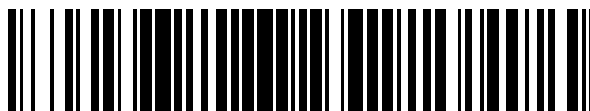


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 518**

51 Int. Cl.:
F16F 9/53

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08838729 .5**

96 Fecha de presentación: **13.10.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2201263**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.06.2010**

54 Título: **Dispositivo de amortiguación capaz de ofrecer una rigidez aumentada**

30 Prioridad:
15.10.2007 FR 0758326

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.03.2012

73 Titular/es:
**COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET
AUX ENERGIES ALTERNATIVES
BATIMENT "LE PONANT D" 25, RUE LEBLANC
75015 PARIS, FR y
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

72 Inventor/es:
**BOUTILLON, Xavier;
HAFEZ, Moustapha y
LOZADA, José**

74 Agente/Representante:
Linage González, Rafael

ES 2 377 518 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

Dispositivo de amortiguación capaz de ofrecer una rigidez aumentada

5 Campo técnico y arte previo

La presente invención se refiere a un amortiguador de fluido magneto-reológico, y de manera más general a un dispositivo capaz de generar una resistencia frente a un movimiento mediante la modificación de la viscosidad aparente de un fluido magneto-reológico por modulación de un campo magnético, pudiendo ser utilizado este dispositivo en sistemas de simulación táctil o háptica para oponer frente al avance de un órgano de mando manual una reacción que refleje el desarrollo de la orden.

Las interfaces hombre-máquina que se utilizan, por ejemplo en realidad virtual, deben presentar dos características antagonistas: por una parte, permitir movimientos en vacío lo más fáciles posibles para simular un desplazamiento libre y, por otra parte, ser capaces de ofrecer una alta rigidez para simular, por ejemplo, un sólido o una pared virtual.

Se conoce, por ejemplo, la utilización de unos motores electromagnéticos clásicos del tipo habitual para producir unas fuerzas de resistencia. La rigidez de este tipo de sistemas que pueden producir energía (sistemas plenamente activos) es siempre un factor que limita su estabilidad.

Un amortiguador semi-activo es un sistema que solo puede absorber energía y cuyo coeficiente de amortiguación se puede controlar, en función de las sollicitaciones, mediante un sistema de control. Algunas interfaces utilizan unos frenos semi-activos giratorios, que presentan el inconveniente de ser voluminosos. Otras interfaces utilizan unos amortiguadores semi-activos, pero estos presentan a menudo una fuerza en vacío demasiado elevada.

El documento US 2007/0013655 describe un dispositivo que reproduce la reacción que experimenta un pescador cuando manipula el carrete en un juego de simulación de pesca, o un ciclista cuando se apoya en los pedales de una bicicleta estática.

Este dispositivo utiliza una plancha móvil en traslación dentro de un entrehierro delimitado por los dos brazos de una U sobre los que están fijadas unas esponjas empapadas en un fluido magneto-reológico.

La plancha móvil, en su desplazamiento en traslación, roza sobre las esponjas. Al modificar el campo magnético en el entrehierro, la viscosidad aparente del fluido magneto-reológico que contienen las esponjas varía, lo que modifica la resistencia frente al avance de la plancha.

Este sistema tiene una vida útil limitada debido al rozamiento permanente de la plancha sobre las esponjas. Por otra parte, esta construcción solo puede generar una amortiguación limitada, en particular a causa de la acción limitada del fluido magneto-reológico sobre la plancha, al ser pequeña la superficie de contacto. Este sistema no permite, por lo tanto, realizar un amortiguador eficiente en numerosas situaciones conservando al mismo tiempo un tamaño aceptable. En efecto, si se precisara una gran amortiguación, haría falta una plancha de gran tamaño con el fin de que los esfuerzos de cizallamiento generados en el fluido magneto-reológico sean suficientes para producir la amortiguación necesaria. Esto implicaría, por lo tanto, un dispositivo de amortiguación de gran tamaño cuyo uso se vería limitado.

El documento US 2004/0084887 describe un dispositivo destinado a evitar las vibraciones en una dirección del vehículo automóvil. Este dispositivo está insertado dentro de la columna de dirección y consta de una caja llena de fluido magneto-reológico, de un rotor solidario en movimiento con una parte superior del eje de la dirección y con unas bobinas eléctricas para generar un campo magnético en el interior de la caja. El rotor está formado por un disco cuyo eje se confunde con el del árbol de dirección, constando este disco también de unos orificios axiales y de unos dientes en su periferia. Los dientes y los orificios producen esfuerzos normales y de cizallamiento en el fluido magneto-reológico, lo que permite reducir a la vez las vibraciones en rotación y en la dirección axial. Este dispositivo presenta el inconveniente de ser voluminoso.

El documento WO 2006/051301 presenta un dispositivo de amortiguación considerado como el antecedente más cercano de la invención.

Es, por lo tanto, un objetivo de la presente invención ofrecer un dispositivo de amortiguación de fluido magneto-reológico capaz de ofrecer esfuerzos de amortiguación importantes, manteniéndose compacto y teniendo una vida útil prolongada.

Exposición de la invención

El objetivo que se ha enunciado en el párrafo anterior se consigue mediante un dispositivo que consta de una cámara que contiene un fluido magneto-reológico y al menos un lámina capaz de desplazarse en traslación según

su eje por el fluido magneto-reológico, constando esta lámina en sus caras de mayor superficie de unas nervaduras y/o de unos orificios pasantes con el fin de aumentar la resistencia frente al desplazamiento por el fluido magneto-reológico cuando su viscosidad se incrementa por la aplicación de un campo magnético.

5 En otras palabras, la lámina no es lisa a la escala del dispositivo. Consta de unos relieves sobresalientes o deprimidos en una o las dos caras de mayor superficie. De este modo, cuando se aplica un campo magnético, las cadenas de partículas magnéticas que contiene el fluido magneto-reológico que se forman con la aplicación de un campo magnético se encuentran a la altura de los relieves y forman unos obstáculos para su desplazamiento. Y/o la lámina consta de unos orificios, en este caso las cadenas de partículas se forman a través de la lámina dentro de los
10 orificios y forman también unos obstáculos para el desplazamiento de la lámina.

De este modo, el dispositivo ofrece una amortiguación mayor con un tamaño reducido.

15 La presente invención permite generar una gran resistencia manteniendo al mismo tiempo una fuerza en vacío en unos niveles tolerables. Por una parte, la utilización de un freno lineal a base de fluido magneto-reológico permite aumentar la fuerza de resistencia. Por otra parte, ya que el freno solo puede disipar la energía mecánica, este ejerce una acción estabilizadora sobre el sistema.

20 Se utiliza el fluido magneto-reológico en cizallamiento con unas láminas delgadas, lo que permite reducir el tamaño del sistema conservando al mismo tiempo una alta resistencia.

25 La presente invención tiene, por lo tanto, principalmente como objeto un dispositivo amortiguador para presentar frente al desplazamiento de un órgano de mando manual una reacción, constando dicho dispositivo al menos de una cámara que contiene fluido magneto-reológico, de al menos un dispositivo para la generación de un campo magnético adaptable en el fluido magneto-reológico de tal modo que modifique su viscosidad aparente, de al menos un elemento móvil en translación capaz de cizallar el fluido magneto-reológico y destinado a unirse mecánicamente al órgano de mando manual, constando dicho elemento al menos de una lámina de eje longitudinal que consta de unos agujeros y/o unas escotaduras y/o unos salientes.

30 La lámina se puede realizar en un material no magnético, esta puede constar entonces de unas hendiduras paralelas y/o unos orificios.

35 En una variante de realización, la lámina consta de un alma de un material magnético provisto de agujeros y/o de escotaduras y/o de salientes y de unas bandas de un material no magnético sobre los extremos laterales en sus dos caras.

40 En otra variante de realización, la lámina consta de un alma maciza y de dos planchas de un material no magnético provistas de unas hendiduras que recubren cada cara del alma maciza. Con esta variante de realización, aparece un fenómeno de fricción.

También se puede considerar tener un elemento móvil que conste de varias láminas paralelas, lo que permite conseguir unos niveles de esfuerzo de amortiguación aún más elevados con un tamaño equivalente.

45 En un modo de realización, el dispositivo consta de un dispositivo generador de campo magnético, cuyo entrehierro forma dicha cámara llena de fluido magneto-reológico, constando dicho entrehierro de una entrada en cada uno de sus extremos longitudinales que atraviesa la lámina, desplazándose la lámina a lo largo de su eje longitudinal.

50 El medio generador de campo magnético puede, por ejemplo, constar de dos núcleos en forma de E enfrentados de tal modo que los extremos de los brazos centrales de los polos en forma de E se encuentren enfrentados, delimitando de este modo el entrehierro, y de unas bobinas montadas sobre los brazos centrales.

55 Por ejemplo, este dispositivo puede constar de un órgano de mando en cada uno de los extremos y de dos membranas flexibles, cada una fijada de manera estanca sobre el dispositivo generador de campo magnético alrededor de las entradas del entrehierro y el órgano de mando. La utilización de una membrana flexible para realizar la estanquidad permite evitar la aparición de fuerzas de rozamiento que puedan deteriorar la calidad de la amortiguación.

60 En otro modo de realización, el dispositivo de amortiguación consta de dos dispositivos generadores de campo magnético que delimitan cada uno un entrehierro que forma dos cámaras llenas de fluido magneto-reológico, estando provistos dichos entrehierros de una única entrada en un extremo longitudinal, estando situados los dispositivos generadores de campo magnético separados entre sí y de tal modo que las entradas de los entrehierros se encuentren enfrentadas y que los entrehierros alojen cada uno un extremo longitudinal de la lámina, desplazándose la lámina según su eje.

65 La aplicación de dos dispositivos de amortiguación que actúan cada uno sobre un extremo de la lámina, desplazándose la lámina según su eje longitudinal, permite ejercer esfuerzos equilibrados sobre la lámina y sobre

unas superficies constantes. En efecto, la superficie que se encuentra en el entrehierro y que cizalla el fluido magneto-reológico es siempre la misma.

5 El dispositivo puede constar de una membrana flexible que rodea las entradas y el órgano de mando formando un conjunto estanco, estando fijado el órgano de mando manual prácticamente en el centro de la lámina ortogonalmente a su eje longitudinal.

10 De manera ventajosa, el órgano de mando tiene dos partes, una parte fijada sobre la lámina y una parte fijada sobre la parte fijada sobre la lámina, quedando sujeta la membrana entre las dos partes. La fijación estanca se realiza entonces de manera muy simple y muy eficaz.

Se puede considerar que el o los entrehierros estén divididos en tantos entrehierros como láminas por medio de planchas magnéticas, alojando cada entrehierro una lámina.

15 La presente invención también tiene por objeto un sistema de amortiguación que consta de un dispositivo amortiguador de acuerdo con la presente invención, de una fuente de alimentación en energía eléctrica del o de los dispositivos para la generación de campo magnético, de al menos un sensor con un tamaño cinemático y/o dinámico representativo del movimiento de este elemento o del órgano de mando y de un dispositivo de control, estando conectado dicho sensor al dispositivo de control, unido a su vez al (a los) dispositivo(s) para la generación de un campo magnético, siendo tal el conjunto que la viscosidad aparente del fluido magneto-reológico varíe a lo largo del desplazamiento del órgano de mando manual. El sensor, al menos uno, es un sensor de aceleración, de velocidad y/o de desplazamiento.

20 La presente invención también tiene por objeto un sistema de simulación, de tipo interfaz háptica que consta de un sistema de acuerdo con la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

30 La presente invención se entenderá mejor por medio de la descripción que se da a continuación y de los dibujos que se anexan en los que:

- la figura 1 es una vista en perspectiva de un modo de realización de un dispositivo de amortiguación de acuerdo con la presente invención, no estando representada la membrana flexible;

35 - la figura 2A es una vista en perspectiva de un ejemplo de realización de una lámina capaz de utilizarse en el dispositivo de la figura 1 que se representa parcialmente;

- la figura 2B es una vista ampliada en planta de la lámina de la figura 2A;

40 - la figura 3 es una vista despiezada de otro ejemplo de realización de una lámina para un dispositivo de acuerdo con la invención;

- la figura 4 es una vista despiezada de otro ejemplo de realización de una lámina para un dispositivo de acuerdo con la invención;

45 - las figuras 5A y 5B son unas vistas en perspectiva parcial de un dispositivo para la generación de un campo magnético del dispositivo de amortiguación de la figura 1;

- la figura 6 es una vista de lado del dispositivo para la generación de un campo magnético de las figuras 5A y 5B;

50 - la figura 7 es una vista de frente del dispositivo completo de la figura 1;

- la figura 8 es una vista desde arriba de otro modo de realización de un dispositivo de amortiguación de acuerdo con la invención;

55 - la figura 9 representa unas vistas en perspectiva de lado de un montaje particular que permite la utilización de dos láminas;

- la figura 10 es una representación esquemática de un sistema de amortiguación que funciona en tiempo real.

60 Exposición detallada de modos de realización particulares

En la presente solicitud, un órgano de mando manual no se limita a un dispositivo que se desplaza por medio de una mano, sino que comprende cualquier órgano al que pueda desplazar otro miembro, por ejemplo un pie.

65 En la figura 1, se puede observar un modo de realización de un dispositivo de amortiguación 2 de fluido magneto-

reológico de acuerdo con la presente invención que consta de un elemento móvil formado por una única lámina 4 de un material no magnético, por ejemplo de latón, capaz de desplazarse por un plano medio P de la lámina paralela en sus dos caras de mayor superficie.

5 Se entiende por « lámina » en la presente solicitud un elemento que tiene una longitud y una anchura grandes con respecto a su grosor y que ofrecen una cierta flexibilidad en una dirección normal en el plano medio P.

En el ejemplo representado, la lámina 4 se puede desplazar a lo largo de un eje Y según la mayor extensión de la lámina 4.

10 La lámina 4 consta de un primer extremo 4.1 y de un segundo extremo 4.2 según el eje Y, estando situados cada uno de estos extremos en un entrehierro de unos dispositivos para la generación de un campo magnético 6.1, 6.2.

15 De acuerdo con la presente invención, la lámina consta de unos relieves sobresalientes o deprimidos y/o de unos orificios, tal y como lo describiremos de manera más detallada en la siguiente descripción.

Vamos a describir el dispositivo para la generación de un campo magnético 6.1; al ser similar el dispositivo 6.2, a este no lo describiremos en detalle.

20 El dispositivo para la generación de un campo magnético 6.1 que se puede observar especialmente en las figuras 5A, 5B y 6, delimita un entrehierro que contiene el fluido magneto-reológico por el cual se puede desplazar la lámina 4.

25 Un fluido magneto-reológico es una suspensión de partículas ferromagnéticas de tamaño micrométrico en un fluido portador, por ejemplo aceite mineral o sintético o agua.

30 En el ejemplo particular representado, el dispositivo para la generación de un campo magnético 6.1 consta de dos polos 12 de material ferromagnético, por ejemplo de hierro dulce, ferrita o una aleación de alta permeabilidad magnética, en forma de E y de dos bobinas 14. Cada bobina 14 se sitúa alrededor de la barra central 12.1 de la E. Los dos polos 12 están colocados de tal modo que las barras quedan enfrentadas. Por otra parte, las barras centrales presentan una longitud inferior a las de las barras del extremo 12.2, de tal modo que las barras centrales delimiten el entrehierro mediante sus extremos enfrentados.

35 Por ejemplo, este entrehierro mide 1 mm de grosor.

El dispositivo de amortiguación 2 consta también, a la altura del entrehierro, de un sistema de estanquidad que permite contener el fluido magneto-reológico.

40 El sistema de estanquidad consta, en el ejemplo representado, de dos piezas 16 en forma de U ensartadas cada una en una barra central 12.1 de la U según el eje Y, estas piezas 16 están por ejemplo pegadas o estrechamente ajustadas, lo que permite garantizar la estanquidad lateral del dispositivo a la altura del dispositivo para la generación de un campo magnético 6.1.

45 También se puede considerar no utilizar más que una única pieza en forma de U 16 a caballo sobre las dos barras centrales 12.1, constando la pieza de un paso para la lámina.

50 Cada pieza en forma de U 16 consta de una ranura 18 a la altura de la base de la U y se extiende hasta la parte hueca de la U, esta ranura presenta una anchura prácticamente igual a la de la barra central del polo y una profundidad igual a la mitad de la del entrehierro.

Las piezas en forma de U 16 están colocadas de tal modo que las dos ranuras 18 queden una enfrente de la otra y delimiten un conducto 20 de sección rectangular según el eje Y hacia una cámara 22 delimitada por las partes centrales huecas de la U. Se puede observar un extremo de este paso 20 de frente en la figura 6.

55 El conducto 20 permite el paso de la lámina.

Obviamente se sobreentiende que cualquier sistema de estanquidad que permita un guiado de la lámina entra dentro del marco de la presente invención.

60 Este paso 20 permite el paso de la lámina 4, tal y como lo describiremos a continuación.

El sistema de estanquidad consta también de una plancha 24 que cierra de manera estanca un extremo 22.1 de la cámara 22, opuesta al paso 20 según el eje Y. Esta está, por ejemplo, pegada.

65 En el ejemplo representado, la plancha 24 consta de dos escotaduras y de una nervadura central que cierra el extremo 22.1 de la cámara 22. Las dos escotaduras permiten disponer del espacio necesario en los extremos de las

bobinas que rodean las barras centrales de las E del núcleo magnético. La nervadura central entra en contacto con las piezas en forma de U 16, garantizando de este modo la estanquidad sin tocarse con las bobinas.

5 Las piezas en forma de U 16 y las planchas 24 están realizadas en un material no magnético, por ejemplo en plexiglás®.

Los dos dispositivos para la generación de un campo magnético 6.1, 6.2 están inmovilizados el uno respecto del otro fijándolos sobre un bastidor 26, de tal modo que los pasos 20 queden uno enfrente del otro.

10 La lámina está montada en los dispositivos para la generación de un campo magnético 6.1, 6.2, en particular la lámina atraviesa los pasos 20 y los extremos longitudinales de la lámina están alojados dentro de las cámaras 22.

15 En lugar de los núcleos con forma de E, se podrían prever dos piezas en forma de U enfrentadas, de las que uno de los brazos de cada U es más corto de tal modo que forme un entrehierro.

El dispositivo de amortiguación 2 consta también de un órgano de mando 28 mediante el cual un esfuerzo ejercido por un operario se transmite a la lámina y mediante el cual la lámina ejerce un esfuerzo de amortiguación que experimenta el operario.

20 En el ejemplo representado, este elemento 28 está formado por una varilla fijada en una parte central de la lámina 4, ortogonalmente al eje Y de la lámina 4.

También se realiza la estanquidad entre los dos dispositivos para la generación de un campo magnético 6.1, 6.2 y el órgano de mando para evitar cualquier fuga de fluido magneto-reológico.

25 Esta estanquidad se realiza de manera ventajosa mediante una membrana flexible desplegable 30 fijada de manera estanca a los dos dispositivos para la generación de un campo magnético 6.1, 6.2 y sobre el órgano de mando 28.

Para la membrana se selecciona un material compatible con el fluido magneto-reológico, por ejemplo nitrilo.

30 Esta membrana presenta, por ejemplo, una forma tubular en la que cada uno de los extremos está fijado alrededor de los pasos 20, por ejemplo unas piezas en forma de U 16 y consta de una abertura 32 en su periferia para el paso del órgano 28. La membrana está fijada sobre las piezas en forma de U 16 mediante encolado, por ejemplo.

35 Para ello, el órgano de mando se realiza de manera ventajosa en dos partes 28.1, 28.2, una primera parte 28.1 fijada a la lámina y una segunda parte 28.2 atornillada sobre la primera, quedando sujeto el contorno de la abertura 32 entre las dos partes 28.1, 28.2 del órgano de mando.

40 La membrana flexible 30 permite garantizar la estanquidad del dispositivo, permitiendo al mismo tiempo el desplazamiento de la lámina 4. Esta realización no produce fuerzas parásitas de rozamiento y, por lo tanto, no altera la intensidad de la amortiguación ni el movimiento en vacío.

45 La utilización de dos dispositivos para la generación de un campo magnético situados de manera simétrica a ambos lados del órgano de mando proporciona la ventaja de mantener una superficie de interacción constante entre la lámina y el fluido magneto-reológico durante el desplazamiento.

50 La utilización de dos generadores de campo también permite distribuir las fuerzas por la lámina de tal modo que se reduzca el riesgo de pandeo. En efecto, el pandeo de una plancha (o de un listón) depende del esfuerzo de compresión sobre la sección y de la longitud comprimida. La utilización de dos generadores de campo hace que, en su movimiento, un lado de la lámina (con respecto a la posición del órgano de mando) experimente una compresión mientras que el otro experimenta una tracción. El esfuerzo de compresión global se ve, por lo tanto reducido, lo que disminuye el riesgo de pandeo.

55 Se pueden prever unos dispositivos para el guiado del órgano de mando, para evitar solicitar la lámina en torsión. No obstante, hay que señalar en general el órgano de mando no está directamente conectado al usuario.

El montaje de este amortiguador se realiza de la siguiente manera:

60 Se montan, en primer lugar, los dos dispositivos para la generación de un campo magnético con la excepción de una de las dos piezas 24. A continuación se monta la lámina y la primera parte del órgano de mando. Se monta seguidamente la membrana y la segunda parte del órgano de mando. Se llena el sistema con fluido MR por la abertura que dejada la pieza 24 que falta y se cierra el dispositivo. Finalmente, se fijan los dos sistemas de generación magnética sobre el armazón.

65 En las figuras 2A a 4, se pueden observar unos ejemplos de realización de lámina de acuerdo con la presente invención.

5 En la figura 2A, se puede observar un ejemplo de realización, constando la lámina realizada en un material no magnético de unas hendiduras 8 que atraviesan la lámina de lado a lado. En el ejemplo representado, las hendiduras 8 son ortogonales al eje Y, pero unas láminas que constan de unas ranuras paralelas al eje Y o de unas ranuras inclinadas con respecto a los ejes X e Y no se salen del marco de la presente invención.

En la figura 2B, se pueden observar las hendiduras ampliadas. Por ejemplo, las hendiduras presentan una anchura L de 0,25 mm y una longitud l de 7 mm.

10 De manera ventajosa, las hendiduras son perpendiculares a la dirección del movimiento, es decir al eje longitudinal de la plancha en el ejemplo que se ha descrito anteriormente, siendo más eficaz en estos casos el cizallamiento del fluido magneto-reológico. Pero unas láminas provistas de hendiduras oblicuas y/o de orificios con otras formas, por ejemplo circulares, no se salen del marco de la presente invención.

15 En el ejemplo representado, la lámina 4 consta de unas hendiduras en su parte central, no obstante se podría prever en el modo de realización que se representa en la figura 7, que las hendiduras solo estén presentes a la altura de los extremos 4.1, 4.2 de la lámina, a la altura de los cuales la viscosidad aparente del fluido magneto-reológico se ve modificada por los dispositivos para la generación de un campo magnético 6.1, 6.2.

20 También se puede prever que las hendiduras no sean rectilíneas, o no sean continuas por toda la anchura o la longitud de la lámina.

25 También se puede prever que la lámina conste, ya no de unas hendiduras, sino de unos agujeros de sección circular u oblonga que atraviesen la lámina de lado a lado, pudiendo estar estos agujeros alineados o repartidos de manera aleatoria por la lámina. El límite inferior del diámetro de los orificios se selecciona en función del tamaño mínimo de las partículas, siendo el tamaño mínimo de alrededor de 100 μm , el tamaño máximo de los orificios viene dado, por su parte, por la anchura de la plancha, del orden de algunos milímetros en el caso descrito.

30 La dimensión de las hendiduras y/o de los orificios y su densidad se determina con el fin de garantizar un equilibrio entre la fuerza máxima de amortiguación y la resistencia mecánica de la lámina. En efecto, un número de hendiduras demasiado grande podría hacer frágil a la lámina.

35 La lámina 4 presenta un grosor inferior a la anchura de los pasos 20. La lámina 4 no está, en el ejemplo representado, en contacto con los polos, cuando la lámina está colocada dentro de los dispositivos generadores de campo magnético.

La lámina no magnética se puede realizar, por ejemplo, en latón, en aluminio o en mica.

40 En la figura 3, se puede observar otro ejemplo de realización de lámina de acuerdo con la presente invención 104 que permite realizar un cuerpo de material magnético.

45 La lámina 104 consta de un alma 106 con la forma de una lámina provista de unas hendiduras y o de unas nervaduras similar a la lámina 104 de la figura 2A de un material no magnético, y de unas varillas 108 de un material no magnético añadidas sobre el alma 106 y que bordean los lados de mayor longitud del alma 106. El grosor total de la lámina es prácticamente igual a la anchura de los pasos 20, de este modo las paredes de estos la guían durante su desplazamiento según el eje X por medio de las bandas añadidas 108.

50 El alma 106 se puede realizar en hierro dulce, en acero, en ferrita o en aleaciones con una alta permeabilidad, y las bandas 108 se pueden realizar en latón, en aluminio, en mica, e incluso en un material plástico compatible con el fluido MR.

Las bandas están en contacto con los polos cuando la lámina está colocada dentro de los dispositivos generadores de campo magnético.

55 En la figura 4 se puede observar otro ejemplo de realización de una lámina 204 de acuerdo con la presente invención que consta de unas ranuras.

60 La lámina 204 consta de un alma 206 de un material magnético y de dos planchas 208 no magnéticas provistas de unas hendiduras añadidas sobre las dos caras del alma, formando de este modo unas ranuras en las caras de la lámina. Se añaden unas varillas 210 sobre el alma, que rodean los laterales de mayor longitud del alma 206. El grosor de este ensamblado es tal que corresponde a la anchura del entrehierro, lo que garantiza el guiado de la lámina.

65 Las varillas 210 crean un espacio entre el alma magnética 206 y las planchas no magnéticas 208 provistas de hendiduras. El fluido magneto-reológico puede entonces circular libremente por este espacio cuando el campo magnético es nulo. La fuerza en vacío, por lo tanto, se reduce.

- La utilización de una lámina de este tipo produce el cizallamiento del fluido mediante las láminas 208 provistas de hendiduras que crean un fenómeno de pandeo, lo que aumenta la resistencia máxima que el dispositivo de amortiguación puede oponer de acuerdo con la presente invención. Las láminas magnéticas provistas de hendiduras están en contacto con los polos magnéticos. Durante el desplazamiento de la lámina, las cadenas se rompen a la altura de los polos magnéticos por el paso de los dientes de las planchas no magnéticas, lo que corresponde al fenómeno de pandeo.
- Por otra parte, al estar las láminas 208 en contacto con los polos, el rozamiento entre la lámina 204 y los polos se ve incrementado, este rozamiento permite la aparición del fenómeno de pandeo y la utilización de un alma magnética, lo que permite aumentar de manera considerable las fuerzas máximas.
- Se puede considerar realizar unas láminas de una sola pieza en lugar de realizarlas mediante ensamblado; en particular en el caso de la lámina de la figura 4, se puede considerar mecanizar o grabar las caras de las láminas para realizar unas ranuras. En este caso, la lámina sería toda ella de un material no magnético.
- También se puede prever realizar unas láminas provistas de protuberancias, por ejemplo unas nervaduras o unas protuberancias con cualquier forma.
- El dispositivo de amortiguación de acuerdo con la invención está asociado a un sistema electrónico capaz de producir la corriente necesaria en las bobinas para conseguir una viscosidad aparente suficiente del fluido magneto-reológico. El dispositivo también puede funcionar en tiempo real, para ello se asocia a unos sensores de fuerza y/o de posición y/o de movimiento.
- El dispositivo de amortiguación de acuerdo con la invención se puede utilizar para simular un esfuerzo en una interfaz hombre-máquina, para simular la reacción de un circuito de frenado hidráulico o de otro tipo, para simular un esfuerzo en un aparato de musculación, en un mando de juego, en un dispositivo háptico para la realidad virtual o la tele-operación (quirúrgica o en entorno hostil, por ejemplo). Para ello el dispositivo se integra en un sistema de amortiguación que consta de uno o varios sensores con un tamaño cinemático o dinámico representativos del movimiento del elemento móvil o del órgano de mando manual. Puede ser suficiente con un único sensor, así como la determinación a priori de un modelo; un segundo sensor puede ser útil para mejorar la precisión de la simulación. El o los sensores se pueden disponer directamente sobre el órgano de mando o sobre la lámina.
- A partir de mediciones temporales realizadas por el o los sensores y uno o varios convertidores analógico-numéricos, un dispositivo de control 700 (figura 10) determina en tiempo real la intensidad de la corriente eléctrica que permite que los dispositivos 6.1, 6.2 generen un campo magnético adaptado al esfuerzo que hay que aplicar, por como reacción sobre el órgano de mando manual. El cálculo del campo magnético se hace a partir de los datos de los sensores y de un modelo matemático del comportamiento dinámico, pre-grabado en la memoria del dispositivo de control, que hay que simular.
- El dispositivo de control 700 consta de un calculador en tiempo real 710, de manera clásica, un microprocesador de tipo DSP ("digital signal processor" en terminología inglesa) o cualquier otro provisto de uno o de varios convertidores analógico-numéricos y de una memoria que determina la corriente eléctrica que hay que aplicar, por medio de un convertidor numérico-analógico y eventualmente del amplificador de potencia 720, a los dispositivos para la generación del campo magnético, sobre la base de modelos dinámicos del comportamiento mecánico, memorizados en el calculador 710.
- El dispositivo de control también puede constar de un amplificador de potencia 720.
- Vamos a explicar a continuación, de manera general, el funcionamiento del sistema de amortiguación de acuerdo con la presente invención sobre la base del esquema de la figura 10.
- Con el accionamiento del órgano de mando manual 28, la lámina 4 se desplaza a lo largo del eje Y, el sensor 610 mide entonces la variación en el tiempo de al menos una medida física característica de este desplazamiento, el flujo temporal de medición se transmite al calculador 710 del dispositivo de control 700. Este determina, en tiempo real, la sucesión temporal de los valores de la intensidad de la corriente que envía a los dispositivos para la generación del campo magnético del simulador 600 eventualmente por medio del amplificador de potencia 720. La viscosidad aparente del fluido magneto-reológico varía entonces durante el accionamiento, la lámina cizalla el fluido magneto-reológico y se transmite entonces una reacción al órgano de mando a través de la lámina 4.
- La presencia de las hendiduras permite que las cadenas de partículas atraviesen la lámina. Para desplazarse, la lámina debe cortar las cadenas mediante cizallamiento, lo que aumenta la resistencia frente al desplazamiento en comparación con una lámina lisa.
- En la figura 8, se puede observar otro modo de realización de un dispositivo de amortiguación de acuerdo con la presente invención.

De acuerdo con este segundo modo de realización, la lámina se desliza a lo largo de su eje longitudinal Y, el dispositivo solo consta entonces de un único dispositivo para la generación de un campo magnético 6.

5 El dispositivo consta de un entrehierro que se extiende por toda la longitud del dispositivo, estando provisto el entrehierro de dos extremos longitudinales abiertos, atravesando la lámina 4 de lado a lado el dispositivo y en parte los dos extremos longitudinales abiertos del entrehierro.

10 En el ejemplo representado, la lámina consta en cada uno de sus extremos de un órgano 28 sobre el cual se sujeta por un extremo una membrana 30 de manera similar al primer modo de realización, y por otro extremo alrededor de los extremos abiertos del entrehierro, garantizando de este modo un confinamiento estanco.

15 La estructura de los dispositivos para la generación de un campo magnético puede ser idéntica a la de los dispositivos 6.1, 6.2 del primer modo de realización y, por lo tanto, no se describirá en detalle.

El elemento móvil puede constar de más de una lámina y estar formado por varias láminas dispuestas en paralelo.

20 Para ello, se prevé disponer el entrehierro de tal modo que conste de una multitud de pasos paralelos que alojan cada uno una lámina del elemento móvil.

En la figura 9, se puede observar un ejemplo de realización de una división del entrehierro de este tipo.

25 En este ejemplo, se inserta entre las piezas en forma de U 16 una plancha 34 magnética que divide el paso 20 en dos pasos 20.1, 20.2 del mismo tamaño, que puede alojar cada una de las láminas.

Las piezas en forma de U constan por ejemplo de un refrentado, es decir un ligero raspado de material, por ejemplo correspondiente a la mitad del grosor de la lámina 34 en sus dos caras respectivamente enfrentadas, con el fin de permitir que se inserte ahí la lámina fija 34, de mantenerla en esta posición y de conservar la estanquidad.

30 La lámina magnética está aislada de los polos mediante las piezas en forma de U 16.

La plancha 34 es de manera ventajosa magnética, de tal modo que el comportamiento entre el fluido y esta plancha sea idéntico al comportamiento entre el fluido y los polos magnéticos.

35 La configuración que se muestra en la figura 9 permite dividir el entrehierro en dos entrehierros distintos, pudiendo deslizarse una lámina no magnética por cada uno de ellos. De este modo, la superficie útil de cizallamiento se duplica sin aumentar el tamaño total del dispositivo, ni el consumo eléctrico. La fuerza de amortiguación resultante, por lo tanto, se incrementa.

40 El dispositivo puede, por lo tanto, constar de un elemento móvil formado por una multitud de láminas intercalando una pieza en forma de U entre cada par de láminas magnéticas.

Las láminas que se representan en las figuras 2A a 4 están especialmente adaptadas para realizar este elemento móvil con varias láminas.

45 En una variante de realización, se puede prever sustituir las bobinas tradicionales por unas bobinas sobre una capa delgada, por ejemplo de tipo PCB ("Printed Circuit Board" o circuito impreso) o de silicio, lo que permitiría reducir aún más el tamaño total del sistema.

50 La presente invención permite conservar unas bajas fuerzas en vacío ofreciendo al mismo tiempo unos altos niveles de amortiguación debido a la sollicitación del fluido magneto-reológico en cizallamiento y a la presencia de relieves.

55 Cuando el alma es de un material no magnético, el guiado no es útil ya que un eventual contacto con los polos no modifica el comportamiento del sistema. La ausencia de guiado hace que el dispositivo sea más simple y que una miniaturización de este sea más fácil.

Obviamente se sobreentiende que en el dispositivo representado en la figura 7 se podría utilizar un elemento móvil con varias láminas paralelas.

60 También se sobreentiende que el órgano de mando manual 28 que sirve como interfaz con el entorno exterior puede tener una realización más compleja que la que se ha descrito con anterioridad, este podría hacerse, por ejemplo, en varias partes, por ejemplo formar parte de un mecanismo de tipo biela o cualquier otro sistema mecánico complejo.

65 Además, las realizaciones particulares de los dispositivos generadores de campo magnético solo se dan a título de ejemplo y no son en ningún caso excluyentes, y se puede modificar sin salirse del marco de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de amortiguación para presentar frente al desplazamiento de un órgano de mando manual (28) una reacción, incluyendo dicho dispositivo al menos una cámara que contiene fluido magneto-reológico, dos dispositivos generadores de campo magnético (6.1, 6.2) adaptable en el fluido magneto-reológico de tal modo que modifica su viscosidad aparente, al menos un elemento móvil (4, 104, 204) en translación capaz de cizallar el fluido magneto-reológico y destinado a unirse mecánicamente al órgano de mando manual (28), incluyendo dicho elemento (4, 104, 204) al menos una lámina de eje longitudinal (Y) que incluye unos agujeros y/o unas escotaduras y/o unos salientes, definiendo cada uno de los dos dispositivos generadores de campo magnético (6.1, 6.2) un entrehierro que forma dos cámaras llenas de fluido magneto-reológico, estando provistos dichos entrehierros de un única entrada (20) en un extremo longitudinal, estando colocados los dos dispositivos generadores de campo magnético (6.1, 6.2) separados entre sí y de tal modo que las entradas (20) de los entrehierros se encuentren enfrentadas y que cada uno de los entrehierros aloje un extremo longitudinal de la lámina (4), desplazándose la lámina (4) según su eje (Y).
2. Dispositivo de amortiguación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la lámina (4, 104) incluye unas hendiduras paralelas.
3. Dispositivo de amortiguación de acuerdo con la reivindicación 2, en el que las hendiduras son ortogonales a una dirección de desplazamiento de la lámina.
4. Dispositivo de amortiguación de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 3, en el que la lámina (4) está realizada en un material no magnético.
5. Dispositivo de amortiguación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la lámina (104) incluye un alma (106) de un material magnético provista de unos agujeros y/o unas escotaduras y/o unos salientes y de unas bandas (108) de un material no magnético sobre sus extremos laterales en sus dos caras.
6. Dispositivo de amortiguación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la lámina (204) incluye un alma maciza de un material magnético o no magnético (206) y de dos planchas (208) de un material no magnético provistas de unas hendiduras que recubren cada cara del alma maciza (206).
7. Dispositivo de amortiguación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el elemento móvil incluye varias láminas paralelas.
8. Dispositivo de amortiguación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que incluye una membrana flexible (30) que rodea las entradas (20) y el órgano de mando (28) formando un conjunto estanco, estando fijado el órgano de mando manual (28) prácticamente en el centro de la lámina (4) ortogonalmente a su eje longitudinal (Y).
9. Dispositivo de amortiguación de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el órgano de mando (28) tiene dos partes (28.1, 28.2), una parte (28.2) fijada sobre la lámina y una parte fijada (28.1) sobre la parte (28.2) fijada sobre la lámina, estando sujeta la membrana (30) entre las dos partes (28.1, 28.2).
10. Dispositivo de amortiguación de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores combinada con la reivindicación 7, en el que al menos un entrehierro está dividido en tantos entrehierros como láminas por medio de planchas magnéticas, alojando cada entrehierro una lámina.
11. Sistema de amortiguación que incluye un dispositivo amortiguador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, de una fuente de alimentación en energía eléctrica del o de los dispositivos para la generación de un campo magnético, de al menos un sensor de un tamaño cinemático y/o dinámico representativo del movimiento de este elemento o del órgano de mando y de un órgano de control, estando conectado dicho sensor al órgano de control, conectado a su vez a los dispositivos para la generación de un campo magnético, siendo tal el conjunto que la viscosidad aparente del fluido magneto-reológico varía durante el desplazamiento del órgano de mando manual.
12. Sistema de amortiguación de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el sensor, al menos uno, es un sensor de carrera, de velocidad y/o de aceleración.
13. Sistema de simulación del tipo interfaz háptica que incluye un sistema de acuerdo con la reivindicación 11 o 12.

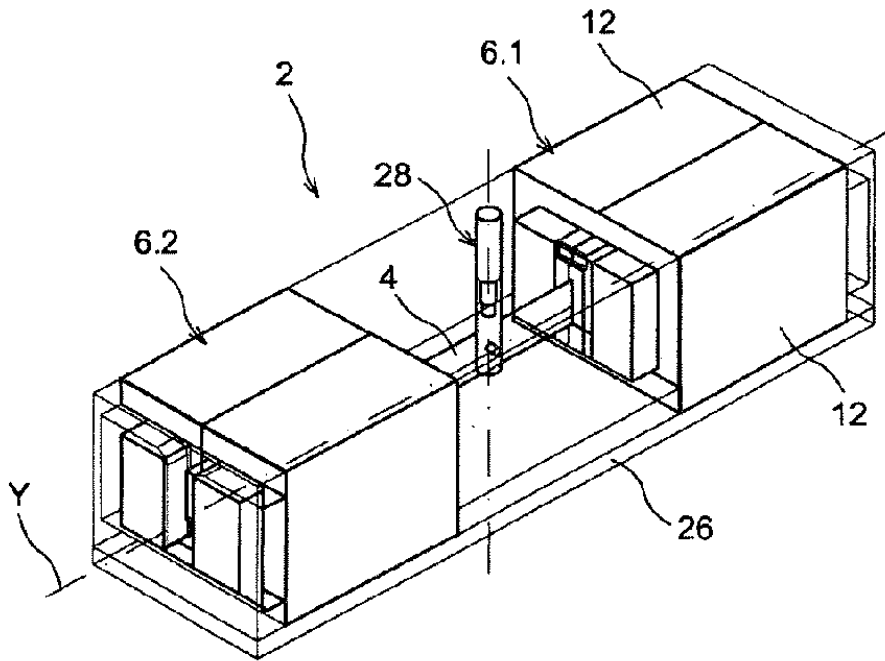


FIG. 1

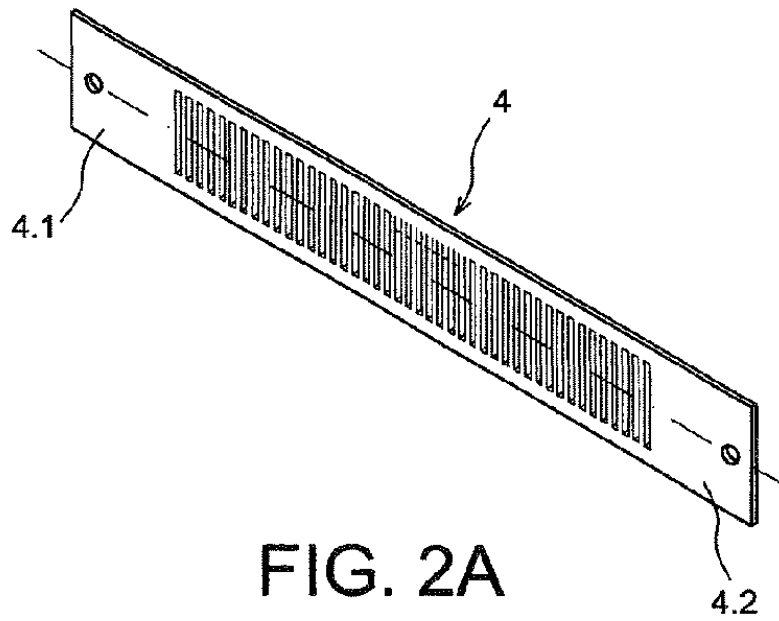


FIG. 2A

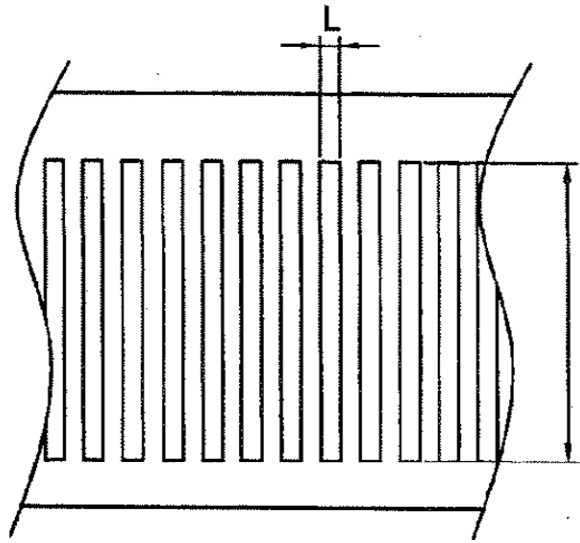


FIG. 2B

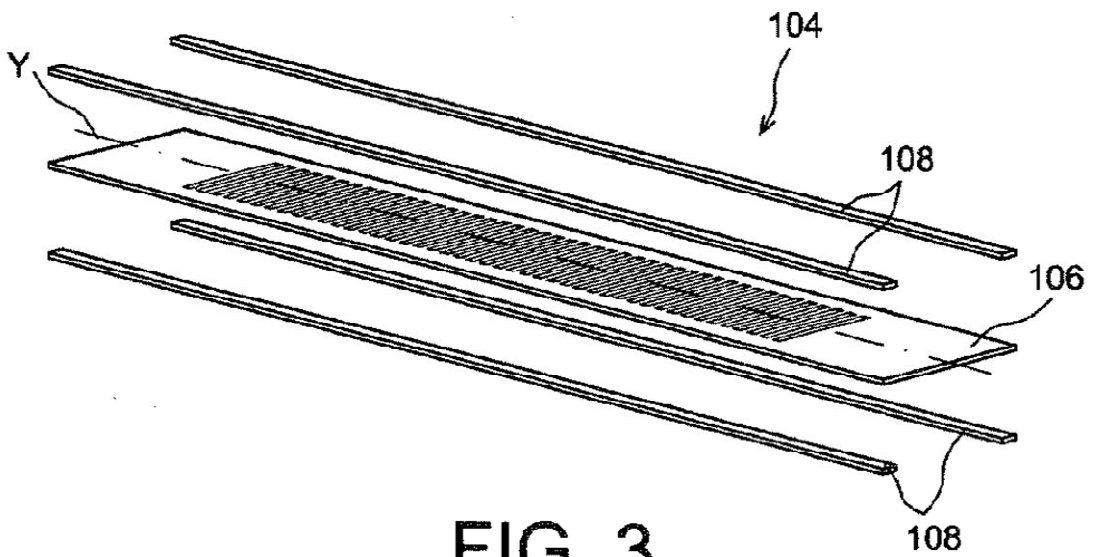


FIG. 3

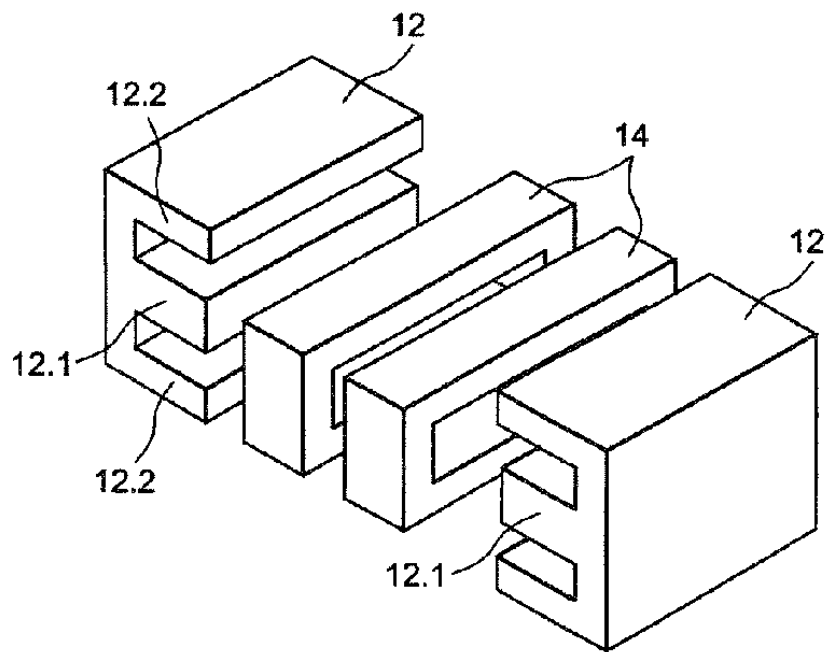
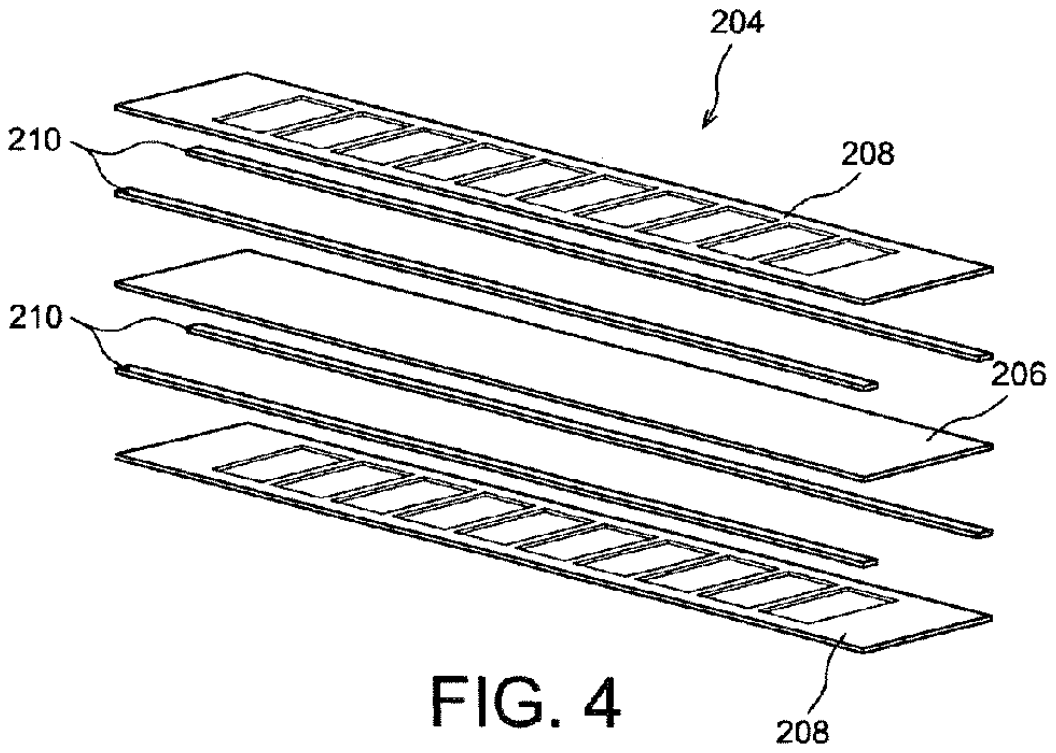


FIG. 5A

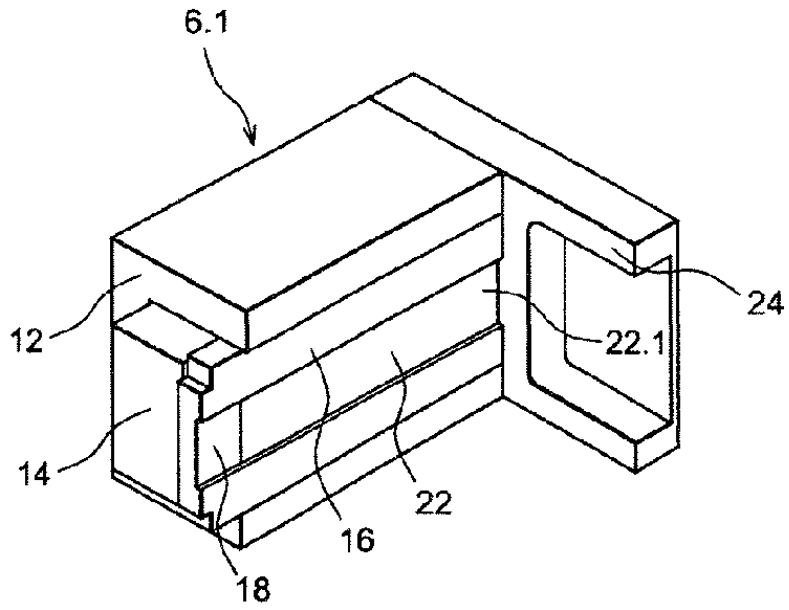


FIG. 5B

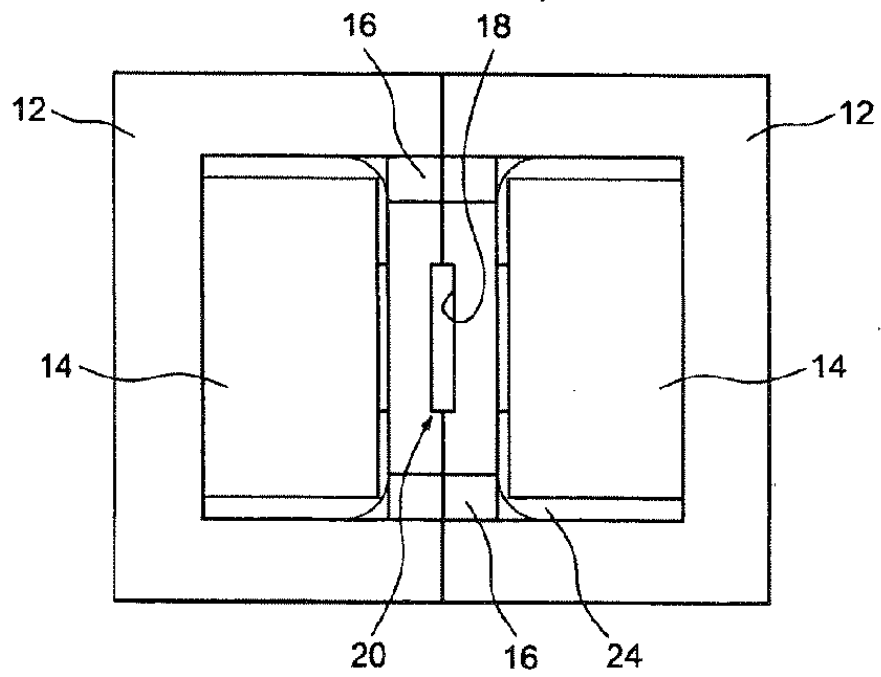


FIG. 6

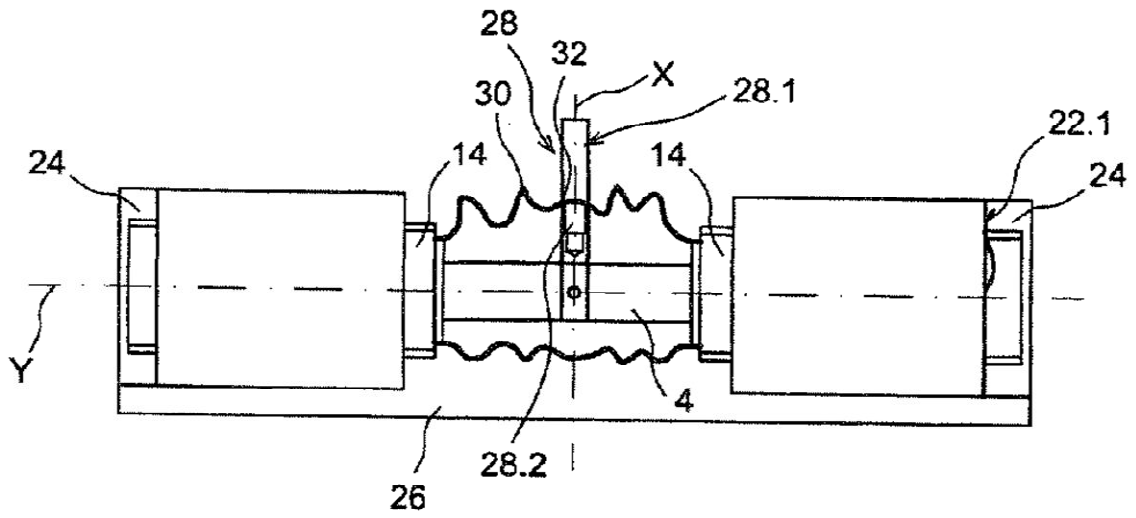


FIG. 7

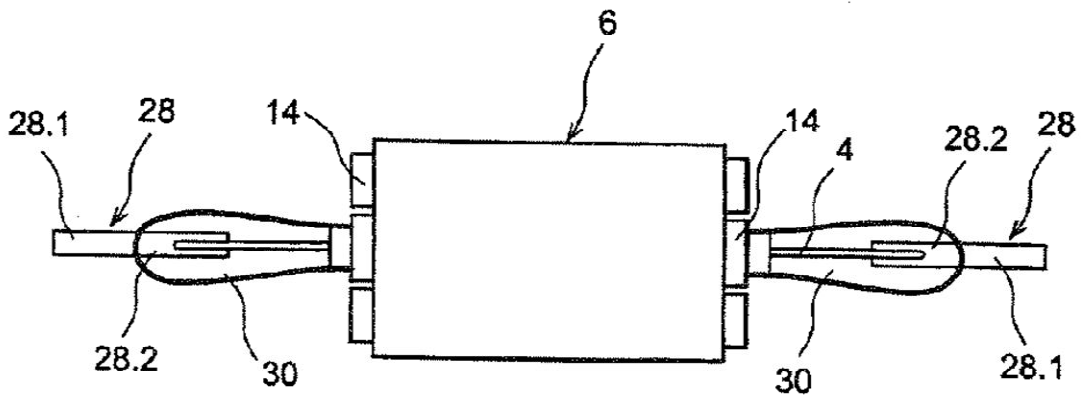


FIG. 8

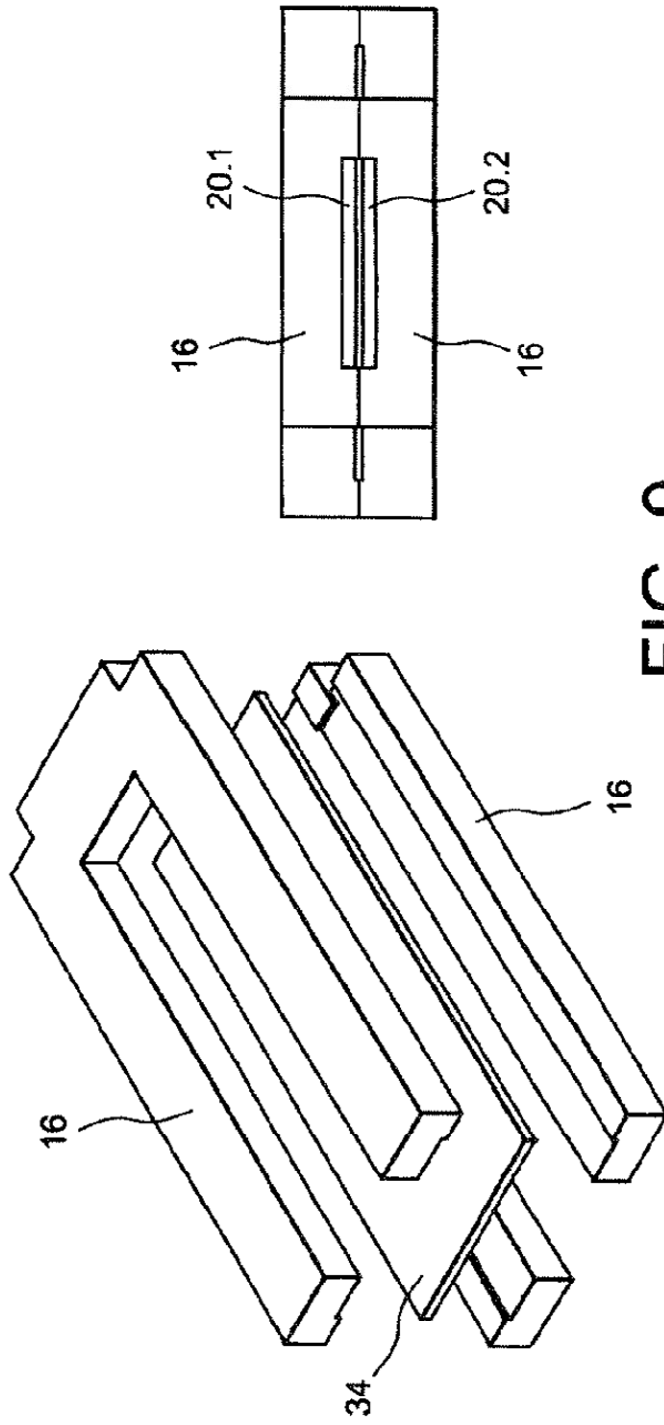


FIG. 9

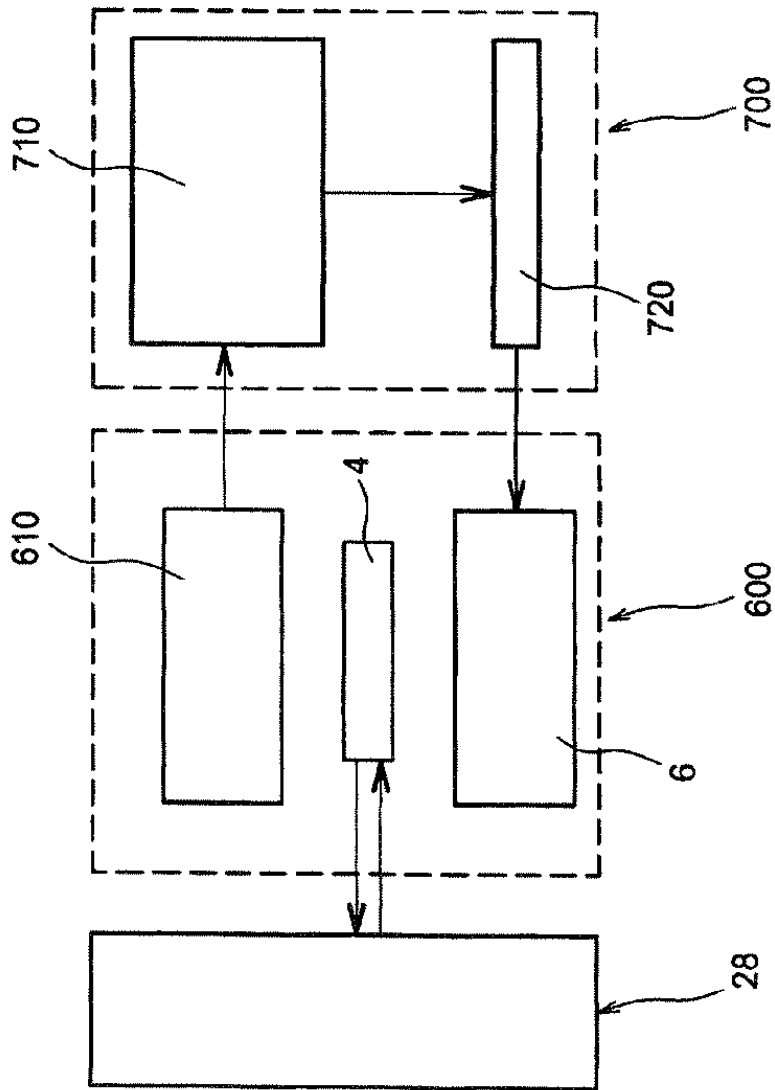


FIG. 10