

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 605 802**

51 Int. Cl.:

**B64G 1/22** (2006.01)

**B64G 1/64** (2006.01)

**F16F 9/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.11.2011 PCT/US2011/058775**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.05.2013 WO13066319**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.11.2011 E 11782509 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 2773561**

54 Título: **Sistema y método de aislamiento de vibraciones**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**16.03.2017**

73 Titular/es:  
**MOOG INC. (100.0%)  
Seneca & Jamison Road  
East Aurora, NY 14052, US**

72 Inventor/es:  
**JOHNSON, CONOR D.;  
WILKE, PAUL S. y  
HOWAT, JOHN M.**

74 Agente/Representante:  
**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 605 802 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

Sistema y método de aislamiento de vibraciones

5 **Campo técnico**

La materia objeto divulgada se refiere a la supresión de vibraciones no deseadas, incluyendo ruido, en estructuras realizadas por el hombre. Las estructuras en las que puede emplearse la supresión de vibraciones incluyen: cargas de naves espaciales; vehículos de lanzamiento; artículos transportados por tierra, mar o aire; u objetos fijos, tal como instrumentos de precisión metrológica o de fabricación, por ejemplo.

**Técnica antecedente**

La supresión de vibraciones puede ser importante en cualquier campo en donde el rendimiento, la precisión o la durabilidad pueden quedar afectados por un movimiento no deseado. Aunque es de importancia crítica en aplicaciones aeroespaciales, la supresión de vibraciones puede emplearse también con ventaja en el transporte terrestre, la fabricación, productos fabricados (por ejemplo, unidades de disco de ordenador), instrumentación metrológica e instrumentos médicos, por ejemplo. La amortiguación pasiva, que reduce las amplitudes de vibración de una estructura en resonancia, es un medio fundamental de supresión de vibraciones no deseadas. Al reducir la amplitud de las amplitudes de vibración en resonancia, la amortiguación disminuye los esfuerzos, desplazamientos, fatiga y radiación sonora. El aislamiento de vibraciones es otro enfoque principal para reducir los efectos de la vibración sobre cargas y estructuras. El aislamiento de vibraciones actúa como un filtro para reducir la transmisión de la energía de vibración a través del aislador. Los aisladores de vibración se usan entre dos estructuras o componentes para aislar los cambios de movimiento de un componente a otro. Los sistemas de aislamiento de vibraciones requieren también amortiguación pasiva para amortiguar resonancias de la carga en las "frecuencias de aislamiento o resonancia".

La Patente de Estados Unidos 6.199.801 divulga un dispositivo de aislamiento de vibraciones amortiguado pasivamente con alta resistencia y rendimiento elástico lineal. El dispositivo de la Patente de Estados Unidos 6.199.801 permanece rígido contra la carga lateral en comparación con su carga longitudinal.

La Patente de Estados Unidos 6.290.183 divulga un dispositivo de aislamiento de vibraciones en tres ejes que proporciona alta resistencia, linealmente elástico, con elasticidad en múltiples ejes, independientemente controlable pero con un sacrificio en la compacidad longitudinal. La amortiguación dentro del dispositivo está también limitada al enfoque de amortiguación limitada al doblado de capa sobre viga restringido, y principalmente efectiva para movimientos longitudinales.

La Patente de Estados Unidos 7.249.756 acomete la necesidad de un dispositivo de aislamiento de vibraciones pasivo, altamente amortiguado que proporciona elasticidad independiente y ampliamente controlable en todas direcciones de vibración de la carga sin sacrificio en la resistencia y linealidad de comportamiento, y sin sacrificio de la compacidad o peso. El dispositivo de la Patente de Estados Unidos 7.249.756 es un conjunto de aislamiento de vibraciones de bajo perfil, altamente y pasivamente amortiguado que en multiplicidad proporciona un sistema de montaje de aislamiento completo de la carga de vibración. Proporciona una elasticidad independientemente determinable en todas las direcciones de vibración de la carga sin sacrificio de la resistencia y linealidad de comportamiento, y sin un sacrificio significativo en la compacidad de la interfaz carga-vehículo o en el peso. Proporciona una amortiguación sustancial y reducción resultante en la transmisión de la carga de vibración desde la base de soporte a la carga mediante la utilización de un tipo de pared cortante limitada por la amortiguación en capas. El documento de Estados Unidos 5.710.396 divulga un aparato mejorado para amortiguación de un amplio intervalo de movimientos ondulantes oscilatorios en una placa, viga, carcasa o cubierta. El aparato incluye órganos flexibles articulados triangulares extendidos linealmente en la forma de elementos separadores con forma de V espaciados, con la "V" sustancialmente normal a la superficie del miembro amortiguador.

**Breve resumen de la invención**

55 La presente invención se refiere a un aislador de vibraciones de acuerdo con las reivindicaciones 1, 4, 8 y 10.

En una realización ilustrativa, un aislador de vibraciones incluye un órgano flexible en bucle, una capa restringida de material viscoelástico (VEM) y una pluralidad de postes dispuestos para acoplar la capa restringida de VEM al órgano flexible en una forma que se oponga al movimiento relativo entre los puntos del órgano flexible en los que se fijan los postes. En una realización ilustrativa, los postes se fijan al órgano flexible en bucle sobre la superficie interior del órgano flexible en bucle. Con finalidades de la siguiente explicación se hará referencia a los extremos de postes más próximos al órgano flexible al que están fijados como los extremos proximales y se hará referencia a los extremos de los postes más alejados del órgano flexible al que están fijados como los extremos distales. Los postes pueden incluir zonas, en sus extremos distales, por ejemplo, que están expandidas para proporcionar una mayor área superficial para la fijación de la capa de VEM.

65 Dichas zonas se denominan en el presente documento como "cojines". Estos cojines permiten que se incluya una

mayor área superficial de VEM en el aislador, incrementando de ese modo el potencial para amortiguación incrementada o menor esfuerzo en el VEM. El órgano flexible en bucle puede ser de cualquier tipo, incluyendo elíptico, circular o rectangular, por ejemplo. Puede hacerse referencia en el presente documento a la combinación de un poste y un cojín como un "puente".

5 En dicha realización, los postes pueden fijarse al órgano flexible en cualquier disposición de modo que, en combinación con el VEM, proporcionan oposición al movimiento de traslación y/o rotación con el órgano flexible. Dicho movimiento puede ser debido a la elasticidad del órgano flexible en respuesta a la carga entre cuerpos para los que el aislador de vibraciones ha de proporcionar amortiguación de la vibración. Con este fin, los puntos de fijación pueden situarse para proporcionar una oposición a la vibración que varía desde un máximo con los puntos de fijación opuestos entre sí y alineados con el eje longitudinal del órgano flexible, a valores menores de oposición al movimiento con los puntos de fijación no en línea entre sí y/o no alineados con el eje longitudinal del órgano flexible.

10 Puede generarse esfuerzo cortante dentro del VEM a partir de diferencias en el movimiento de rotación de los puntos sobre el órgano flexible en donde se unen los postes. Las rotaciones en estos extremos proximales de los postes son transportadas a través de los postes relativamente rígidos a los extremos distales de los postes y las áreas de cojín. Las diferencias rotacionales resultantes entre los cojines sirven para magnificar el esfuerzo cortante desarrollado en el VEM más allá de lo que está asociado con el traslado de las diferencias solamente.

15 En otra realización ilustrativa, un aislador de vibraciones influye un órgano flexible multi-bucle, una capa restringida de material viscoelástico (VEM) para cada bucle, y una pluralidad de postes dispuestos para acoplar las capas restringidas de VEM a los órganos flexibles de una manera que se opongan al movimiento relativo (de traslación y/o rotación) entre los puntos de los órganos flexibles en los que se fijan los postes. En una realización ilustrativa, los postes pueden fijarse a la parte superior de los órganos flexibles en bucle sobre las superficies interiores de los órganos flexibles en bucle. Los postes pueden incluir zonas, en sus extremos distales, por ejemplo, que se expanden para proporcionar una mayor área superficial para la fijación de la capa de VEM. Los órganos flexibles en bucle pueden ser de cualquier tipo, incluyendo elíptico, circular o rectangular, por ejemplo, y pueden estar alineados a lo largo de un eje común o pueden estar unidos a lo largo de ejes en intersección. Cada órgano flexible en bucle puede incluir una pluralidad de bucles.

20 En otra realización ilustrativa, un aislador de vibraciones puede incluir, además de un acoplador de capa de VEM restringido, una capa de VEM restringido que puede extenderse a toda, o una parte, de un órgano flexible exterior.

25 En otra realización ilustrativa, los postes y pestañas usados en un acoplador de capa de VEM restringido pueden usarse para restringir directamente una capa de VEM, de modo que, por ejemplo, se aplique una capa de VEM restringido a, y se emparede directamente, entre dos pestañas de extremo, en lugar de estar construida sobre una pestaña extrema, una capa de VEM, y una capa de restricción separada, aplicada.

30 En otra realización ilustrativa, un aislador de vibraciones incluye un órgano flexible en bucle único, circular que tiene superficies interior y exterior. Se fijan primeros y segundos postes a la superficie interior del órgano flexible en sus extremos proximales y sus extremos distales incluyen zonas expandidas, o pestañas, para la fijación del VEM. En esta realización ilustrativa, se fija una capa de VEM a cada lado de la zona expandida de cada extremo distal del poste. Se fijan dos capas de restricción, una a cada lado de las zonas expandidas de los extremos distales del poste, para cubrir las capas de VEM.

35 En otra realización ilustrativa, un aislador de vibraciones incluye dos órganos flexibles en bucle elípticos, teniendo cada uno superficies interior y exterior. Se fijan primeros y segundos postes a la superficie interior de cada órgano flexible en sus extremos proximales y sus extremos distales incluyen zonas expandidas, o pestañas, para la fijación del VEM. En esta realización ilustrativa, se fija una capa de VEM a cada lado de la zona expandida de cada extremo distal del poste. Se fijan cuatro capas de restricción, una sobre cada lado de las zonas expandidas de los extremos distales de los postes, para cubrir las capas de VEM.

40 Puede usarse una pluralidad de aisladores de la vibración para proporcionar un sistema de montaje de aislamiento de la carga de vibración compacto, de peso ligero, por ejemplo. Un sistema de montaje de aislamiento de carga que emplee dichos aisladores de vibraciones puede proporcionar una elasticidad independientemente determinable en todas las direcciones de la carga de vibración mientras mantiene tanto resistencia como linealidad y sin sacrificios significativos a la compacidad de la interfaz carga-vehículo o al peso. La amortiguación de la capa restringida del tipo pared cortante del aislador de vibraciones proporciona una reducción significativa en la transmisión de la carga de vibración desde una base de soporte a una carga, por ejemplo.

45 En una realización ilustrativa, puede usarse un elemento flexible que es opcionalmente de construcción en una pieza, pero también puede estar en forma ensamblada, en el dispositivo ensamblado. Una carga puede fijarse a una sección del órgano flexible superior y un vehículo de lanzamiento o estructura de soporte o base puede fijarse a una sección del órgano flexible inferior del elemento flexible del montaje. La posición y relación de dirección general de la carga con relación al soporte define la dirección comúnmente entendida como longitudinal de la carga y base de soporte combinados, y similarmente la sección de órgano flexible superior y las secciones de órgano flexible

inferiores se consideran generalmente alineadas con esta dirección o eje longitudinal, y se describen de ese modo en el presente documento. El eje longitudinal de la carga y soporte combinados, o la de un vehículo de lanzamiento, puede definirse sin embargo en cualquier dirección para la que tiene lugar la carga y para la que puede desearse la implementación del aislamiento de vibraciones. Por ello la descripción de la invención divulgada como generalmente alineada a un eje longitudinal común no ha de interpretarse como una restricción a cualquier eje fijo en el espacio.

El dispositivo mantiene las ventajas de permitir elasticidades longitudinales y laterales particularmente prescritas con amortiguación pasiva significativa, y mantenimiento de la ventaja de un perfil longitudinal muy modesto cuando es la interfaz entre una carga y su estructura de soporte o vehículo. El dispositivo permite el conformado de los contornos del elemento flexible de modo que se minimice el incremento en el perfil efectivo en plano de la carga y simultáneamente para permitir holguras de nave espacial a carenado para no incrementarlas apreciablemente o no incrementarlas en absoluto.

### Breve descripción de los dibujos

Se describirán realizaciones no limitativas y no exhaustivas con referencia a las siguientes figuras, en las que números de referencia iguales se refieren a partes iguales a todo lo largo de las diversas figuras a menos que se especifique lo contrario.

La FIG. 1 es un diagrama de bloques de un sistema mecánico que emplea una realización de un aislador de vibraciones de acuerdo con los principios de la presente invención.

La FIG. 2 es una vista en despiece de una realización ilustrativa, en bucle único de un aislador de vibraciones de acuerdo con los principios de la presente invención.

La FIG. 3 es una vista en despiece de una realización ilustrativa, en bucle doble de un aislador de vibraciones de acuerdo con los principios de la presente invención.

La FIG. 4 es una vista en despiece parcial del montaje de aislador de vibraciones de la FIG. 3.

La FIG. 5 es una vista isométrica del elemento flexible comprendido dentro del montaje de aislamiento de vibraciones de la FIG. 3.

La FIG. 6 es una vista en despiece de una realización ilustrativa, en doble bucle rectangular de un aislador de vibraciones de acuerdo con los principios de la presente invención.

Las FIG. 7A y 7B son vistas en alzado y en planta, respectivamente, de una realización de un aislador de vibraciones ilustrativo, en bucle doble rectangular de acuerdo con los principios de la presente invención en el que los ejes principales de los bucles rectangulares constituyentes están en un ángulo entre sí.

La FIG. 8 es una vista en despiece de una realización ilustrativa, en doble bucle de un aislador de vibraciones de acuerdo con los principios de la presente invención en la que los acopladores de la capa de VEM restringida están en voladizo.

La FIG. 9 es una vista en perspectiva de un sistema mecánico de elementos múltiples que permite una pluralidad de realizaciones ilustrativas de aisladores de la vibración de acuerdo con los principios de la presente invención.

### Descripción detallada de realizaciones preferidas

Aunque la materia objeto reivindicada se describirá en términos de ciertas realizaciones, otras realizaciones, incluyendo realizaciones que no proporcionen todos los beneficios y características expuestas en el presente documento, están también dentro del alcance de la presente invención. Pueden realizarse varios cambios estructurales, lógicos y de etapas de proceso sin apartarse del espíritu o alcance de la invención. Referencias a direcciones de orientación, "arriba", "abajo", "superior", "inferior", "parte superior", y "parte inferior" se indican por razones ilustrativas solamente y no para limitar la orientación de las realizaciones o elementos ilustrativos de las realizaciones ilustrativas de acuerdo con los principios de la materia objeto reivindicada. En consecuencia, el alcance de la invención se define solamente por referencia a las reivindicaciones adjuntas.

La FIG. 1 proporciona una ilustración de un diagrama de bloques de una realización 100 de un aislador de vibraciones de acuerdo con los principios de la presente invención en un sistema mecánico de elementos múltiples. En esta realización, el aislador de vibraciones 100 proporciona aislamiento de vibraciones entre el elemento mecánico 108 y el elemento mecánico 110. El aislador de vibraciones 100 incluye un órgano flexible 102, un acoplador 104 de capa de material viscoelástico (VEM) restringido, y una capa 106 de VEM restringido. En realizaciones ilustrativas el órgano flexible 102 puede ser un órgano flexible de bajo perfil, por ejemplo. El acoplador 104 de la capa de VEM acopla el órgano flexible a una capa de VEM 106 restringido para amortiguar el movimiento relativo dentro del órgano flexible 102 en la que el movimiento se establece por el movimiento relativo entre los elementos mecánicos 108 y 110.

El acoplador 104 de la capa de VEM puede incluir una pluralidad de miembros relativamente rígidos, o postes, dispuestos para acoplar la capa 106 de VEM restringido al órgano flexible 102 de tal forma que se oponga al movimiento relativo entre los puntos del órgano flexible 102 en los que se fijan los postes. En realizaciones ilustrativas los postes pueden fijarse al órgano flexible 102 en bucle sobre la superficie interior o exterior del órgano flexible en bucle. Con finalidades de la siguiente explicación se hará referencia a los extremos de poste más próximos al órgano flexible al que se fijan como los extremos proximales y se hará referencia a los extremos más

alejados del órgano flexible al que se fijan como extremos distales. Los postes pueden incluir zonas, en sus extremos distales, por ejemplo, que se expanden para formar cojines que proporcionan un área superficial mayor para la fijación de la capa de VEM.

5 El aislador 100 de vibraciones puede implementarse como un montaje elástico compacto, de peso ligero, alta resistencia, lineal que proporciona amortiguación pasiva sustancial y aislamiento de vibraciones en una trayectoria de carga. Puede emplearse una pluralidad de dichos aisladores para formar un montaje, para vehículos de lanzamiento de naves espaciales, por ejemplo, que proporciona elasticidad de amplio alcance independiente, controlable en todas las direcciones. El órgano flexible en bucle 102 puede ser de cualquier tipo, incluyendo elíptica, circular o rectangular, por ejemplo y puede incluir uno o más bucles. La capa 106 de VEM restringido añade tanto rigidez como amortiguación al órgano flexible 102, pero una rigidez adicional menor que lo que podrían otros enfoques de capas de VEM restringido. Para los modos de vibración del aislador local que afectan al rendimiento del sistema a altas frecuencias, denominadas en este documento como modos de impacto, el aislador de vibraciones 100 puede conducir a modos de impacto de alta frecuencia para una cantidad dada de amortiguación. Adicionalmente, debido a que el área del cojín, y área de la capa restringida correspondiente, puede ser de un amplio intervalo de tamaños, puede permitirse una mayor laxitud en el grado de amortiguación a un diseñador que emplee dicho aislador 100 de vibraciones.

20 El órgano flexible 102 puede ser de una construcción en una pieza o en forma ensamblada, por ejemplo. De acuerdo con los principios de la presente invención, una capa 106 de VEM restringido se orienta para efectuar una pared cortante que se opone al movimiento relativo de las partes del órgano flexible a las que se acopla rigidamente y de ese modo amortigua ese movimiento. A su vez, el aislador de vibraciones 100 amortigua el movimiento relativo de los elementos mecánicos 108, 110. La capa 106 de VEM restringido se opone al movimiento relativo entre secciones de órgano flexible. El movimiento relativo de las secciones de órgano flexible, aunque menor, puede impartir un esfuerzo cortante significativo dentro de la capa 106 de VEM restringido y, en consecuencia, amortiguación considerable. Los parámetros de diseño críticos para la capa de VEM restringido incluyen: el grosor de la capa de restricción, módulo elástico de la capa de restricción, el grosor de la capa de VEM, el área de VEM, el módulo de esfuerzo cortante de la capa de VEM y la colocación de la capa restringida, todo lo cual puede determinarse a través de modelizado o empíricamente, por ejemplo. Para aplicaciones en donde el peso es una consideración seria, pueden usarse materiales avanzados, tales como matrices metálicas o epoxi de grafito para una capa de restricción. En aplicaciones en donde el peso es menos crítico, puede usarse un material más prosaico, tal como aluminio, para la capa de restricción.

35 Tal como se describirá en la explicación relativa a las siguientes figuras, el órgano flexible 102 puede formarse con uno o más bucles, por ejemplo. Los bucles pueden ser generalmente elípticos (incluyendo bucles circulares), o de un aspecto global rectangular. En realizaciones de bucle múltiple uno o más bucles pueden o no compartir los ejes principales con uno o más de los otros bucles, dependiendo de las restricciones de diseño del factor de forma. Cada bucle del órgano flexible puede describirse teniendo un segmento superior e inferior, con medios de fijación superior e inferior respectivos, medios de fijación que pueden compartirse entre una pluralidad de bucles dentro de un órgano flexible 102. Dichos bucles del órgano flexible permiten la elasticidad tanto longitudinal como lateral. En realizaciones ilustrativas, la distancia entre las partes próximas a la fijación superior e inferior de un órgano flexible en bucle está separada por una distancia controlada. Esta distancia controlada puede fijarse en un mínimo para minimizar el perfil global del sistema que está sometido a vibraciones no deseadas. El valor de distancia mínimo puede determinarse mediante la colocación de la masa de los componentes a ser mezclados, cargas estáticas, la deflexión del aislador y la magnitud anticipada de las cargas de vibración, por ejemplo.

50 En aplicaciones de naves espaciales/vehículos de lanzamiento, por ejemplo, con una nave espacial que materializa el elemento mecánico 108 y un vehículo de lanzamiento que materializa el elemento mecánico 110, puede emplearse una pluralidad de aisladores de vibración 100 para acoplar la nave espacial al vehículo de lanzamiento. En dicho ejemplo, la dirección longitudinal se denominará en el presente documento como a lo largo del eje principal del vehículo de lanzamiento. Al minimizar la distancia controlada entre las partes próximas a la fijación de los bucles del órgano flexible el (es decir las partes del bucle en donde el órgano flexible se fija a la nave espacial y al vehículo de lanzamiento), puede minimizarse la contribución del sistema de aislamiento de vibraciones al perfil longitudinal del sistema.

55 En realizaciones ilustrativas los órganos flexibles 102 pueden componerse, total o parcialmente, de un material de alta resistencia, tal como aluminio, titanio o acero, por ejemplo. El uso de dichos materiales de alta resistencia conduce a unos medios más duraderos y fiables para elementos de conexión del sistema, tales como un sistema carga/vehículo de lanzamiento. El uso de bucles del órgano flexible de alta resistencia no solo garantiza unos medios de conexión/sopORTE más duraderos y fiables, también proporciona unas características para deflexión lineal: otra ventaja más sobre los tratamientos de amortiguación convencionales que emplean elastómeros en la trayectoria de la carga. Como será más evidente a partir de las siguientes figuras y la explicación, una capa 106 de VEM restringido funciona no en serie con, sino en paralelo con, una trayectoria de carga del sistema.

65 En la realización ilustrativa de la figura 2, un aislador de vibración 100 incluye un órgano flexible 200 de bucle único que tiene unos medios de fijación de vástagos 202, 203 (parcialmente oculto) y orificios 204, 205 (parcialmente

oculto) formados en pestañas 206, 208 respectivas para la fijación a elementos del sistema que están sometidos a vibración (dichos elementos pueden ser, por ejemplo, la estructura de la nave espacial y componentes de la nave espacial). En esta realización ilustrativa, el medio de fijación del vástago 202 y orificio 204 se fija a un elemento del sistema (por ejemplo, un vehículo de lanzamiento) y el medio de fijación del vástago 203 y el orificio 205 se fija al otro elemento de un sistema (por ejemplo, la nave espacial) para el que se desea la amortiguación de la vibración. Un acoplador 104 de capa restringida incluye postes 210 y 212, que se sitúan para acoplar el movimiento del órgano flexible 200 a las pestañas 214 y 216. En esta realización ilustrativa, se fijan cuatro capas de VEM 218 a las pestañas 214, 216, una en cada lado de las dos pestañas. Se fijan dos capas de restricción 220 a las capas de VEM 218, formando de ese modo capas de VEM restringidas en las que el movimiento relativo de los puntos de fijación de los postes 210, 212 deforman las capas de VEM, acoplando de ese modo la energía de vibración desde el órgano flexible 200 al interior de las capas de VEM 218 y moviendo en forma cortante las capas de VEM 218. La acción cortante imparte energía de vibración a las capas de VEM 218 restringidas, que absorben y disipan la energía de vibración en la forma de calor, amortiguando de ese modo el movimiento de las pestañas 206, 208 del órgano flexible y los elementos mecánicos a los que están fijadas. Aunque mostrado en el interior del bucle del órgano flexible en esta realización ilustrativa, otras realizaciones dentro del alcance de la materia objeto reivindicada permiten que el acoplador de la capa de VEM restringida (por ejemplo, postes 210, 212 y pestañas 214, 216) y capas de VEM restringidas se sitúen fuera del bucle, por ejemplo. En dicha realización, los postes pueden fijarse al órgano flexible en cualquier disposición que proporcione oposición al movimiento de traslación dentro del órgano flexible. Dicho movimiento puede ser debido a elasticidad del órgano flexible en respuesta a la carga entre cuerpos para los que el aislador de vibraciones ha de proporcionar amortiguación de la vibración. Con este fin, los puntos de fijación pueden posicionarse para proporcionar una oposición al movimiento variable desde un máximo con los puntos de fijación en oposición entre sí del órgano flexible 200, a valores menores de oposición al movimiento con los puntos de fijación del órgano flexible 200 no en línea entre sí. En esta y otras realizaciones ilustrativas, puede fijarse también una capa de material VEM restringido al perímetro del órgano flexible 200, en la forma descrita en la patente de Estados Unidos n.º 7.249.756.

La FIG. 3 representa una realización ilustrativa de aislador de vibración 100 de un órgano flexible en bucle doble de capa de VEM restringido. El aislador de vibración 100 puede emplearse, por ejemplo, como un montaje de aislamiento. Para el dispositivo 100 mostrado en la FIG. 3, una vista parcialmente en despiece de esta realización se muestra en la FIG. 4. Como se muestra en la FIG. 3, el aislador de vibración montado 100 incluye un elemento flexible 300 y acopladores 104 (también denominados en el presente documento como puentes 104). El elemento flexible 300 incluye secciones en bucle 331 y 333.

La FIG. 4 muestra la relación del VEM y las capas de restricción rígidas incluídas dentro del puente 104 dentro del bucle del órgano flexible 331 del elemento flexible 300. En la parte de despiece de la vista, las secciones de puente 441 y 442 se extienden desde el bucle del órgano flexible 331 hacia el otro. Los segmentos de la capa de VEM 445 y 446 se fijan a las secciones de puente 441 y 442 respectivamente. La capa de restricción 448 se fija a la cara opuesta de los segmentos de la capa de VEM 445 y 446 y se expande a través de, y completa, el puente 104 de modo que el movimiento de la sección de puente 441 con relación a la sección de puente 442 provoca el movimiento cortante de los segmentos de la capa de VEM 445 y 446.

En la realización ilustrativa de las FIGS. 3 y 4, los elementos de la capa de VEM 455 y 456 adicionales combinan con la capa de restricción 458 y se fijan de forma similar a lados opuestos de las secciones de puente 441 y 442, efectuando de ese modo una disposición en capa simétrica de las capas de VEM y capas de restricción alrededor de las secciones de puente 441 y 442.

Para la realización ilustrativa de la FIG. 3, la FIG. 5 muestra el elemento flexible 300 tal como se configura dentro del aislador de vibraciones 100. El elemento flexible 300 incluye secciones del órgano flexible superior e inferior 511 y 512 teniendo cada una medios de fijación y partes próximas a la fijación 521 y 522. Expandiéndose entre las secciones del órgano flexible superior e inferior 511 y 512 están las secciones del bucle del órgano flexible 331 y 333 tal como se ven en la FIG. 3. El elemento flexible 300 de esta realización ilustrativa es una construcción en una pieza y, como resultado, las secciones del bucle del órgano flexible 331 y 333 transitan suavemente y sin juntas a las partes próximas a la sujeción 521 y 522 de las secciones del órgano flexible superior e inferior 511 y 512, respectivamente. Secciones de puente 441 y 442 se extienden desde, y dentro de, el bucle del órgano flexible 331, las secciones de puente 151 y 152 se extienden desde, y dentro de, el bucle del órgano flexible 333, y cuando se unen posteriormente por el VEM y las capas de restricción, efectúan los puentes de amortiguación 104.

Como se ve en la FIG. 5, la parte próxima a la fijación 521 de la sección del órgano flexible superior 511 está separada una distancia relativamente pequeña desde la parte próxima a la fijación 512 de la sección del órgano flexible inferior 522. Esta pequeña separación está libre para fijarse como una mínima distancia controlada para permitir el atributo de perfil muy bajo del montaje de aislamiento 100, proporcionando aún la cantidad necesaria de movimiento longitudinal requerida para la carga útil con relación a la estructura de soporte para aislamiento de vibraciones.

Las secciones del bucle del órgano flexible, que pueden ser teóricamente tan pocas como una, o más comúnmente colocadas en pares separados simétricamente alrededor de las partes próximas a la fijación de las secciones del

5 órgano flexible superior e inferior, pueden variarse en tamaño, forma, y sección transversal independientemente de las partes próximas a la fijación de las secciones del órgano flexible superior e inferior e independientemente de la distancia mínima controlada entre las partes próximas a la fijación. Esta característica de la invención retiene de la invención de la Patente de Estados Unidos 7.249.756 la libertad y medios para introducir tanto elasticidad longitudinal como lateral en un grado suficiente y medido de modo que el aislamiento de vibraciones pueda conseguirse comparablemente en todos los ejes de movimiento.

10 El elemento flexible 300 a través de su incorporación de las secciones del bucle del órgano flexible, permite tanto un movimiento longitudinal como lateral de la sección del órgano flexible superior 511 en relación con la sección del órgano flexible inferior 512. Dentro de cualquier parte de la sección del bucle del órgano flexible, que puede estar ampliamente dentro de la sección del órgano flexible superior como en la presente realización, una parte amortiguada puede seleccionarse y estar afectada por la incorporación de la amortiguación. El movimiento relativo entre la primera y segunda secciones dentro de cada puente se imparte entonces dentro de la capa de VEM. La deformación de la capa de VEM resultante da como resultado una amortiguación inducida significativa para todos los ejes de vibración.

15 En otra realización ilustrativa, la amortiguación en la dirección lateral puede incrementarse adicionalmente puenteando lateralmente entre bucles de órganos flexibles. Se colocan una capa de VEM y una capa de restricción que la acompaña a través de las secciones de puente entre secciones de bucle vecinas. La separación entre postes 521, 522 en la FIG. 5 puede fijarse a una distancia controlada relativamente pequeña para proporcionar una combinación de perfil relativamente bajo de elementos fijados. Dicha configuración de perfil bajo puede ser particularmente importante en un sistema en donde uno o más de los aisladores de vibración 100 se emplea como un montaje aislante entre una nave espacial y un vehículo de lanzamiento, por ejemplo. La separación puede fijarse a una distancia controlada relativamente pequeña que proporciona un sistema de bajo perfil, permitiendo aún un movimiento longitudinal entre la nave espacial y el vehículo de lanzamiento.

20 Los bucles 331 y 332 del órgano flexible pueden variar en tamaño, forma, y sección transversal, independientemente de las partes próximas a la fijación de las secciones del órgano flexible superior e inferior (esto es, aquellas zonas del órgano flexible próximas a los postes 521 y 522) y sin alterar la separación controlada entre las secciones próximas a la fijación del órgano flexible 300. Esta flexibilidad de diseño permite a un bucle 331, 333 del órgano flexible introducir elasticidades longitudinales y laterales en una forma que permita un aislamiento de vibraciones en todos los ejes de movimiento.

25 La FIG. 6 representa una realización ilustrativa de un aislador de vibración 100 del órgano flexible de VEM restringido de doble bucle rectangular. En esta realización ilustrativa, un órgano flexible 600 de doble bucle incluye postes 602, 604 de fijación al sistema para la fijación al sistema de elementos que han de aislarse respecto a vibraciones. Los dos bucles del órgano flexible 600 son generalmente de forma rectangular. Los dos acopladores 104 de la capa restringida incluyen cada uno dos postes 610, 612 y pestañas de extremo 614, 616. Como con las realizaciones ilustrativas previas, los acopladores 104 de la capa restringida acoplan el movimiento de traslación relativo entre las posiciones de fijación de los postes 610, 612 al bucle a las capas de VEM restringidas, que amortiguan el movimiento del bucle y, a su vez, el movimiento relativo de los elementos mecánicos a los que se fijan los postes 602, 604. En esta realización ilustrativa cada bucle incluye cuatro capas de VEM 618, una fijada a cada lado de las pestañas de extremo 614, 616. Las capas 620 de restricción se fijan a los pares de capas de VEM en cada lado de las pestañas de extremo 614, 616.

30 Las FIGS. 7A y 7B representan vistas horizontales y en planta superior, respectivamente, de una realización ilustrativa de un aislador de vibración 100 de órganos flexibles de VEM restringido de bucle doble rectangular de acuerdo con los principios de la materia objeto reivindicada. En esta realización ilustrativa un órgano flexible 700 de doble bucle incluye postes de fijación 702, 704 al sistema para la fijación al sistema de elementos que han de aislarse respecto a vibraciones. Los dos bucles tienen generalmente forma rectangular. Dos acopladores 104 de la capa restringida incluyen cada uno tres postes 710, 712, 713 y pestañas de extremo 714, 716, 717 (no visible). Los acopladores 104 de la capa restringida acoplan el movimiento de traslación relativo desde las posiciones de los postes 710, 712, 713 de fijación al bucle, a las capas de VEM restringido, que amortiguan el movimiento del bucle. En esta realización ilustrativa cada bucle incluye seis capas de VEM 718, una fijada a cada lado de las pestañas de extremo 714, 716, 717. Se fijan capas de restricción 720 a los pares de capas de VEM en cada lado de las pestañas de extremo 714, 716, 717. En esta realización ilustrativa, como es evidente a partir de la vista en planta superior de la FIG. 7B, los ejes principales de los bucles rectangulares, a diferencia de las realizaciones ilustrativas previas, no están en línea. Pueden acometerse varias restricciones de diseño mediante una configuración de ese tipo.

35 La FIG. 8 representa una realización ilustrativa de un aislador de vibraciones 100 de órgano flexible de VEM restringido de cuádruple bucle circular. En esta realización ilustrativa, el órgano flexible 800 de bucle cuádruple incluye postes de fijación 802, 804 (no visible) al sistema para la fijación al sistema de elementos que han de ser aislados respecto a vibraciones. Los cuatro bucles tienen forma generalmente elíptica/circular. Cuatro acopladores 104 de la capa restringida incluyen cada uno dos postes 810, 812 y pestañas de extremo 814, 816. Los acopladores de la capa restringida acoplan el movimiento de traslación relativo entre las posiciones de los postes 810, 812 de fijación al bucle respectivo para las capas de VEM 818 restringidas, que amortiguan el movimiento del bucle. En esta

realización ilustrativa, cada bucle incluye dos capas de VEM 818, una fijada a las superficies "exteriores" de las pestañas de extremo 814, 816 respectivas. Se fijan capas de restricción 820 a los pares de capas de VEM sobre las superficies "exteriores" de los pares de capas de VEM. En esta realización ilustrativa, cada capa de VEM se extiende en dos pestañas de extremo que cubre justamente menos de la mitad de dos bucles. La separación entre capas de VEM se selecciona de modo que, incluso con el recorrido mayor de los postes de fijación 802, 804, las capas de VEM no contactan entre sí. La capa de VEM también cubre la superficie exterior del poste, que mantiene en voladizo las pestañas de extremo dentro del interior del bucle respectivo. Una capa de restricción simple cubre las dos capas de VEM (cuatro zonas de capa de VEM) en esta realización ilustrativa. Esta realización ilustra un método para maximizar el área superficial del VEM.

El aislador de vibraciones 100 de acuerdo con los principios de la presente invención puede usarse en combinación con otros dispositivos de vibración de esta clase o con aisladores de vibración convencionales para implementar un sistema dentro del que se aíslan respecto a vibraciones primeros y segundos elementos mecánicos entre sí. En una realización ilustrativa, los primeros y segundos elementos mecánicos pueden ser, por ejemplo, una estructura de soporte 900 de carga y un vehículo de lanzamiento 902, respectivamente, tal como se representa en la vista en perspectiva de la FIG. 9. En dicha realización, los aisladores de vibración 100 pueden insertarse dentro de localizaciones de montaje entre la estructura de soporte 900 de carga y un vehículo 902 o estructura de soporte. Las partes próximas a la fijación de las secciones del órgano flexible superior e inferior (por ejemplo, postes 521, 522 de la FIG. 5) se disponen dentro de la huella de fijador de la carga a la estructura de soporte y las secciones del bucle del órgano flexible permanecen en el exterior de la huella del fijador. Los aisladores de vibración 100 pueden disponerse en matriz alrededor del perímetro de un reborde de interfaz entre una carga útil y una estructura de soporte, por ejemplo. El número y localización de los aisladores, o montajes, 100 puede disponerse para desarrollar una elasticidad longitudinal y lateral deseada para un sistema global de aislamiento de vibraciones.

Dependiendo de la forma particular de la huella de interfaz entre una carga útil y estructura de soporte, la forma del aislador de vibración puede variarse para minimizar el impacto del sistema de aislamiento de vibraciones en el plano global de la carga útil y estructura de soporte. Pueden emplearse también formas en planta cóncavas de los aisladores de vibración 100 para permitir la inserción del aislador 100 dentro de una trayectoria de carga, mientras se mantiene el grosor de unos bucles aisladores fuera de la huella de la interfaz.

La posición y relación direccional general de la estructura de soporte 900 de carga con relación al vehículo de lanzamiento 902 define la dirección longitudinal comúnmente entendida del vehículo combinado, y, similarmente, la sección del órgano flexible superior y las secciones del órgano flexible inferiores se consideran generalmente alineadas con esta dirección o eje longitudinal, y así se describen en el presente documento. El eje longitudinal del vehículo combinado puede definirse sin embargo en cualquier dirección para la que tenga lugar la carga y para la que pueda desearse la implementación de aislamiento de vibración. La descripción de la invención divulgada como generalmente alineada a un eje longitudinal común no ha de interpretarse como que es una restricción a cualquier eje fijo en el espacio.

La construcción del elemento flexible puede ser un conjunto y no está limitado al elemento flexible en una pieza que se ha representado. Particularmente, las secciones de bucle del órgano flexible y/o las secciones de puente pueden ser separables de las partes próximas a la fijación del elemento flexible. Esto permite la sustitución e intercambio de las secciones de bucle y/o secciones de puente para reparación o para variación de la elasticidad del dispositivo. Las secciones del bucle del órgano flexible y las secciones de puente de varias rigideces pueden intercambiarse para la modificación y afinado de las características de aislamiento de vibraciones de los dispositivos del sistema. Pueden usarse también diversos materiales entre las secciones del bucle del órgano flexible, las secciones de puente, y las partes próximas a la fijación del elemento flexible.

La forma de la capa de VEM, forma de capa de restricción y localización de fijación del VEM sobre el elemento flexible pueden variarse para una variación de la elasticidad y mejora de la amortiguación. Adicionalmente, el elemento flexible en sí o partes del mismo pueden ser de materiales que ofrezcan una mayor amortiguación inherente, tal como cobre - berilio.

Dentro del alcance de la invención, los medios de fijación y las partes próximas a la fijación del elemento flexible pueden fabricarse de una matriz superior de resaltes de fijación lateralmente conectados y una matriz inferior de resaltes de fijación lateralmente conectados en donde cada resalte acepta un fijador, clip u otro elemento de fijación para la fijación de una carga o vehículo al dispositivo de aislamiento. Para esta realización, cada resalte de fijación a la matriz superior tiene un resalte de fijación correspondiente dentro de la matriz inferior de resaltes de fijación de modo que el resalte correspondiente en la matriz inferior se sitúe longitudinalmente por debajo a una mínima distancia controlada. Cada par de resaltes de fijación superior e inferior tienen al menos una sección de bucle de órgano flexible que los conecta. En una realización, las secciones de bucle de órgano flexible se emparejan para efectuar una disposición generalmente simétrica alrededor de cada extremo del par de resaltes de fijación, y las secciones de bucle de órgano flexible pueden ser adicionalmente de pares múltiples. El elemento flexible resultante es uno de subelementos de órgano flexible múltiples, lateralmente desplazados y conectados en los que la combinación de los subelementos de órgano flexible determina la rigidez lateral y longitudinal globales del dispositivo de aislamiento de vibraciones. Dentro de cualquiera o todos de los bucles de órgano flexible, o entre bucles de

órgano flexible, pueden efectuarse puentes de amortiguación. Cada sección de bucle de órgano flexible puede tener una parte de puente de amortiguación o estar puenteadas a otros bucles de modo que se mejore adicionalmente la amortiguación total del dispositivo de aislamiento de vibraciones.

5 El mantenimiento en las presentes realizaciones de una trayectoria de carga material completamente de alta resistencia (como la que se obtiene con aluminio, titanio o acero) a través del elemento flexible proporciona un medio más duradero y fiable para la conexión de la carga y vehículo que la disponible en otros sistemas de la técnica anterior que tengan un elastómero de resistencia inferior u otro material que pueda ceder fácilmente dentro de una trayectoria de carga en serie. Se consiguen características de comportamiento de carga respecto a deflexión  
10 casi lineales, proporcionando así una frecuencia de aislamiento de vibraciones más directa, predecible, y relativamente invariable con la temperatura que la disponible con esos sistemas de la técnica anterior.

La presente realización puede utilizarse de modo múltiple para efectuar un sistema completo de aislamiento de vibraciones de carga a vehículo. Para efectuar este sistema, se inserta un dispositivo dentro de cualquiera o todas las localizaciones de montaje entre una carga y vehículo o estructura de soporte. Las partes próximas a la fijación de las secciones del órgano flexible superior e inferior se disponen dentro de la huella de fijadores de la carga a la estructura de soporte y las secciones de bucles del órgano flexible se disponen fuera de la huella de fijadores.

La presente realización puede usarse para aislar respecto a vibración y choques cargas de virtualmente cualquier masa y tamaño. Una aplicación potencial puede ser el aislamiento de vibración y choques de componentes de nave espacial, tales como ruedas de reacción, cámaras y criorefrigerantes. La presente realización es útil para aislar componentes de la introducción de vibración y choques así como aislamiento de estructuras base (tal como buses de satélite) respecto a componentes que producen cargas de vibración o choque.

25 La referencia a todo lo largo de la presente especificación a "una realización" significa que se incluye un rasgo, estructura, o característica particular descrita en conexión con la realización en al menos una realización de la materia objeto reivindicada. Por ello, las apariciones de la frase "en una realización" o "una realización" en varios lugares a lo largo de la presente memoria no están todas necesariamente refiriéndose a la misma realización. Adicionalmente, los rasgos, estructuras o características particulares pueden combinarse en una o más realizaciones. Aunque se ha ilustrado y descrito lo que se considera actualmente que son las realizaciones de ejemplo, se entenderá por los expertos en la materia que pueden realizarse diversas otras modificaciones, y pueden sustituirse equivalentes, sin apartarse de la materia objeto reivindicada. Adicionalmente, pueden realizarse muchas modificaciones para adaptar una situación particular a las enseñanzas de la materia objeto reivindicada sin apartarse del concepto central descrito el presente documento. Por ejemplo, aunque los medios de fijación representados en las realizaciones ilustrativas han empleado un patrón de fijador de dos orificios, los medios de fijación pueden ser de cualquier tipo disponible dentro de las técnicas mecánicas y no necesita ser el mismo para los medios de fijación superior e inferior. Por lo tanto, se pretende que la materia objeto reivindicada no esté limitada a las realizaciones particulares divulgadas, sino que dicha materia objeto reivindicada puede incluir también todas las realizaciones que caen dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas, y equivalentes de las mismas.

40

## REIVINDICACIONES

1. Un aislador de vibraciones (100) para un sistema, que comprende:

5 un órgano flexible (102) en bucle;  
 una pluralidad de miembros relativamente rígidos (210, 212) fijados al órgano flexible en bucle en puntos de fijación;  
 una capa restringida de material viscoelástico (VEM) (218); y  
 un acoplador (104) para el acoplamiento de miembros relativamente rígidos a la capa restringida de VEM para  
 10 oponerse a un movimiento de traslación y rotación relativo entre los puntos de fijación del órgano flexible en donde la capa restringida de VEM funciona en paralelo a una trayectoria de carga del sistema.

2. El aislador de vibraciones de la reivindicación 1, en el que el órgano flexible en bucle incluye una pluralidad de bucles alineados a lo largo de un único eje o en el que el órgano flexible en bucle incluye una pluralidad de bucles alineados a lo largo de una pluralidad de ejes o en el que el órgano flexible en bucle incluye un bucle elíptico o en el que el órgano flexible incluye un bucle rectangular o en el que la capa restringida de VEM (218) está situada en el interior del órgano flexible en bucle (200).

3. El aislador de vibraciones de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

20 un primer elemento mecánico (108);  
 un segundo elemento mecánico (110); y  
 el primer y el segundo elementos mecánicos acoplados a través del órgano flexible en bucle y la capa restringida de material VEM.

4. Un aislador de vibraciones (100) para un sistema, que comprende:

un órgano flexible en bucle (200, 331);  
 primer (210) y segundo (212) órganos relativamente rígidos que tienen pestañas de extremo (214, 216) fijadas al  
 30 órgano flexible en bucle en puntos de fijación;  
 cuatro capas de material viscoelástico (VEM) (218), una colocada en cada uno de los cuatro lados de las pestañas de extremo; y  
 dos capas de restricción (220), cada una fijada a dos capas del material viscoelástico en un determinado lado de las pestañas de extremo;  
 35 en donde los miembros rígidos están fijados a puntos para acoplar las capas restringidas de VEM al órgano flexible para oponerse al movimiento de traslación y rotación relativo entre los puntos de fijación del órgano flexible en donde la capa restringida de VEM funciona en paralelo a una trayectoria de carga del sistema.

5. El aislador de vibraciones de la reivindicación 4, en el que el órgano flexible en bucle comprende adicionalmente medios de fijación (202, 203, 204, 205) para la fijación a una pluralidad de elementos mecánicos para soportar los elementos a una distancia predeterminada entre sí y para amortiguar y aislar la vibración entre los dos elementos.

6. El aislador de vibraciones de la reivindicación 5, que comprende adicionalmente:

45 un segundo órgano flexible en bucle (333);  
 tercer y cuarto miembros relativamente rígidos (451, 452) que tienen pestañas de extremo fijadas al segundo órgano flexible en bucle en puntos de fijación;  
 cuatro capas de material viscoelástico (VEM), una colocada en cada uno de cuatro lados de la tercera y la cuarta pestañas de los miembros relativamente rígidos; y  
 50 dos capas de restricción, cada una fijada a dos capas de material viscoelástico en un determinado lado de la tercera y la cuarta pestañas de extremo de los miembros relativamente rígidos;  
 en donde los miembros relativamente rígidos están fijados en puntos para acoplar las capas restringidas de VEM al órgano flexible para oponerse al movimiento de traslación y rotación relativo entre los puntos de fijación del órgano flexible.

7. El aislador de vibraciones de la reivindicación 6, en el que los ejes principales del primer y del segundo órganos flexibles en bucle (331, 333) están alineados o en el que los ejes principales del primer y del segundo órganos flexibles son ortogonales al eje longitudinal del aparato.

8. Un aislador de vibraciones para un sistema, que comprende:

un componente aislado (900);  
 una estructura base (902);  
 una pluralidad de aisladores de vibración (100) fijados entre el componente aislado y la estructura base;  
 65 incluyendo cada uno de los aisladores de vibración:

un órgano flexible en bucle (200, 331), en donde el órgano flexible incluye medios de fijación (202, 203, 204, 205) para la fijación al componente aislado y a la estructura base para soportar el componente aislado y la estructura base a una distancia de permanencia predeterminada entre ellos y para amortiguar y aislar la vibración entre los dos;

primer y segundo miembros rígidos (210, 212, 441, 442) que tienen pestañas de extremo fijadas al órgano flexible en puntos de fijación;

cuatro capas de material viscoelástico (VEM) (218, 446), una colocada en cada uno de los cuatro lados de las pestañas de extremo; y

dos capas de restricción (220, 448, 458), cada una fijada a las dos capas de material viscoelástico en un determinado lado de las pestañas de extremo;

en el que los miembros relativamente rígidos están fijados en puntos para acoplar las capas restringidas de VEM al órgano flexible para oponerse al movimiento de traslación y rotación relativo entre los puntos de fijación del órgano flexible en donde la capa restringida de VEM funciona en paralelo a una trayectoria de carga del sistema.

9. El aislador de vibraciones de la reivindicación 8, en el que cada uno de los aisladores de vibración comprende adicionalmente:

un segundo órgano flexible en bucle (333);

tercer y cuarto miembros relativamente rígidos (451, 452) que tienen pestañas de extremo fijadas al segundo órgano flexible en bucle (333) en puntos de fijación;

cuatro capas de material viscoelástico (VEM), una colocada sobre cada uno de los cuatro lados de las pestañas de extremo del tercer y del cuarto miembros rígidos; y

dos capas de restricción, cada una fijada a dos capas de material viscoelástico en un determinado lado de las pestañas de extremo del tercer y del cuarto miembros rígidos;

en donde los miembros relativamente rígidos están fijados en puntos para acoplar las capas restringidas de VEM al órgano flexible para oponerse al movimiento de traslación y rotación relativo entre los puntos de fijación del órgano flexible o en donde el componente aislado (900) comprende una nave espacial y la estructura base (902) comprende un vehículo de lanzamiento.

10. Un aislador de vibraciones para un sistema, que comprende:

un elemento flexible que comprende secciones de órgano flexible superior e inferior (511, 512) generalmente alineadas en un eje longitudinal común;

en donde cada una de las secciones de órgano flexible superior e inferior tiene un medio de fijación y una parte próxima a la fijación (521, 522) de modo que la parte próxima a la fijación de la sección de órgano flexible superior está a una mínima distancia controlada respecto a la parte próxima a la fijación de la sección de órgano flexible inferior;

en donde el elemento flexible comprende adicionalmente al menos una sección en bucle de órgano flexible (331, 332);

en donde las partes próximas a la fijación de las secciones de órgano flexible superior e inferior están conectadas entre sí dentro del elemento flexible mediante al menos una sección de bucle de órgano flexible;

en donde la al menos una sección de bucle de órgano flexible es de forma y sección transversal independiente en relación con las partes próximas a la fijación de las secciones de órgano flexible superior e inferior, y es de forma y sección transversal independiente en relación con la distancia mínima controlada entre las partes próximas a la fijación de las secciones de órgano flexible superior e inferior; y

en donde a través de al menos una sección en bucle de órgano flexible está configurado al menos un puente de amortiguación, que comprende una primera sección de puente fijada a, y extendiéndose desde, una primera parte de al menos una sección en bucle de órgano flexible y una segunda sección de puente fijada a, y extendiéndose desde, una segunda parte de al menos una sección en bucle de órgano flexible;

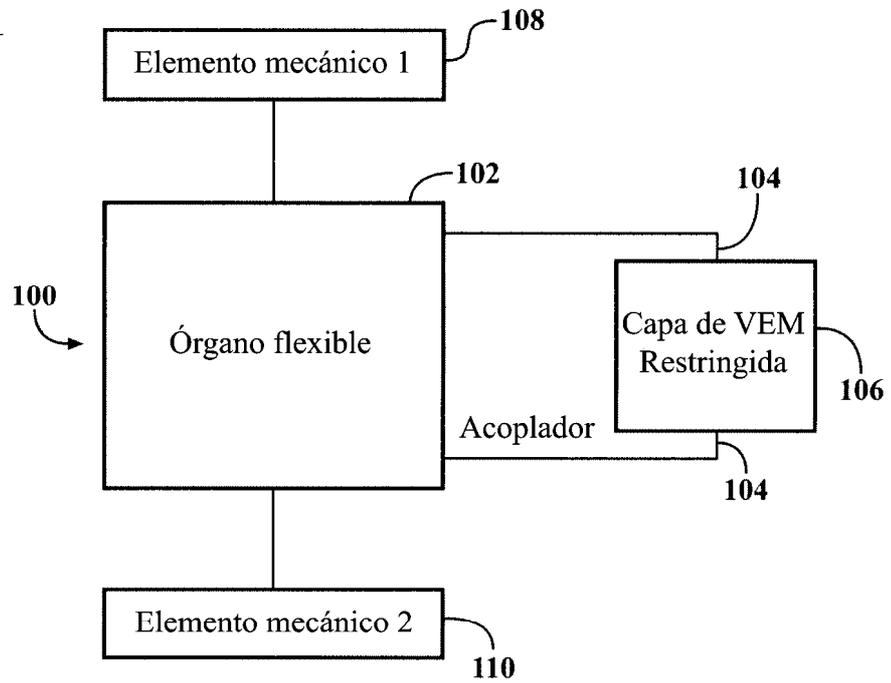
una capa de material viscoelástico (VEM) que tiene primera y segunda superficies faciales de modo que la primera superficie facial está fijada tanto a la primera como a la segunda secciones de puente; y

una capa de restricción rígida fijada a la segunda superficie facial de la capa de VEM de modo que el movimiento de la primera sección de puente con relación a la segunda sección de puente está restringido por la capa de restricción rígida e induce en ella esfuerzos de cizallamiento de la capa de VEM en donde la capa de VEM restringida funciona en paralelo a la trayectoria de carga del sistema.

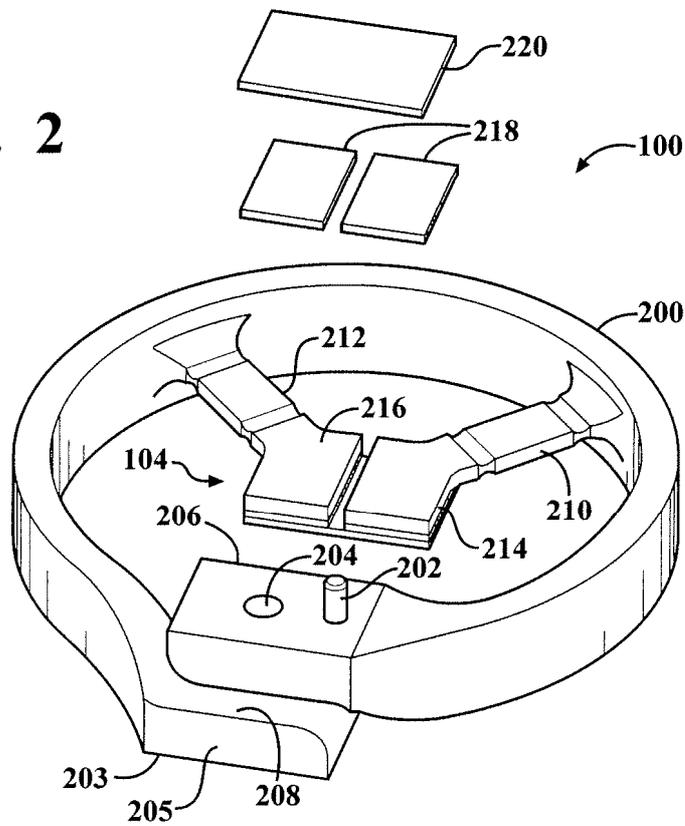
11. El aislador de vibraciones de la reivindicación 10, en el que el elemento flexible (300) comprende material linealmente elástico de alta resistencia, o en el que el elemento flexible es de construcción en una pieza o en el que la al menos una sección de bucle de órgano flexible es de forma rectangular o en el que el elemento flexible es un conjunto y al menos una sección de bucle de órgano flexible puede separarse de las secciones de órgano flexible superior e inferior y sustituirse con secciones de bucle de órgano flexible de rigidez variable o en el que la capa de VEM está fijada a todas las superficies de la primera y la segunda secciones de puente que están alineadas al eje longitudinal, y en el que la capa de restricción rígida está fijada a toda la superficie de la capa de VEM en oposición a la superficie de la capa de VEM que está fijada a la primera y la segunda secciones de puente.

- 5 12. El aislador de vibración de la reivindicación 10, en el que la al menos una sección de bucle de órgano flexible comprende múltiples secciones de bucle de órgano flexible y cada sección de bucle de órgano flexible (331, 332) conecta la parte próxima a la fijación (521, 522) de la sección de órgano flexible superior a la parte próxima a la fijación de la sección de órgano flexible inferior.
- 10 13. El aislador de vibración de la reivindicación 12, en el que está configurado un puente de amortiguación lateralmente entre las secciones de bucle o en el que cada sección de bucle de órgano flexible está configurada con al menos un puente de amortiguación (441, 442) o en el que múltiples secciones de bucle de órgano flexible están compuestas de cuatro secciones de bucle de órgano flexible en donde dos secciones de bucle paralelas conectan la sección de órgano flexible superior a la sección de órgano flexible inferior en cada uno de dos extremos opuestos de las secciones de órgano flexible superior e inferior o en el que las secciones de bucle de órgano flexible son de diversos materiales.
- 15 14. El aislador de vibraciones de la reivindicación 10, en el que los medios de fijación y las partes próximas a la fijación del elemento flexible comprenden una matriz superior de resaltes de fijación conectados lateralmente y una matriz inferior de resaltes de fijación conectados lateralmente, en el que cada resalte de fijación de la matriz superior tiene un resalte de fijación correspondiente dentro de la matriz inferior de resaltes de fijación y cada par de resaltes de fijación superior e inferior tiene al menos una sección en bucle de órgano flexible que los conecta, preferentemente en el que cada dispositivo de aislamiento tiene un elemento flexible de forma de plano cóncavo de modo que las partes próximas a la fijación de las secciones de órgano flexible superior e inferior de cada dispositivo están dispuestas dentro de la huella de fijadores de una carga a una estructura de soporte y todas las secciones en bucle de órgano flexible de cada dispositivo pueden situarse en el lado exterior de la huella de fijadores.
- 20 15. El aislador de vibraciones de la reivindicación 10, en el que un dispositivo está insertado en cada localización de montaje retenido entre una carga útil (900) y una estructura de soporte (902) de la carga útil.
- 25

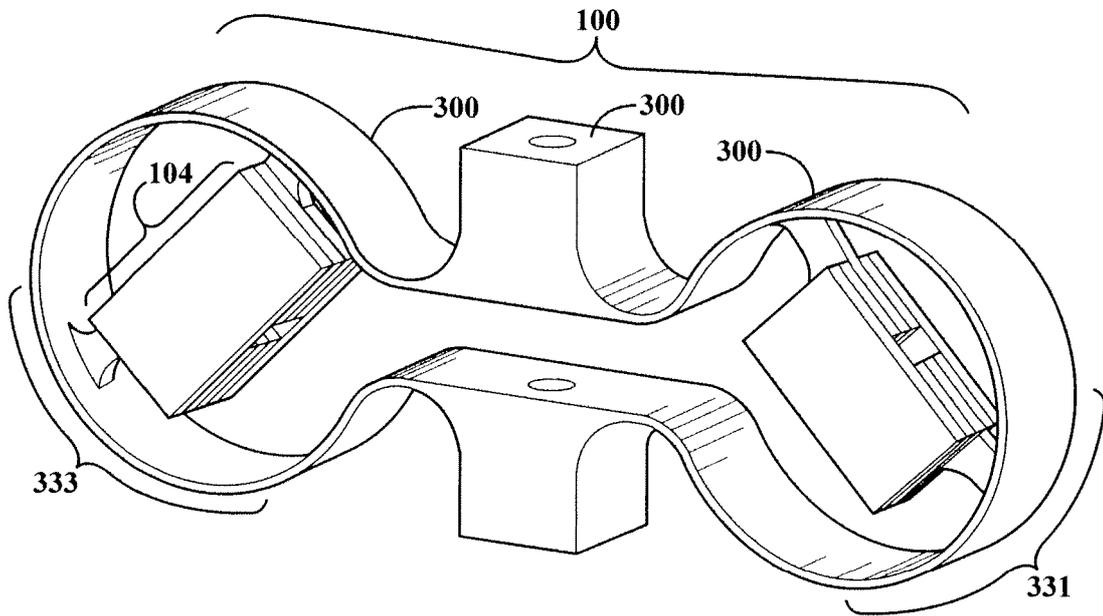
**FIG. 1**



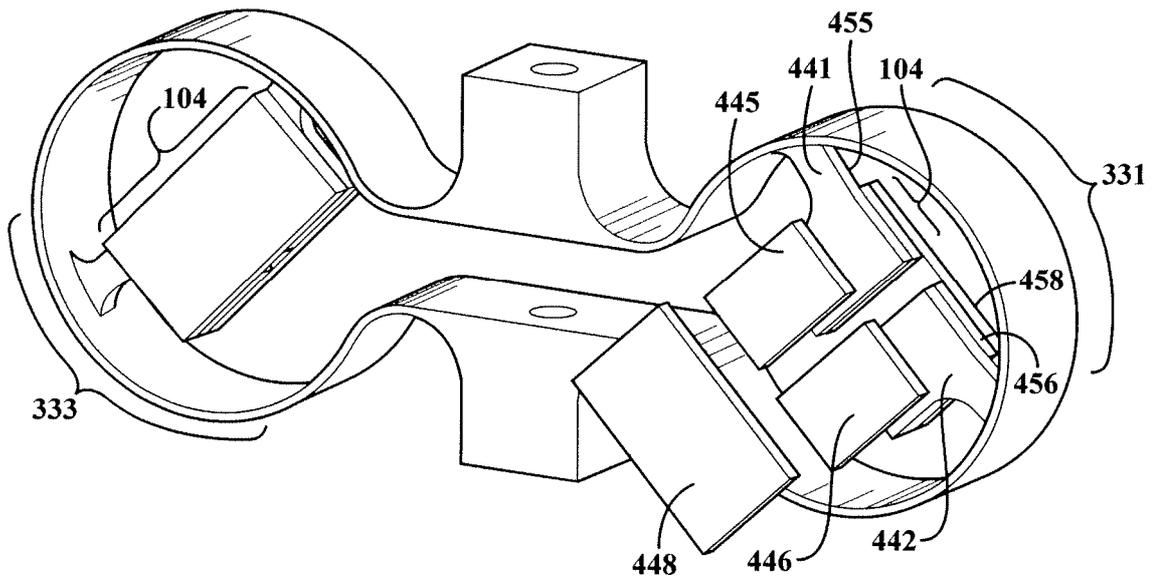
**FIG. 2**



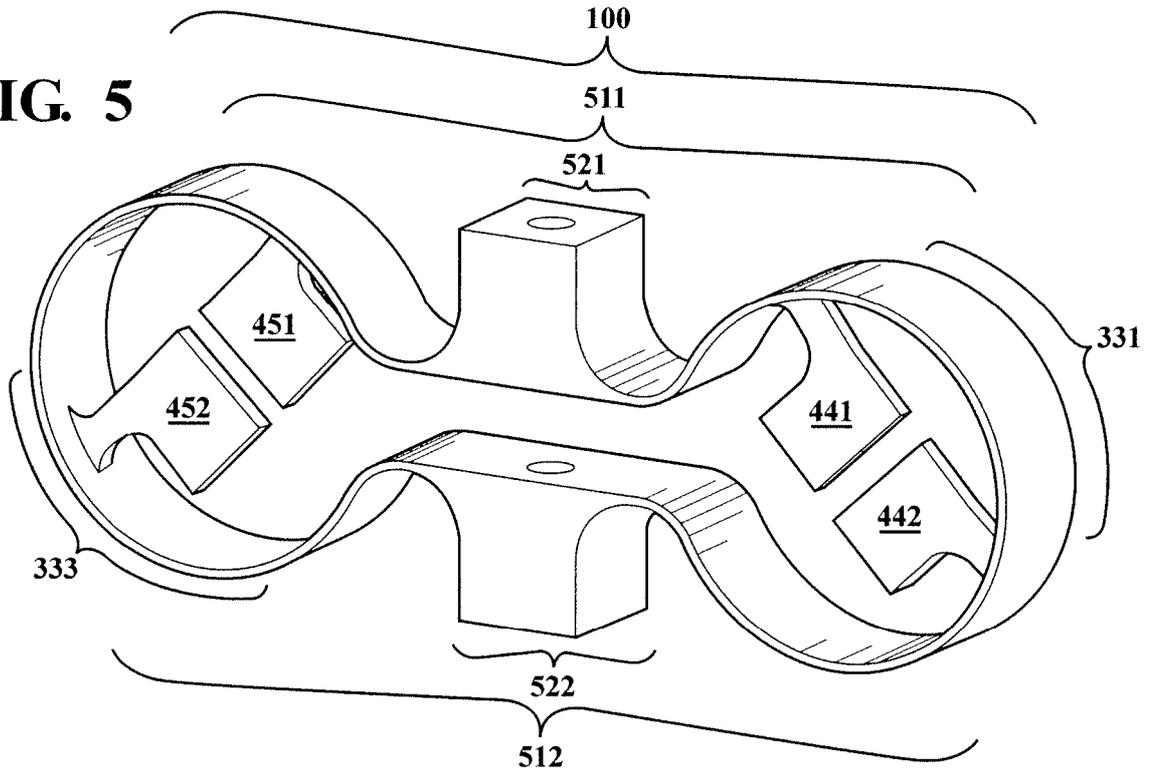
**FIG. 3**



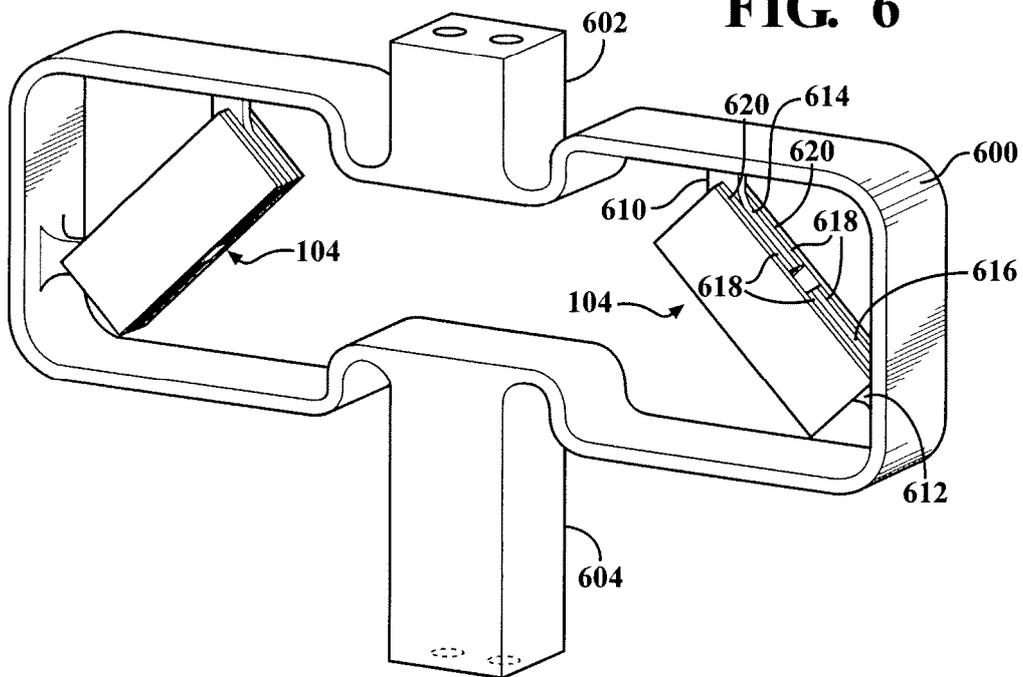
**FIG. 4**

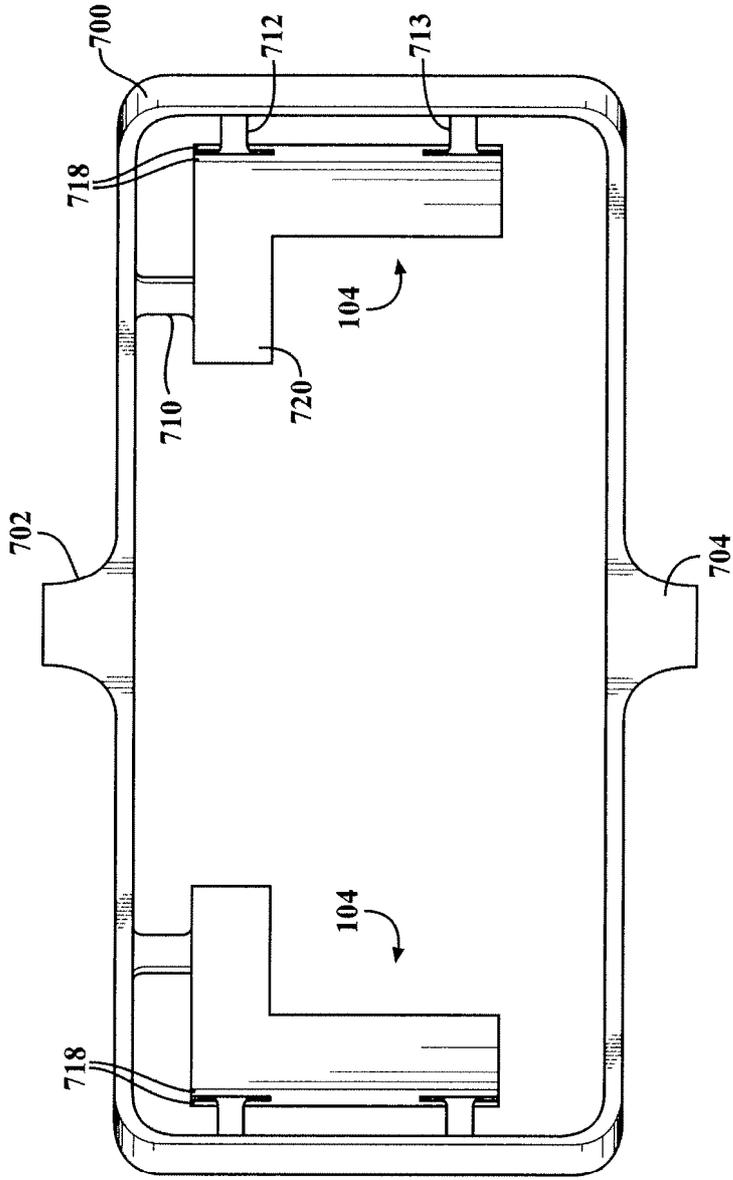


**FIG. 5**

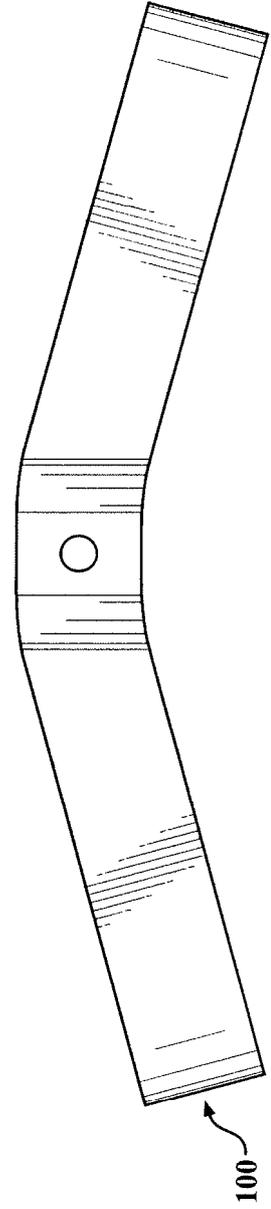


**FIG. 6**



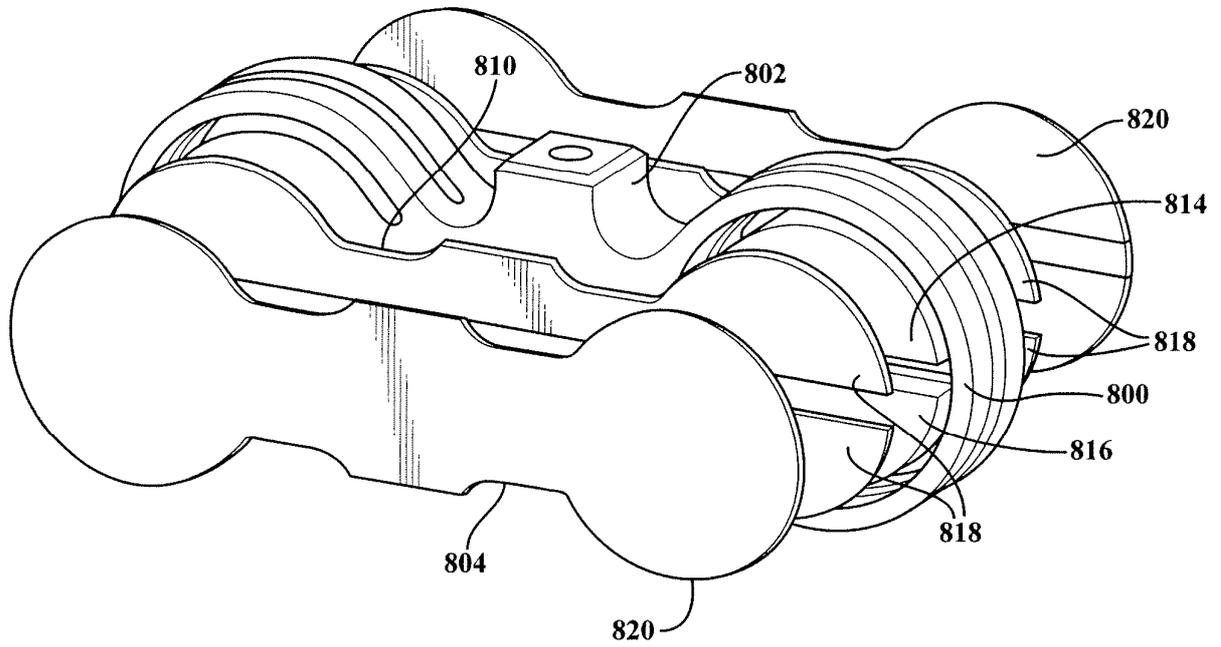


**FIG. 7A**



**FIG. 7B**

**FIG. 8**



**FIG. 9**

