(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 365 440**

(51) Int. Cl.:
B60R 19/32 (2006.01)
F16F 9/53 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **08014896 .8**
(96) Fecha de presentación : **22.08.2008**
(97) Número de publicación de la solicitud: **2156989**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **24.02.2010**

(54) Título: **Dispositivo de absorción de energía.**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.10.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.10.2011

(73) Titular/es: **THYSSENKRUPP PRESTA AKTIENGESELLSCHAFT**
Essanestrasse 10
9492 Eschen, LI

(72) Inventor/es: **Battlogg, Stefan;**
Elsensohn, Gernot;
Kirmsze, Helmut y
Pösel, Jürgen

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de absorción de energía

El invento se refiere a un dispositivo de absorción de energía para la protección de pasajeros en vehículos, con un depósito en el cual está contenido un líquido magnetorreológico que en caso de un choque es presionado a través de una sección de fluencia, y con una instalación que genera un campo magnético y que presenta superficies polares asignadas a la sección de fluencia, mediante las cuales el campo magnético actúa sobre el líquido magnetorreológico para regular las propiedades de fluencia.

Para poder influir sobre la capacidad de fluencia del líquido magnetorreológico por medio de un campo magnético de manera que la resistencia al flujo de la sección de fluencia varíe, deben cumplirse varios criterios. Un campo magnético generado por una bobina debe ser introducido en el líquido magnetorreológico, por lo cual los elementos y piezas del dispositivo que están previstos para el recorrido directo de las líneas de campo a través del líquido magnetorreológico deberían ser magnéticamente mejores conductores que otros elementos y piezas que están fuera del recorrido directo de las líneas de campo.

Un dispositivo semejante está descrito por ejemplo en el documento WO 2007/068436. El campo magnético es generado por una bobina, que está provista de un núcleo en forma de C de un material magnéticamente activo, en particular un núcleo de hierro. Entre las dos superficies polares poco distanciadas del núcleo en forma de C es llevado fuera del depósito un canal de salida de sección transversal rectangular, que contiene la sección de fluencia. Las paredes del canal de salida contiguas a las superficies polares son de material magnéticamente buen conductor, y las paredes laterales por el contrario son de un material magnéticamente al menos peor conductor que el líquido magnetorreológico.

Las especiales circunstancias en caso de un choque dejan sólo un lapso de tiempo restante extremadamente corto, dentro del cual la capacidad de fluencia del líquido magnetorreológico debe ser modificada. Para la modificación se hace necesario un tiempo de espera mínimo en el campo magnético, de manera que la sección transversal del canal de salida y su longitud magnetizadora, es decir, la longitud de las superficies polares, determinan el volumen de líquido magnetorreológico magnetizable en el tiempo de espera mínimo. Para adaptar el flujo volumétrico resultante de la superficie de presión que ataca el líquido en el depósito y su velocidad de desplazamiento en caso de choque al flujo volumétrico determinado por el tiempo de espera mínimo, son necesarias determinadas dimensiones del canal de salida. Puesto que la altura del canal de salida determinada por la distancia entre las superficies polares puede ser aumentada sólo limitadamente, la mayoría de las veces por lo tanto pueden modificarse sólo el ancho del canal de salida y la longitud dentro de la cual actúa el campo magnético, en tanto que problemas de espacio de construcción no limiten también éstos.

Según el documento WO 2007/068436 se ha ensayado aumentar el tiempo de espera del líquido entre las superficies polares mediante piezas agregadas en la sección de fluencia, si la longitud de la sección de fluencia dentro de la cual actúa el campo magnético es demasiado pequeña, por ejemplo mediante una placa de separación con una multiplicidad de nervios prominentes en ambos lados, que están dispuestos en filas desplazadas. El recorrido del líquido es de este modo alargado, pero debido a los nervios la superficie de sección transversal del canal de salida y con ella el volumen magnetizable por unidad de tiempo disminuye.

El invento se ha planteado como problema introducir las fuerzas magnéticas que producen la variación de viscosidad del líquido magnetorreológico incluso en caso de condiciones de sitio extremadamente limitadas, y soluciona esto porque la bobina con el núcleo está dispuesta en la sección de fluencia, estando situado el eje de la bobina perpendicular a la dirección de fluencia del líquido magnetorreológico, y porque la sección de fluencia presenta una envoltura de un material magnéticamente conductor. El material magnéticamente buen conductor es en particular un material como el que se emplea en la práctica para núcleos de bobina y en lo sucesivo se denomina material de núcleos de bobina.

Puesto que se suprimen las bobinas junto con el núcleo en el lado exterior, y la envoltura de la sección de fluencia, que en general es un tubo o similar, se emplea como parte del núcleo de la bobina, se consigue así una construcción especialmente economizadora de espacio.

En una primera realización preferida, mediante la cual también se mejora considerablemente la magnetización del líquido magnetorreológico, se prevé que la sección de fluencia esté subdividida en dos vías de flujo mediante el núcleo envuelto por la bobina. En particular también cada una de las dos vías de flujo está subdividida por al menos una pared de separación que presenta otras superficies polares.

Cada subdivisión o pared de separación reduce sin duda la superficie de sección transversal de la sección de fluencia y con ella el volumen del líquido magnetizable por unidad de tiempo, pero debido a las menores distancias entre cada dos superficies polares produce una magnetización considerablemente mejor. Esto permite aumentar la altura total de la sección de fluencia de manera que su sección transversal de paso a pesar de la pared de separación puede mantenerse adecuadamente grande para el volumen a magnetizar del líquido magnetorreológico s hacer pasar a través.

Preferentemente varias paredes de separación se reúnen en un paquete y se insertan en la sección de fluencia. En este paquete las distancias entre las superficies polares determinantes para la intensidad de la magnetización son muy pequeñas.

La bobina y las paredes de separación situadas en el interior reducen la sección transversal media libre, de manera que la entrada en la sección de fluencia representa un punto estrecho, por lo que la sección de fluencia preferentemente está prevista en un canal de salida del depósito. Las superficies polares adicionales elevan la concentración del campo magnético en las partículas que circulan en acción recíproca con el campo magnético en el líquido magnetorreológico. Para mejorar el efecto deberían evitarse lo más posible o al menos no favorecerse turbulencias en el flujo. Por eso debe preferirse el montaje de paredes de separación que presenten una superficie lisa, que no favorezca turbulencia ninguna. En particular son apropiadas las superficies planas. Los nervios y bordes prominentes son desfavorables. En contraposición a esto las capas que elevan el rozamiento son por completo concebibles y posibles.

En una primera realización el paquete puede estar construido de paredes de separación que se extienden paralelas a las vías de flujo y que son mantenidas a distancia mediante piezas distanciadoras o patillas, especialmente patillas de borde muy curvadas. Mediante una unión cualquiera en las patillas, pegado directo, soldadura blanda, tiras adhesivas o similares, el paquete puede ser mantenido junto. Por ejemplo pueden estar previstas 16 paredes de separación de 0,2 mm de espesor, que subdividen el canal de salida en 17 vías de flujo de 0,2 mm. El canal de salida tiene por lo tanto en la zona de las superficies polares una luz de 6,6 mm. El paquete de paredes de separación en otra realización del invento también puede estar formado por un plegado en forma de zigzag de una tira de material. Las paredes de separación que se extienden paralelas a las vías de flujo pueden por ejemplo estar fabricadas de material de núcleos de bobina y estar distanciadas unas de otras mediante piezas distanciadoras o nervios de un material que magnéticamente conduce peor que el líquido magnetorreológico.

Al menos algunas de las paredes de separación, preferentemente todas las paredes de separación están configuradas planas y sin resaltes, y orientadas perpendiculares a las líneas de campo del campo magnético concentradas entre las superficies polares.

En otra realización preferida las paredes de separación están situadas juntas unas contra otras dispuestas en fila perpendicularmente a la dirección de fluencia en la sección de fluencia y presentan ranuras alineadas, que forman las vías de flujo. Las paredes de ranura representan las superficies polares adicionales. Una pared de separación semejante puede ser fabricada como pieza troquelada de chapa, como pieza sinterizada o como pieza MIM (en fundición inyectada de metal), apareciendo por ejemplo en forma de escalera o en forma de peine. Preferentemente los nervios que quedan entre las ranuras pueden extenderse también a ambos lados de un nervio de unión central.

Especialmente ventajosa y fácil de fabricar es una realización en la cual las paredes de separación están troqueladas de chapa de transformadores y están aisladas, en particular barnizadas, al menos en las superficies que se tocan recíprocamente. El aislamiento impide que puedan sumarse las corrientes parásitas que se formen.

En otra realización preferida las paredes de separación están reunidas en dos paquetes, que están dispuestos en ambos lados del núcleo envuelto por la bobina. El núcleo dispuesto entre los dos paquetes de paredes de separación está realizado preferentemente como bloque en forma aproximadamente de paralelepípedo, alrededor del cual está colocado el arrollamiento de la bobina, cuyo eje está situado perpendicular a la dirección de flujo a través del canal de salida. El núcleo dentro de la bobina puede contener asimismo vías de flujo, si el arrollamiento de la bobina es tridimensional y deja libres las aberturas de entrada y salida de las vías de flujo.

El invento hace también posible de manera fácil proveer la envoltura de una sección transversal cilíndrica. En esta forma de realización preferida el dispositivo comprende en particular un tubo cilíndrico continuo, en el cual, como se ha mencionado, está formado el punto estrecho mediante el montaje de la bobina junto con el núcleo y preferentemente también de los dos paquetes de paredes de separación. En esta realización está asignado como terminación de cada paquete preferentemente un elemento de sección transversal en forma de segmento circular de un material magnéticamente buen conductor, por ejemplo de una chapa de transformadores o de polvo de ferrita, de manera que el tubo cilíndrico está lleno.

Si las paredes de separación, como se ha descrito arriba, se troquelan a partir del material de núcleos de bobina, los nervios que quedan no pueden componerse de un material magnéticamente peor conductor; sin embargo se ha demostrado que los nervios con adecuada minimización se saturan magnéticamente, de manera que a pesar de todo el campo magnético es forzado suficientemente a través de las vías de flujo. Alternativamente pueden estar previstos con ventaja rebajes en las paredes de separación, a través de los cuales están llevados dispositivos de retención de material magnéticamente mal o no conductor, que mantienen las paredes de separación distanciadas unas de otras.

En otra realización preferida puede estar previsto que el paquete presente un espacio hueco continuo a través de la longitud, que se extiende en el centro en el canal de salida. Esta realización permite guiar una pieza de construcción a través del punto estrecho y del paquete insertado. Esta pieza de construcción puede ser por ejemplo un cable o un vástago de émbolo o similares, si un émbolo que en caso de un choque presiona el líquido magnetorreológico del depósito no es empujado, sino atraído. Un dispositivo de tracción semejante está descrito en detalle en el documento WO

2007/068435. Esta realización del invento posibilita una construcción especialmente sencilla y compacta, con muy pequeñas pérdidas de eficacia del campo magnético aplicado.

Depósitos de canal de salida también pueden estar construidos de una pieza de un tubo continuo. Si el tubo es cilíndrico, como es especialmente ventajoso en caso de altas presiones para absorber las tensiones con pequeña deformación, el circuito magnético es completado o complementado mediante elementos de sección transversal en forma de segmento circular de material de núcleos de bobina, cuyas superficies curvadas se adaptan al lado interior del tubo de material magnéticamente buen conductor.

Partiendo del núcleo de la bobina aproximadamente en el centro de la sección de fluencia las líneas de campo se desarrollan por lo tanto perpendicularmente hacia fuera a través de la vía de flujo o de un paquete de paredes de separación con superficies polares adicionales y un elemento en forma de segmento circular en el tubo cilíndrico, desde el cual diametralmente enfrente a través del segundo elemento en forma de segmento circular y de la segunda vía de flujo o de un segundo paquete de paredes de separación retornan al núcleo envuelto dispuesto en el centro.

En otra realización preferida pueden preverse una o dos bobinas tridimensionales, que entre cada dos secciones rectas que se extienden en dirección longitudinal presentan una sección de forma aproximadamente semicircular. Si dos bobinas tridimensionales están dispuestas simétricamente una con respecto a otra, puede estar previsto en cada caso un elemento en forma de segmento circular como núcleo, estando previsto entonces entre los dos elementos en forma de segmento circular preferentemente un paquete de paredes de separación. Con ventaja en el interior del paquete situado entre las dos bobinas puede estar configurado un espacio hueco continuo, como ya se ha descrito arriba.

Si las paredes de separación se prevén perpendiculares a la sección de fluencia y son troqueladas de chapa de transformadores o de otro material de núcleos de bobina, está previsto además preferentemente que en cada pared de separación al menos los nervios que separan las ranuras y preferentemente también una zona central perteneciente al núcleo así como los elementos en forma de segmento circular estén configurados de una sola pieza y en conexión mediante por lo menos un nervio de unión.

Semejantes dispositivos de absorción de energía según el invento pueden emplearse por ejemplo en columnas de dirección para la absorción de la energía del golpe, que en caso de un accidente es transmitida por el conductor sobre el volante de dirección. Aquí la funcionalidad debe estar asegurada a través de una larga duración. Para que el líquido magnetorreológico esté expuesto a la menor posible modificación a lo largo de la duración, el líquido magnetorreológico en una realización preferida es encerrado herméticamente en una cápsula. La cápsula presenta en su pared preferentemente una zona de rotura predeterminada, la cual en caso de ser sobrepasada una presión interna predefinida estalla y deja escapar el líquido magnetorreológico fuera de la cápsula. Es concebible y posible encerrar en la cápsula sólo el líquido magnetorreológico e insertar la cápsula en el depósito de manera que la zona de rotura venga a estar colocada en el punto estrecho, a la cual está conectado el canal de salida.

En una forma de realización alternativa el dispositivo completo o alo menos el depósito lleno con el líquido magnetorreológico y la sección de fluencia están rodeados por la cápsula. La zona de rotura está dispuesta en este caso en el lado de la sección de fluencia, que ya desde el principio está llena de líquido, que está dirigido en el sentido opuesto al depósito. Si la zona de rotura se abre, el líquido escapa fuera de la abertura producida y fluye a través del canal de salida. De esta manera puede acortarse el "tiempo de carrera en vacío", hasta que se genera la fuerza de reacción por el flujo a través de la sección de fluencia. Para colectar el líquido puede estar prevista una cápsula colectora adicional, que rodea la primera cápsula. Además el campo magnético o la pieza de construcción generadora del campo en caso de necesidad puede ser empleado para calentar el líquido.

En otra realización del dispositivo según el invento la instalación completa para la generación del campo magnético variable (bobina, paquetes de paredes de separación, núcleo, etc.) también puede ser desplazada axialmente dentro de un tubo cilíndrico, por ejemplo para adaptar la longitud de la columna de dirección a distintos conductores. Ventajosamente la instalación por medio de un vástago de émbolo, a través de cuyo taladro puede ser guiado el cable para el suministro de energía, puede ser atraída o empujada, o movida por medio de un cable.

A continuación el invento se describe en detalle con ayuda de las Figuras de los dibujos adjuntos, sin estar limitado a ello. Muestran:

La Figura 1 una sección esquemática de una columna de dirección con un dispositivo según el invento,

la Figura 2 una vista diagonal parcialmente seccionada de una primera realización,

la Figura 3 una vista frontal del lado del depósito de la primera realización,

la Figura 4 una sección longitudinal de la primera realización del dispositivo,

la Figura 5 una vista diagonal de un paquete de paredes de separación de una primera realización,

la Figura 6 una segunda realización de una pared de separación,

la Figura 7 una vista lateral aumentada de un paquete de paredes de separación de la segunda realización,

la Figura 8 una segunda realización de una bobina magnética en vista diagonal,

la Figura 9 una sección transversal de otra realización del dispositivo con una bobina magnética según la Figura 8,

la Figura 10 una sección longitudinal de una tercera realización del dispositivo,

la Figura 11 una sección longitudinal similar a la Figura 4 de una cuarta realización,

la Figura 12 una vista en perspectiva de un apilamiento de paredes de separación con bobinas de pared de separación individuales.

Un dispositivo de absorción de energía puede, como muestra la Figura 1, estar previsto por ejemplo en una columna de dirección 11 paralelamente a sus partes desplazables longitudinalmente en caso de una colisión. El dispositivo presenta un depósito 1, cuyo volumen puede disminuir y en el cual está contenido un líquido magnetorreológico 3 (Figura 8). El depósito 1 está fijado en un extremo en una parte desplazable de la columna de dirección 11, mientras que el otro extremo, al cual está conectado un canal de salida, está situado o fijado en una parte no desplazable de la columna de dirección 11. En caso de un choque la columna de dirección 11 puede acortarse y el líquido magnetorreológico contenido en el depósito 1 a través de una sección de fluencia 5 es presionado en el canal de salida, en el cual es retardada la compresión del líquido magnetorreológico. Mediante la fuerza de reacción así generada es absorbida energía de choque.

En la zona del punto estrecho 4 en la transición entre el depósito 1 y la sección de fluencia 5 en el canal de salida está prevista una instalación 2 para la generación de un campo magnético variable. La instalación 2 comprende un electroimán, mediante el cual se genera un campo magnético, y este influye en las propiedades de fluencia del líquido magnetorreológico. El electroimán puede ser mandado mediante señales que controlan un choque, con dependencia de diferentes criterios, como peso y posición de asiento del conductor etc., con lo que el campo magnético variable modifica la viscosidad del líquido magnetorreológico 3 a comprimir a través de la abertura y la fuerza de reacción en el sistema, partiendo del punto estrecho 4, se hace mayor o menor. El depósito 1 en la Figura 1 presenta por ejemplo un fuelle compresible.

En las Figuras 2 a 4 pueden verse mejor detalles de una primera realización. El depósito 1 es en particular cilíndrico y contiene un émbolo desplazable, por medio del cual el líquido magnetorreológico 3 en caso de un choque es presionado a través de la sección de fluencia 5 contigua.

La disposición de bobina magnética está prevista en el interior de la sección de fluencia 5. La Figura 2 muestra una vista diagonal seccionada en ángulo del canal de salida, que está representado como pieza tubular cilíndrica con manguito roscado 27. En el manguito roscado 27 está atornillado el depósito 1, que asimismo está formado por una pieza tubular del mismo diámetro. El punto estrecho 4 al principio de la sección de fluencia 5 está formado por un nervio central 25 en forma de cuña de una pieza intercalada 24, de manera que el líquido magnetorreológico 3 que se escapa del depósito 1 se subdivide en dos flujos parciales. El líquido 3 está contenido en el depósito 1 encerrado en una cápsula 31 de paredes delgadas, como está mostrado por ejemplo en el documento WO 2007/068016. La cápsula 31 está fabricada por ejemplo a partir de una lámina, que es soldada tras el llenado con el líquido. En el choque la cápsula 31 estalla y el líquido 3 penetra a través de la sección de fluencia 5 en el canal de salida. En la cápsula 31 puede estar prevista una zona de rotura separada 32, en la cual está facilitado el estallido especialmente por ejemplo por un debilitamiento del material, para que el escape de líquido se produzca de forma definida. Ventajosamente el debilitamiento del material está realizado de manera que en el estallido no se formen fragmentos/partículas ninguna que dañen el flujo. La disposición de bobina 2 presenta una bobina magnética 7, cuyo eje está situado perpendicular a la sección de fluencia 5 y está dispuesto centrado en el canal de salida de manera que está cubierto por el nervio central 25 en forma de cuña (Figura 4). Dentro de la bobina 7 está dispuesto un núcleo 6, que en esta realización es de forma de paralelepípedo, y presenta superficies polares planas 11, 12, paralelas una a otra.

Como núcleo puede emplearse un imán permanente o una combinación de imanes permanentes y materiales magnéticamente blandos. Al otro lado de cada flujo parcial 26 está previsto en cada caso un elemento 23 (casquete polar) en forma aproximadamente de segmento circular, que está fabricado de material de núcleos de bobina y se adapta al lado interior del canal de salida que rodea la sección de fluencia 5. El canal de salida está asimismo construido de un material de núcleos de bobina, por ejemplo de un tubo de hierro o similar, para cerrar las líneas de campo magnético 10. Los conductores de conexión eléctricos 28 están llevados fuera del canal de salida en el extremo del lado de salida de manera no representada en detalle. Como muestra la Figura 4, este extremo está provisto asimismo de una rosca exterior, sobre la cual puede ser atornillada una cazoleta colectora o similar, que sin embargo no es absolutamente necesaria. La conductividad magnética del líquido magnetorreológico 3 es menor que la del núcleo 6, la de los elementos 23 en forma de segmento circular y la del canal de salida, de manera que la acción del campo magnético indicado por las líneas de campo 10 en la Figura 3 es dependiente de la altura de la ranura entre el núcleo 6 y el elemento 23 en forma de segmento circular, es decir, de la altura de cada flujo parcial 26.

Puesto que la magnetización del líquido magnetorreológico 3 es tanto mejor cuanto menor es la altura de la sección de fluencia 5, a ambos lados del núcleo 6 cada flujo parcial 26 está subdividido en vías de flujo 16 por paredes de separación 15, que se componen de un material de núcleos de bobina buen conductor y en particular están reunidas en paquetes 17. Cada pared de separación 15 reduce la altura y forma superficies polares adicionales 13, 14 pudiendo las paredes de separación 15 de material de núcleos de bobina estar distanciadas unas de otras por nervios 22, que se componen de un material magnetorreológicamente peor conductor.

Además del hierro como material favorable de buenas propiedades "magnéticas" entran en consideración además también como materiales de núcleos de bobina:

Hierro-silicio, un material relativamente económico con buenas propiedades magnéticas, mala conductividad eléctrica y la menor remanencia,

acero magnético, un material de algo mayor precio, que no se corroe y de propiedades magnéticas un poco peores,

hierro-níquel, una clásica aleación magnéticamente blanda, de alto precio y la mayor permeabilidad, y

cobalto-hierro como material más caro, pero con la mayor densidad de flujo de saturación.

Según el lugar de empleo son posibles otros materiales (por ejemplo núcleo de ferrita, polvo de hierro u otras mezclas de polvo). Eventualmente materiales "exóticos" ofrecen ventajas (por ejemplo BASF Catamold FN50: apropiado para fundición inyectada).

La Figura 5 muestra paredes de separación 15 que presentan en los dos bordes laterales longitudinales patillas curvadas 18, mediante las cuales las paredes de separación 15 se mantienen a distancia, y limitan una multiplicidad de vías de flujo 16. Las paredes de separación 15 están unidas a través de las patillas 18 por pegado, soldadura blanda o similares en un paquete 17, que puede ser insertado como unidad en el canal de salida. Las paredes de separación 15 se componen por ejemplo de una chapa de transformadores, es decir, de un material de muy alta conductividad magnética, y el paquete 17 mostrado en la Figura 4 comprende cada uno dieciséis paredes de separación 15 y vías de flujo 16, que presentan todas el mismo espesor o altura de por ejemplo 0,2 mm. El paquete 17 tiene por lo tanto un espesor total de 6,4 mm.

El paquete 17 presenta un espacio hueco central 21, a través del cual puede ser guiado un vástago de émbolo o un cable, que tira en la superficie de presión que presiona el líquido magnetorreológico 3 fuera del depósito, por ejemplo a un émbolo, como está mostrado en el mencionado documento WO 2007/068435.

Un paquete 17 sin embargo puede no estar compuesto sólo de paredes de separación 15 que se extienden en la dirección longitudinal de la sección de fluencia 5. Las Figuras 6 y 7 muestran una segunda posibilidad, configurar un paquete 17 por paredes de separación 15 con vías de flujo 16. Cada pared de separación 15 se extiende en un plano radial perpendicularmente a través del canal de salida y las vías de flujo 16 se componen de ranuras 19, que están introducidas en las paredes de separación 15. Una pared de separación semejante puede estar troquelada en particular a partir de una chapa de transformadores o similar, estando una multiplicidad de ranuras 19 separadas unas de otras por nervios 20, que están distanciados por un nervio de unión central 22 (Figura 6). Las ranuras 19 se extienden así hasta el borde y están cubiertas por partes laterales de la pieza intercalada 24. Nervios de unión 22 naturalmente también podrían estar previstos en ambos bordes, y las ranuras 19 podrían extenderse entre éstos sin interrupción central. Como muestra la Figura 7, varias paredes de separación 15 se disponen directamente unas tras otras, alineándose las ranuras 19. Las paredes de las ranuras representan con eso las superficies polares adicionales 13, 14.

Es concebible también la configuración del paquete de paredes de separación como elemento plegado.

La fabricación por troquelado a partir de chapa de transformadores o similares permite además construir el núcleo de bobina 6, los dos paquetes 17 de paredes de separación 15 y los elementos de cierre 23 en forma de segmento circular para la adaptación a la sección transversal cilíndrica del canal de salida 5 en una pieza, que luego presenta la forma mostrada en la Figura 9. Las paredes laterales de las paredes de separación 15 situadas juntas pueden estar provistas de un barniz eléctricamente aislante, de manera que no se sumen las corrientes parásitas que se formen en las paredes de separación 15 individuales. La pieza 30 mostrada en la Figura 10 es equipada con la bobina 7 y colocada en la pieza intercalada 24, que luego es introducida y fijada axialmente en el canal de salida, por ejemplo con ayuda de la cazoleta colectora mencionada que puede ser atornillada sobre el extremo del lado de salida. La pieza intercalada 24 se compone de un material magnéticamente mal conductor, por ejemplo un plástico.

Las Figuras 8 a 10 muestran dos realizaciones, en las cuales la bobina 7 está bobinada tridimensional, es decir, cada arrollamiento no está situado en un plano, sino que está compuesto de varias secciones, en las cuales entre las secciones rectas 32 que se extienden en la dirección longitudinal de la sección de fluencia 5 en el canal de salida está llevada en cada una hacia arriba o hacia abajo una sección 33 aproximadamente semicircular. La bobina 7 de este modo está abierta en los extremos, y una parte 30 según la Figura 12 puede presentar un espacio hueco central 21, a través del cual por ejemplo puede estar guiado el arriba mencionado medio de tracción hacia el émbolo o fondo del depósito 1. El espacio hueco 21 puede sin embargo servir también para el alojamiento de un elemento de unión para el paquete 17 de paredes

de separación 15. Puesto que la bobina 7 está abierta en los extremos, puede también el núcleo 6 presentar dentro de la bobina 7 vías de flujo 16, que están formadas por ranuras 19 entre nervios alineados 20.

La forma mostrada en la Figura 8 puede resultar también de dos bobinas 7a, 7b, como está mostrado en la Figura 10. A cada una de las dos bobinas 7a, 7b en esta realización está asignado como núcleo el elemento 23 en forma de segmento circular, estando dispuesto entre los dos elementos 23 un paquete 17 de paredes de separación 15, que presenta vías de flujo 16 y un espacio hueco central 21. La pieza intercalada 24 es anular y está rebajada en bisel hacia el depósito 1, formando el punto estrecho 4. También en esta realización al menos la sección del canal de salida que contiene la sección de fluencia 5 está formada por una pieza tubular cilíndrica con un manguito roscado 27 en el que está atornillado el depósito 1. El depósito 1 y el canal de salida en esta realización están dispuestos en común dentro de la cápsula 31, estando prevista su zona de rotura 32 formada por el debilitamiento del material en el extremo del lado de salida de la sección de fluencia 5. La sección de fluencia 5 está por lo tanto permanentemente llena con el líquido magnetorreológico 3. La zona de rotura 32 está diseñada de manera que la cápsula 31 estalla cuando sobre el dispositivo de absorción de energía actúa una fuerza que sobrepasa un valor predefinido.

La Figura 11 muestra una realización similar. Aquí está prevista de nuevo una disposición de bobina central similar a las de las Figuras 6 a 8, estando prevista sin embargo también en la realización según la Figura 11 la sección de fluencia 5 en la cápsula 31. La cápsula 31 reviste el canal de salida y el depósito 1 y presenta una zona de rotura 32 en el extremo del lado de salida de la sección de fluencia 5, de manera que también en esta realización la sección de fluencia 5 está permanentemente llena con el líquido magnetorreológico 3.

La instalación para generar el campo magnético variable dispuesta en el líquido magnetorreológico 3 o en la sección de fluencia 5 puede también comprender una placa de circuito impreso con una bobina planar y un núcleo, pudiendo estar dispuestas sobre la placa de circuito impreso aún también otras piezas de construcción electrónicas para el control de la instalación 2.

Las bobinas 7 pueden estar fabricadas no sólo de un hilo de cobre aislado, sino también de una banda de cobre, de una lámina de cobre o de una lámina de aluminio anodizada.

La Figura 12 muestra un ejemplo de realización de un apilamiento de paredes de separación, en el cual la sección de fluencia mediante paredes de separación 15' dispuestas a distancia unas de otras está subdividida en varias vías de flujo 16. Una de estas vías de flujo está dibujada a manera de ejemplo en la Figura 12 junto con la indicación de la dirección de fluencia.

En este ejemplo de realización a cada pared de separación 15' de material magnéticamente conductor o ferromagnético está asignada una bobina de pared de separación 7' propia, que en cada caso se compone sólo de un único arrollamiento. Este arrollamiento puede estar formado por ejemplo por un conductor aislado.

Eléctricamente las bobinas de pared de separación individuales están conectadas en serie, estando la salida de la bobina de pared de separación 7' en cada caso situada arriba unida con la entrada de la bobina de pared de separación 7' situada debajo. Los puntos de contacto están designados con 35.

Estas bobinas de pared de separación 7' pueden existir alternativa o adicionalmente a la bobina 7 de las Figuras precedentes. Si sólo existen alternativamente a esta bobina, estas bobinas de paredes de separación juntas forman esta bobina 7.

Preferentemente el arrollamiento al menos en el lado de entrada o de salida es de alto como máximo como la propia pared de separación, con lo que no se impide el flujo de paso. En las superficies laterales la bobina puede ser más alta. Aquí también pueden estar dispuestos los distanciadores 34 (por ejemplo configurados en el aislamiento de la bobina de pared de separación 7') así como los contactos 35. El arrollamiento de la bobina puede estar compuesto también de una lámina de aluminio anodizada. También es posible aplicar este arrollamiento sobre una placa de circuito impreso. Las placas conductoras son apiladas luego como multicapa.

Las paredes de separación 15' son preferentemente de material ferromagnético magnéticamente conductor y forman el núcleo de las bobinas de pared de separación individuales.

Si se emplean estas bobinas individuales de pared de separación puede – como ya se ha mencionado – suprimirse la bobina de los ejemplos de realización precedentes con el número de referencia 7. Con ello se obtiene una ventaja de peso y de sitio. En caso de campos magnéticos particularmente fuertes pueden emplearse sin embargo ambas bobinas, es decir, la bobina 7 y las bobinas de pared de separación 7'.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de absorción de energía para la protección de pasajeros en vehículos, con un depósito (1) en el cual está contenido un líquido magnetorreológico (3), que en caso de un choque es presionado a través de una sección de fluencia (5), y con una instalación (2) que genera un campo magnético variable (10) y que presenta un núcleo (6) rodeado por una bobina (7), actuando el campo magnético (10) sobre el líquido magnetorreológico (3) para regular las propiedades de fluencia, **caracterizado porque** la bobina (7) con el núcleo (6) está dispuesta en la sección de fluencia (5), estando situado el eje de la bobina (7) perpendicular a la dirección de fluencia del líquido magnetorreológico (3), y porque la sección de fluencia (5) presenta una envoltura de un material magnéticamente conductor.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la sección de fluencia (5) está subdividida en dos vías de flujo (16) mediante el núcleo (6) envuelto por la bobina (7).

3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** cada vía de flujo (16) está subdividida mediante al menos una pared de separación (15) que presenta superficies polares planas (13, 14).

4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** varias paredes de separación (15) paralelas unas a otras están reunidas en por lo menos un paquete (17).

5. Dispositivo según la reivindicación 3 o 4, **caracterizado porque** las paredes de separación (15) están reunidas en dos paquetes (17), que están dispuestos en ambos lados del núcleo (6) envuelto por la bobina (7).

6. Dispositivo según la reivindicación 4 o 5, **caracterizado porque** las paredes de separación (15) se extienden paralelas a las vías de flujo (16) y son mantenidas a distancia unas de otras mediante piezas distanciadoras, por ejemplo patillas prominentes (18).

7. Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado porque** la altura de cada vía de flujo (16) correspond3e en esencia al espesor de una pared de separación (15).

8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** el núcleo (6) dentro de la bobina (7) contiene vías de flujo (16) subdivididas por al menos una pared de separación (15) dejando libres el arrollamiento de la bobina (7) las aberturas de entrada y salida de las vías de flujo (16).

9. Dispositivo según la reivindicación 4 o 5, **caracterizado porque** el paquete (17) presenta un espacio hueco (21) continuo a través de la longitud.

10. Dispositivo según la reivindicación 4 o 5, **caracterizado porque** las paredes de separación (15) se extienden juntas unas contra otras dispuestas en fila perpendicularmente a la dirección de fluencia y presentan ranuras (19) que forman las vías de flujo (16).

11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 3 a 10, **caracterizado porque** las paredes de separación (15) están troqueladas de chapa de transformadores y preferentemente están aisladas, en particular barnizadas, en las superficies que se tocan recíprocamente.

12. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el núcleo (6) presenta superficies polares planas (11, 12), y la envoltura de la sección de fluencia (5) es cilíndrica, estando previstas superficies polares adicionales (13, 14) opuestas a las superficies polares planas (11, 12) del núcleo (6) en elementos (23) en forma de segmento circular, cuyas superficies abombadas están adaptadas al lado interior de la envoltura (5).

13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado porque** en cada pared de separación (15) al menos los nervios (20) que separan las ranuras (19) y preferentemente también una zona central perteneciente al núcleo (6) así como los elementos (23) en forma de segmento circular están configurados de una sola pieza en zonas extremas recíprocamente opuestas y están en conexión mediante por lo menos un nervio de unión (22).

14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado porque** el líquido magnetorreológico (3) está encerrado en una cápsula (31) que presenta una zona de rotura predeterminada (32), que estalla en caso de ser sobrepasada una acción de fuerza exterior definida.

15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado porque** la sección de fluencia está subdividida en vías de flujo mediante al menos una, preferentemente varias paredes de separación (15') distanciadas, y por lo menos a una parte de las paredes de separación, preferentemente a cada pared de separación, está asignada una bobina de pared de separación, que preferentemente está guiada en la zona de las superficies frontales de las paredes de separación alrededor de éstas.

16. Dispositivo según la reivindicación 15, **caracterizado porque** la bobina de pared de separación presenta un único arrollamiento.

17. Dispositivo según la reivindicación 16 o 17, **caracterizado porque** la bobina de pared de separación está formada por un conductor aislado.

18. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 17, **caracterizado porque** las bobinas de pared de separación de paredes de separación adyacentes están unidas eléctricamente, preferentemente conectadas en serie.

19. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 18, **caracterizado porque** el dispositivo en caso de un campo magnético máximo aplicado bloquea el paso del líquido magnetorreológico a través de las vías de flujo (9).

20. Dispositivo según la reivindicación 19, **caracterizado porque** con el dispositivo pueden ser bloqueadas presiones en el líquido magnetorreológico de hasta 60 bar, preferentemente de hasta 200 bar.

21. Columna de dirección con un dispositivo de absorción de energía según una de las reivindicaciones 1 a 14.

Fig. 1

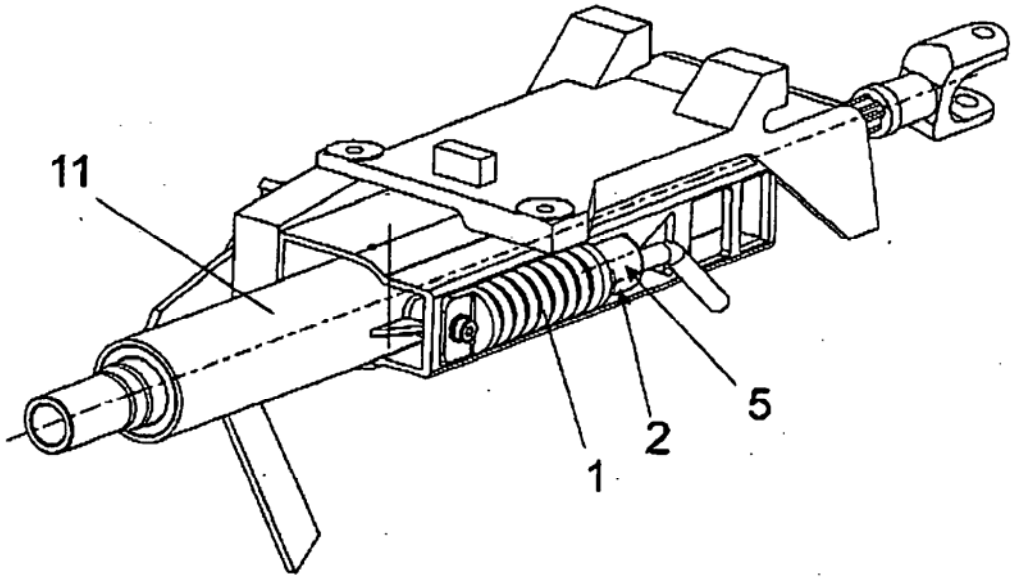


Fig. 2

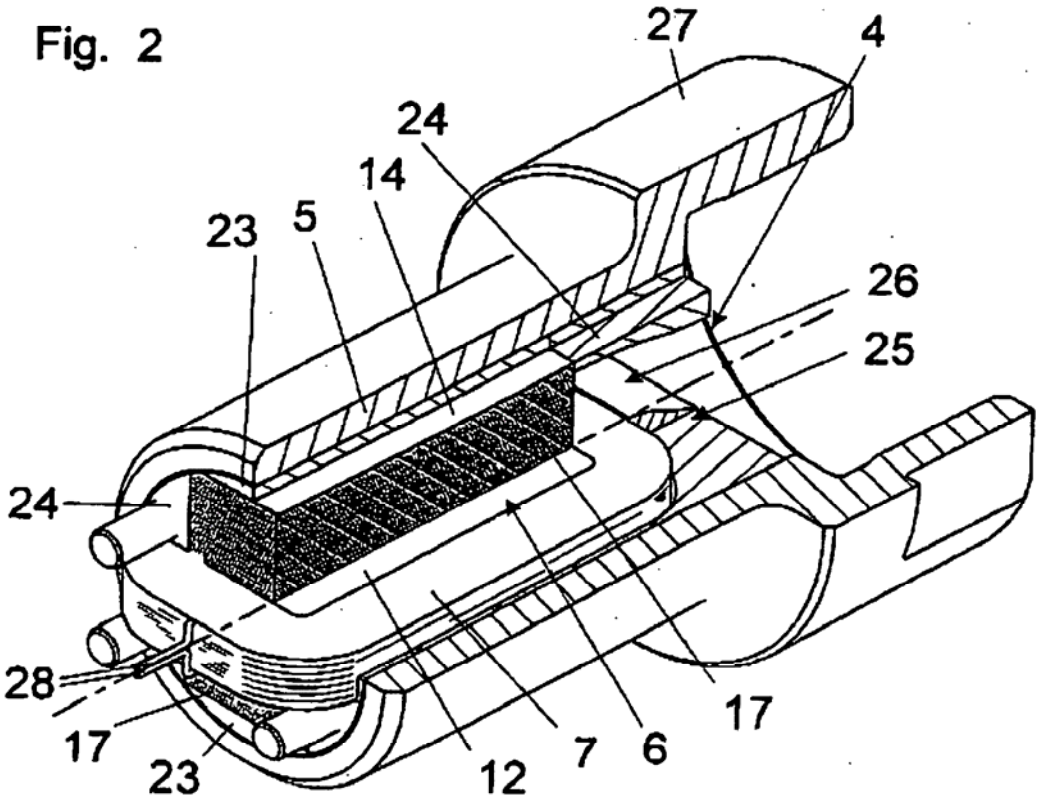


Fig. 3

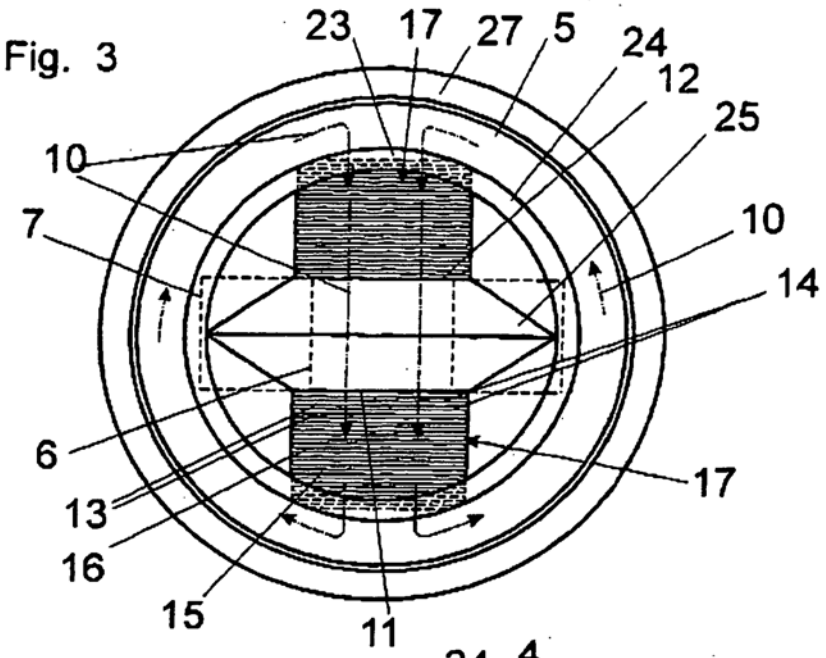


Fig. 4

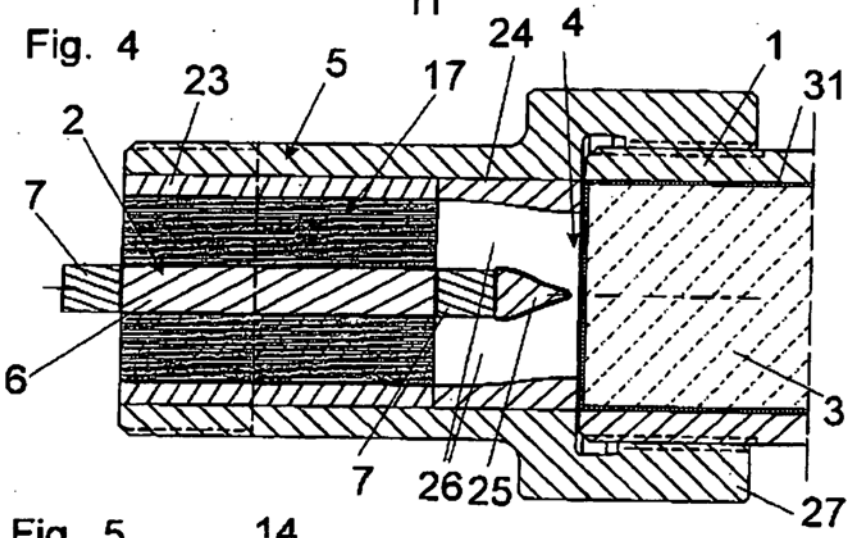


Fig. 5

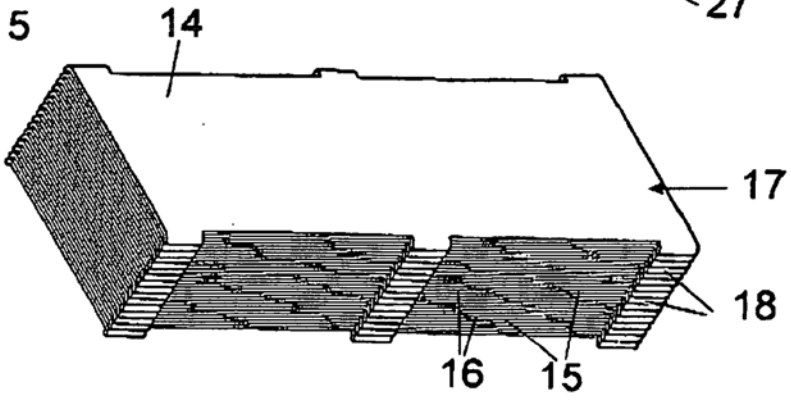


Fig. 6

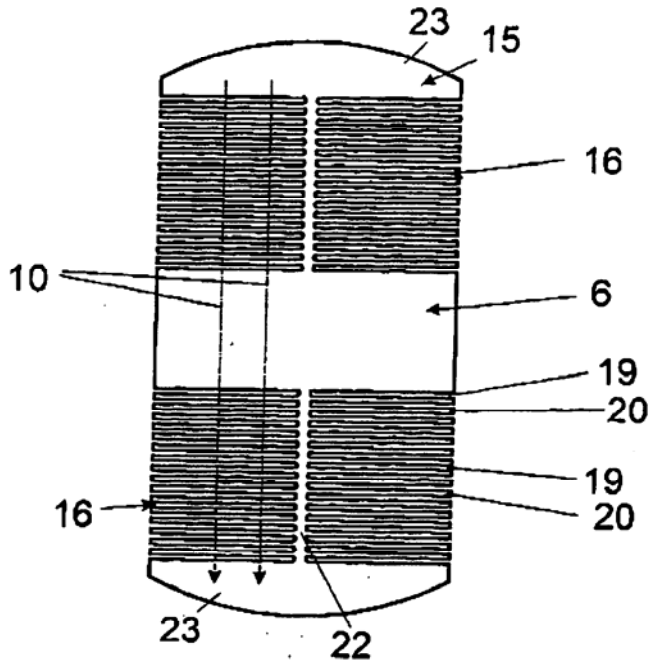


Fig. 7

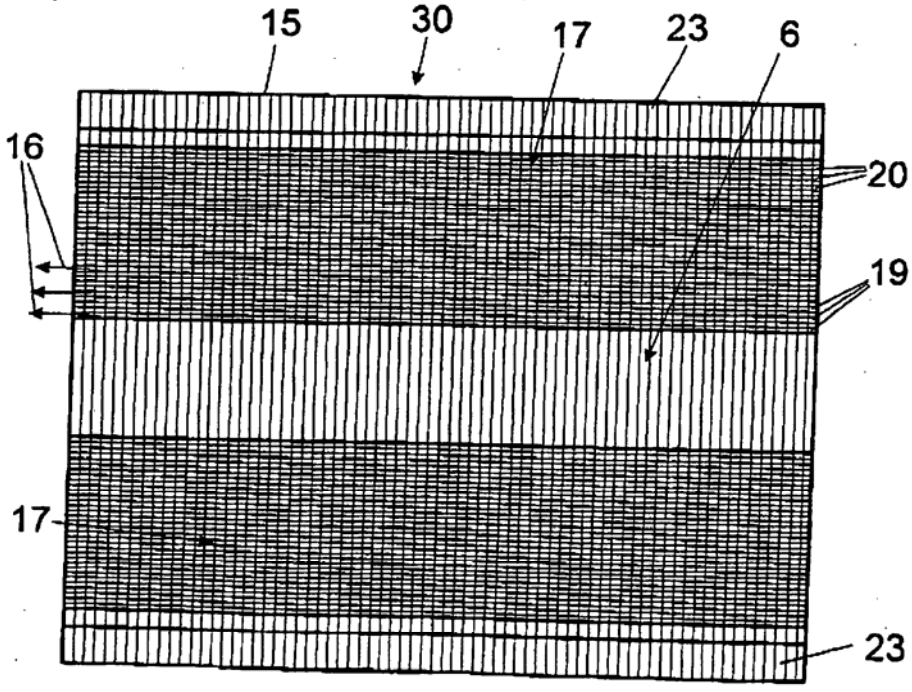


Fig. 8

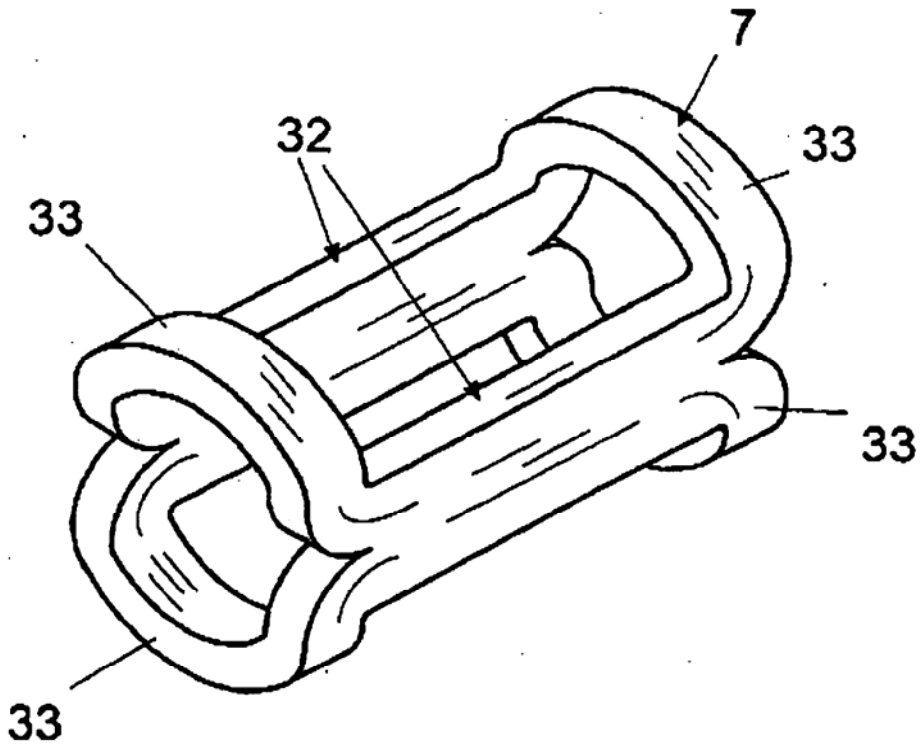


Fig. 9

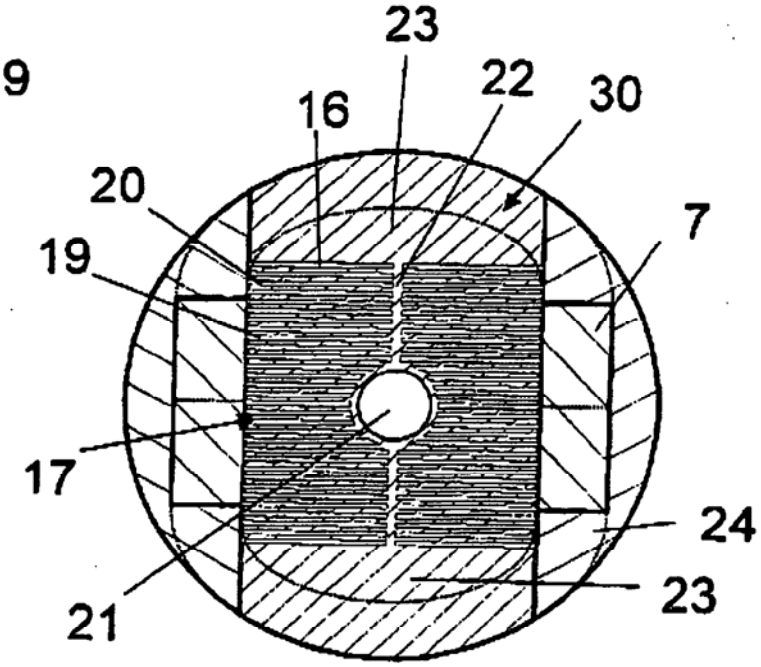


Fig. 10

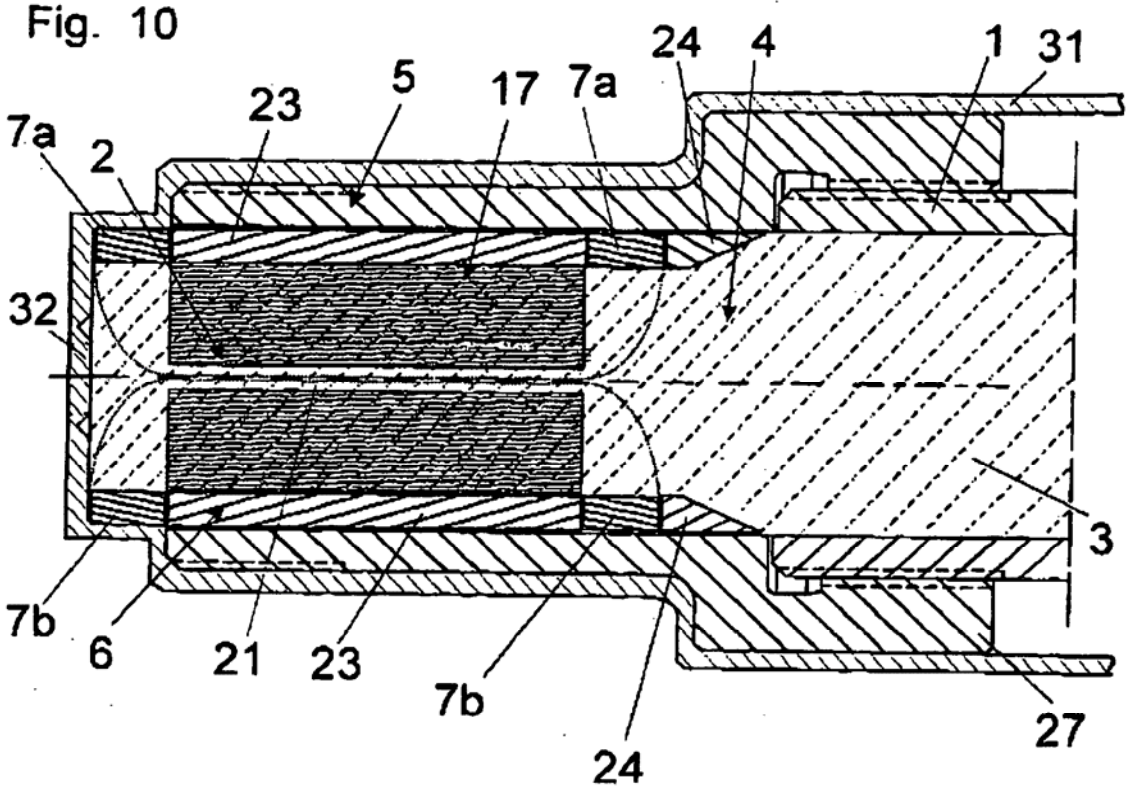
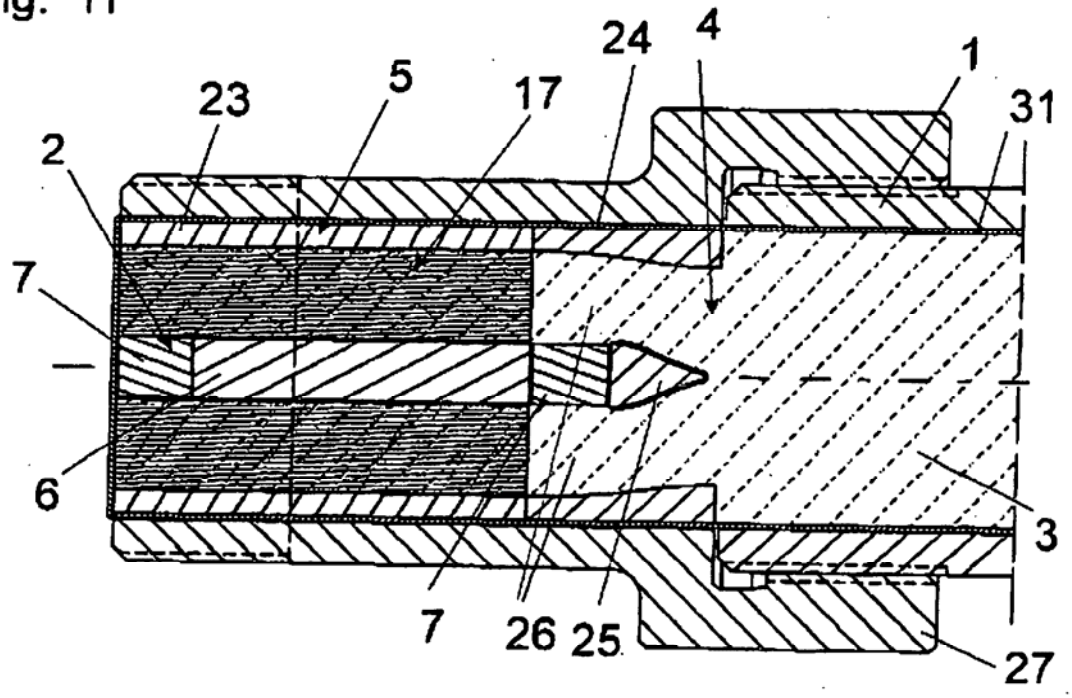

24
4
1
31
5
17
7a
23
7a
2
32
3
7b
6
21
23
7b
27
24

Fig. 11


24
4
1
5
17
23
31
2
7
6
3
7
26
25
27

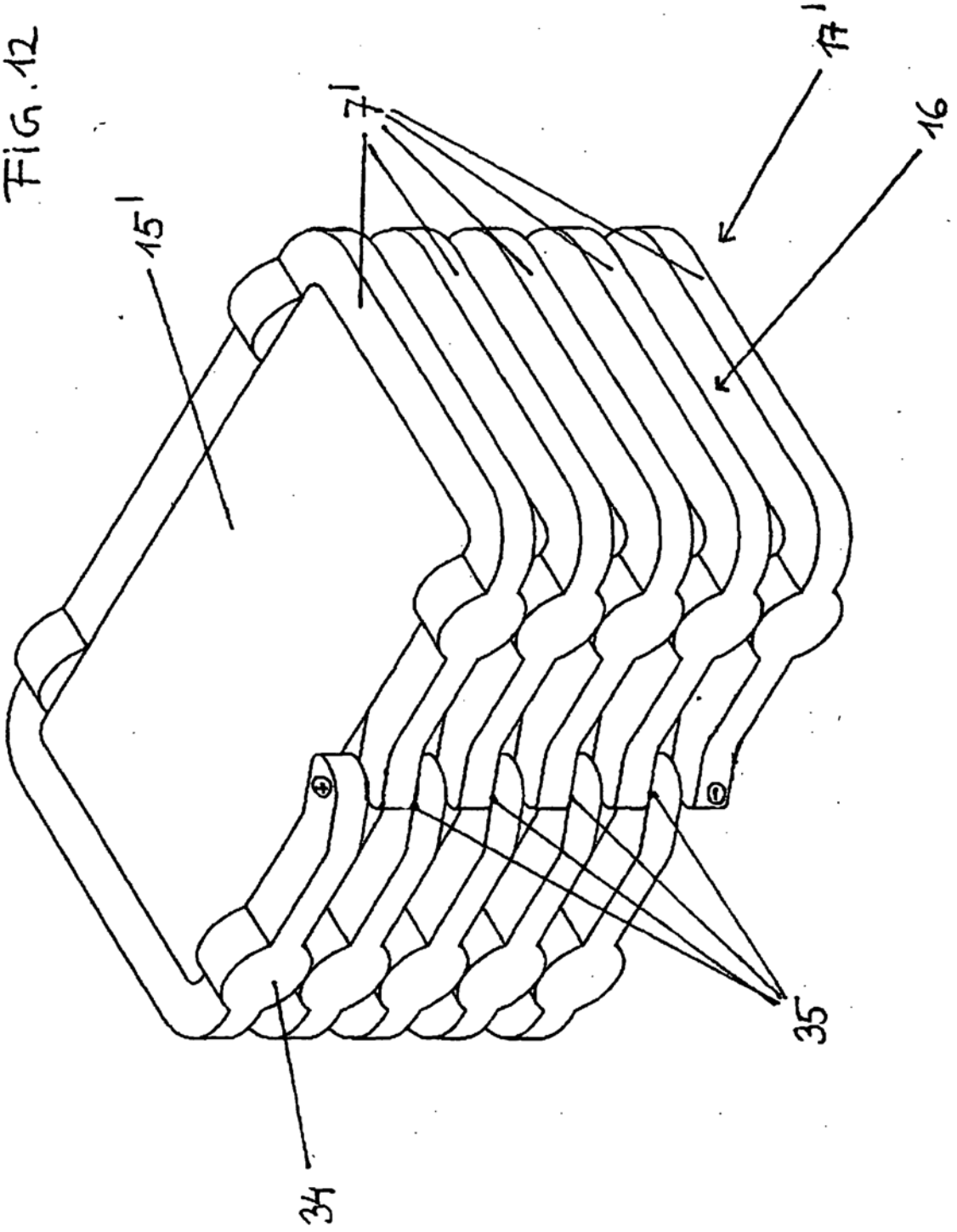



Fig. 12