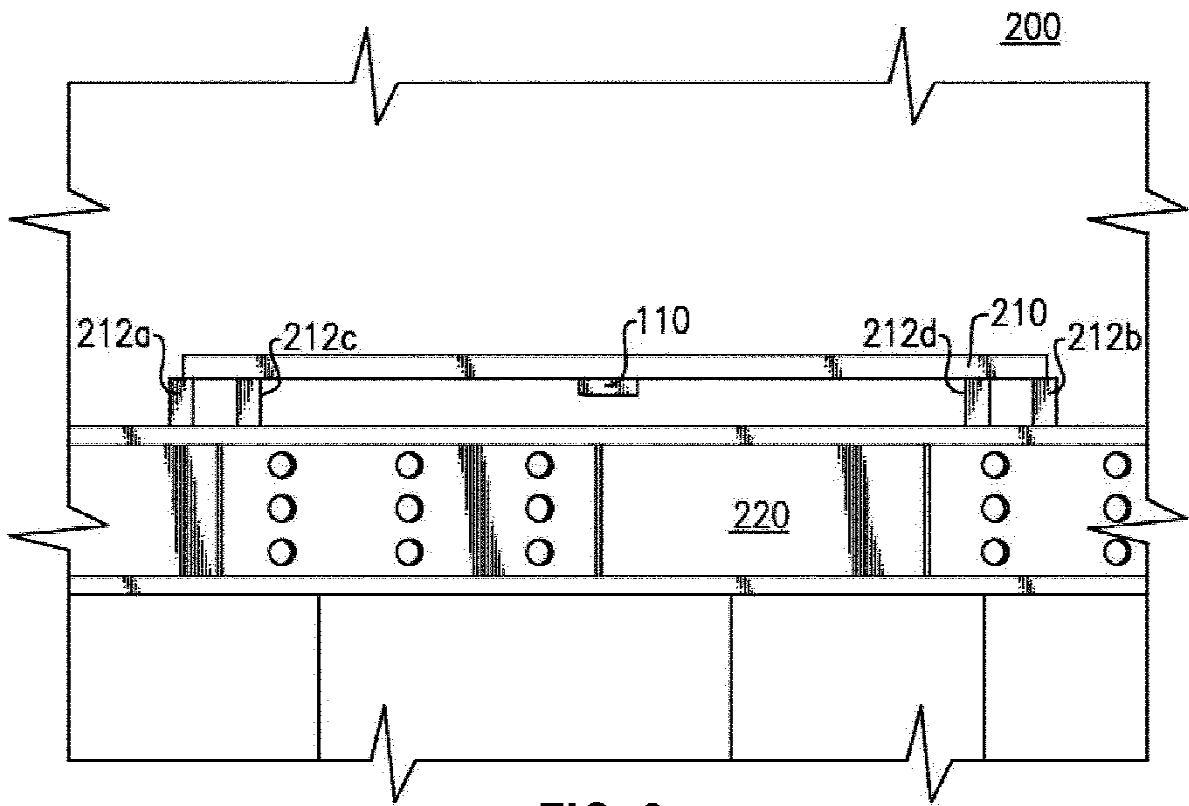
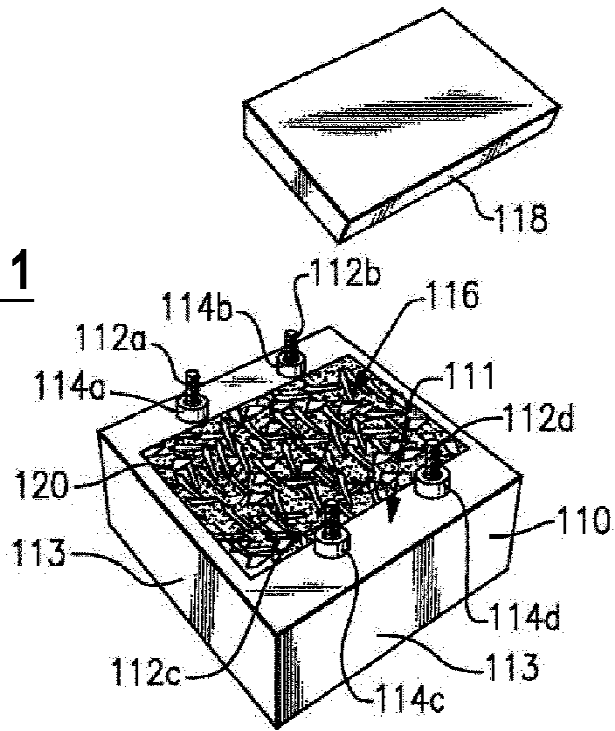
7. El método de la reivindicación 6, en donde cada uno de dicho bordes (731, 735) exteriores laterales incluye una pluralidad de elementos (740) de acoplamiento utilizados para fijar dicha carcasa flexible (704) una vez haya envuelto el objeto físico.

8. El método de la reivindicación 6, en donde dicho material de amortiguación es un elastómero granulado.

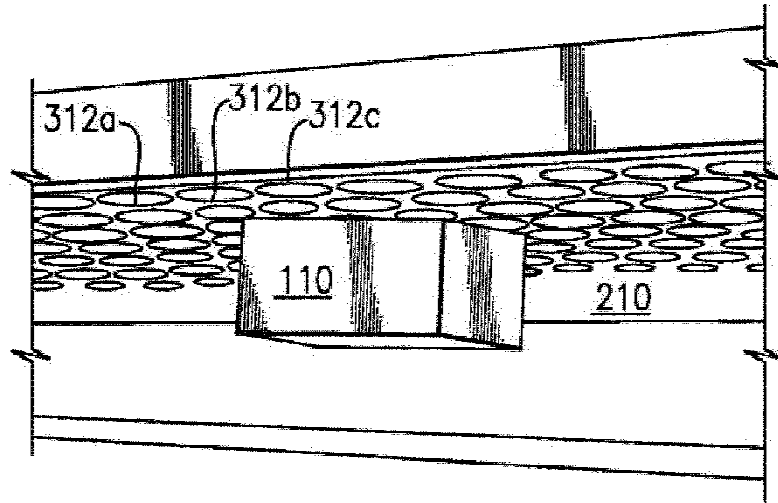
9. El método de la reivindicación 6, en donde el material impermeable a fluidos es Nomex y/o en donde cada lado de la carcasa flexible (704) incluye un par de cavidades interiores (717, 719) separadas por una cavidad intermedia (721), en donde solo las cavidades interiores (717, 719) contienen el material de amortiguación.



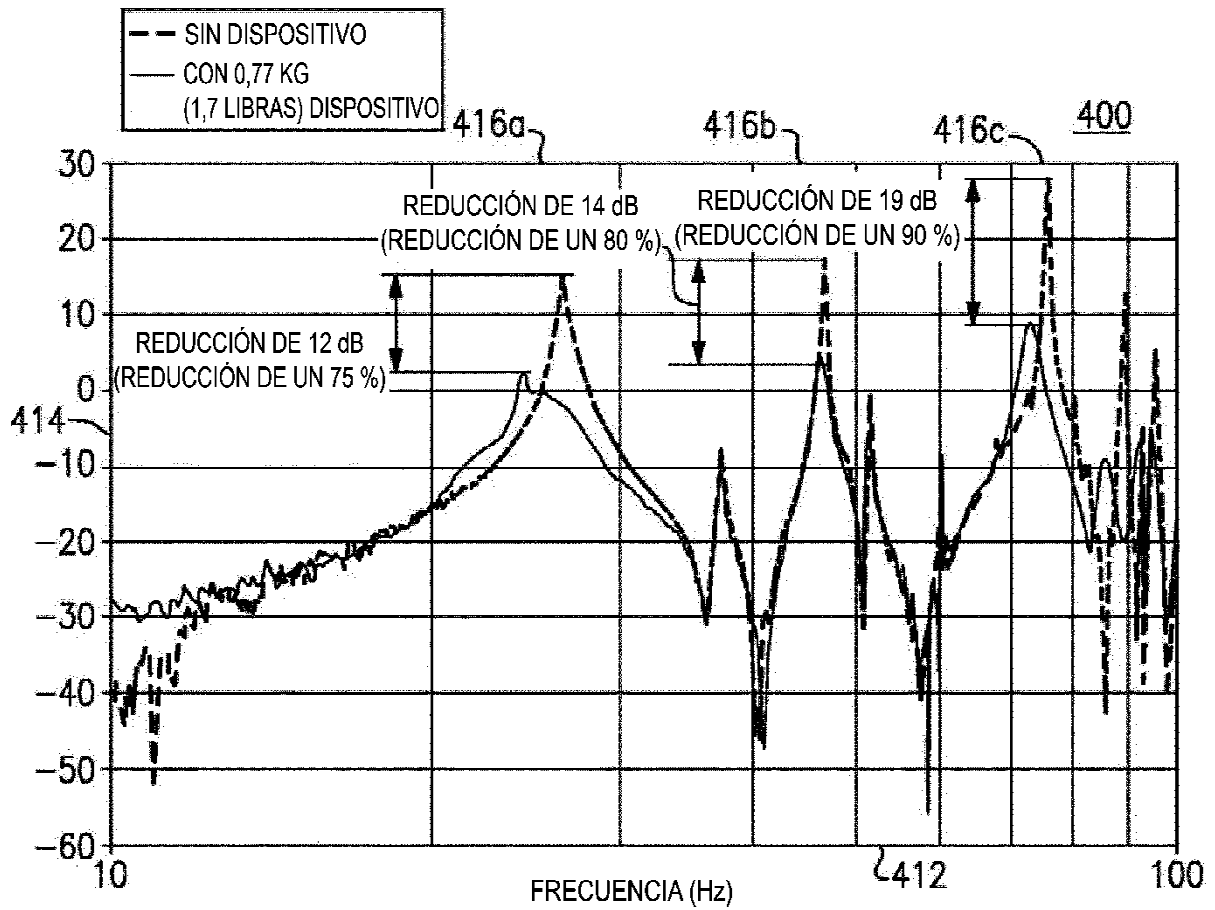
**FIG. 1**



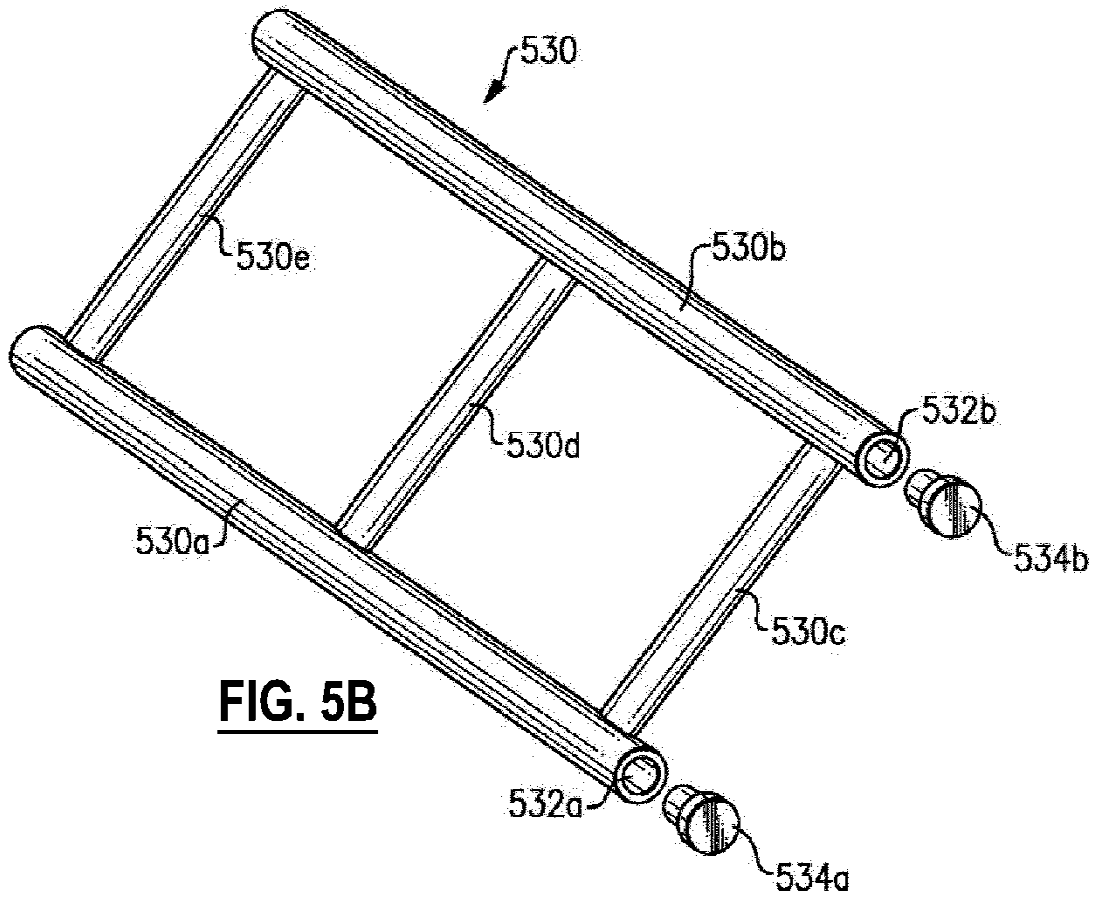
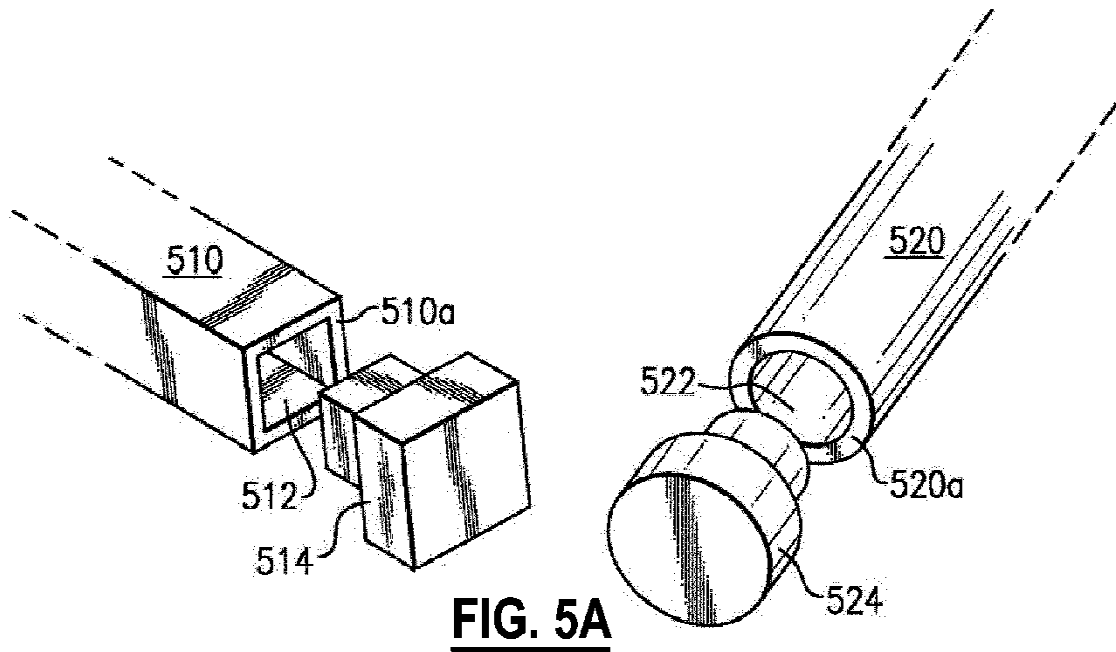
**FIG. 2**

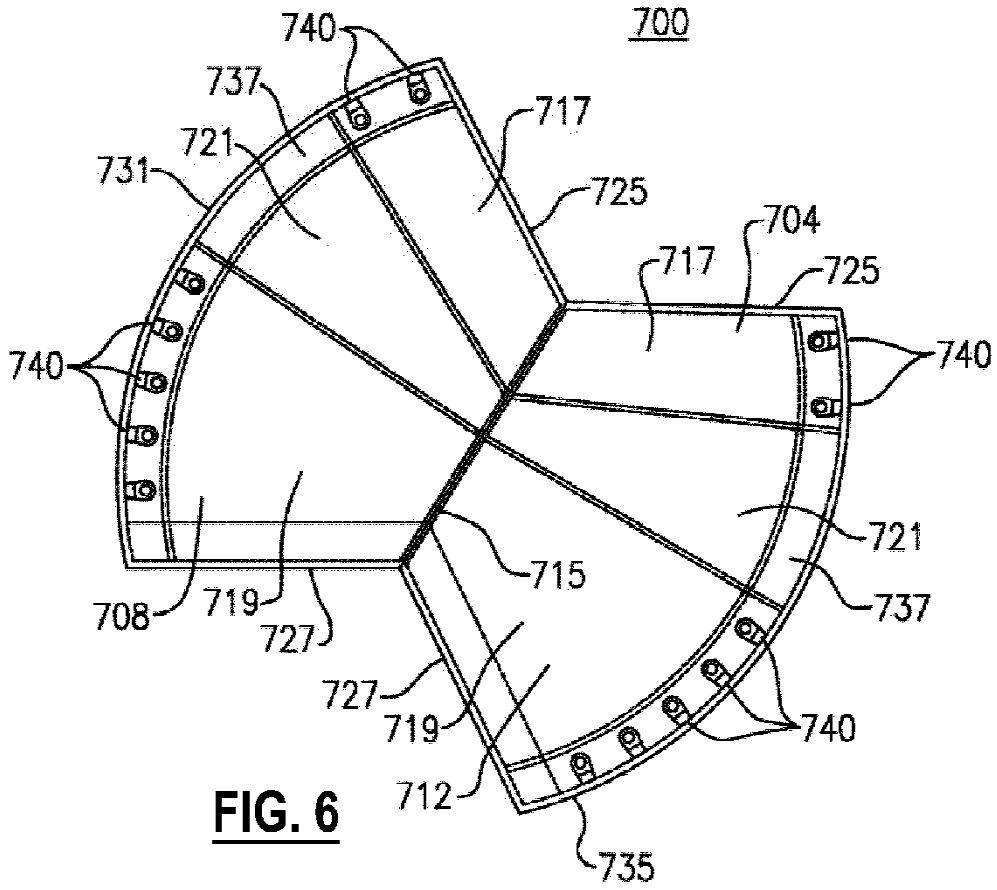


**FIG. 3**

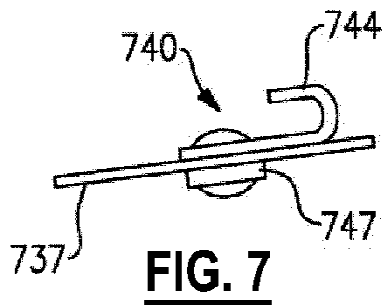


**FIG. 4**

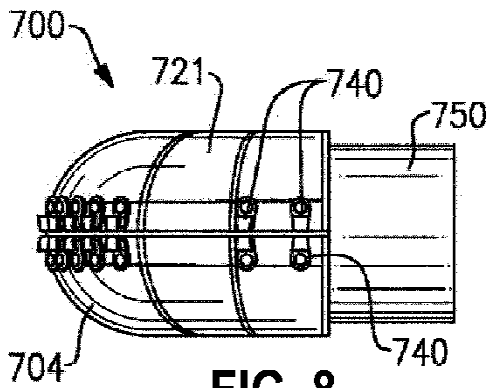




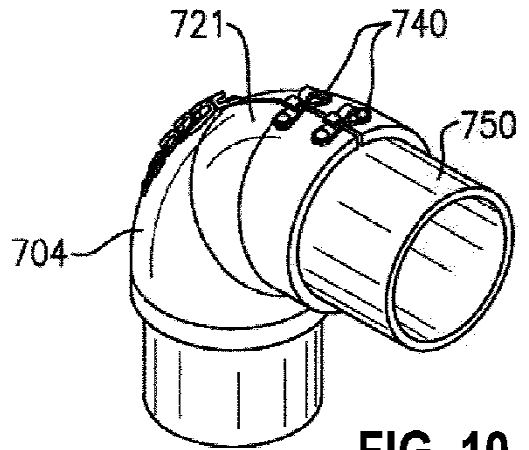
**FIG. 6**



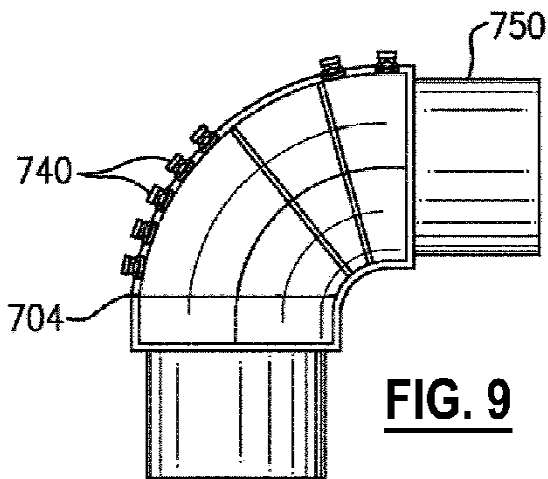
**FIG. 7**



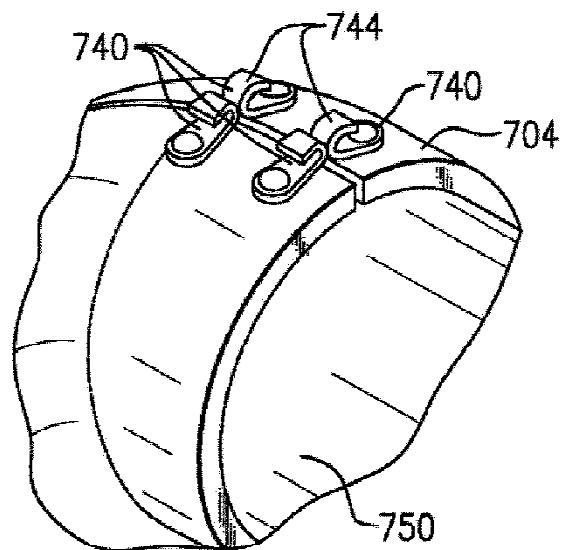
**FIG. 8**



**FIG. 10**



**FIG. 9**



**FIG. 11**