



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 307 813**

51 Int. Cl.:  
**B64G 1/64** (2006.01)  
**F16F 15/08** (2006.01)  
**F16F 1/393** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02793142 .7**  
96 Fecha de presentación : **04.12.2002**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1568608**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.08.2005**

54 Título: **Dispositivo atenuador.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.12.2008**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.12.2008**

73 Titular/es: **EADS CASA ESPACIO, S.L.**  
**Avenida de Aragón, 404**  
**28022 Madrid, ES**

72 Inventor/es: **Lancho Doncel, Miguel**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 307 813 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 atenuador.

5 **Objeto de la invención**

La presente invención se refiere, en general, a un dispositivo atenuador de vibraciones y ondas de choque que se transmiten a través de una cadena de estructuras pertenecientes a un vehículo.

10 Más concretamente, la presente invención se refiere a un dispositivo atenuador de tipo pasivo que atenúa vibraciones y ondas de choque generadas durante el vuelo de un vehículo espacial y que se transmiten a través de la estructura del vehículo espacial.

**Estado de la técnica**

15 En el estado de la técnica son conocidos dispositivos atenuadores pasivos, por ejemplo, la patente de EE.UU. núm. 6.202.961 de Wilke *et al.* describe un dispositivo atenuador pasivo que atenúa las vibraciones y ondas de choque que se generan durante el vuelo de una nave espacial.

20 Este dispositivo atenuador pasivo comprende un cilindro recto circular hueco en el cual se han practicado un conjunto de ranuras horizontales rectangulares distribuidas en varias capas o planos verticales.

Las ranuras horizontales están distribuidas de tal forma que dibujan curvas espaciales a modo de hélices, esto es, no están alineadas verticalmente en columnas. En cada capa o plano horizontal hay un número elevado de ranuras, en concreto más de seis.

25 Cada ranura horizontal tiene una forma rectangular alargada, es decir, los lados paralelos verticales son comparativamente de menor dimensión que los lados horizontales de la ranura horizontal rectangular.

30 El cilindro hueco ranurado está rodeado exteriormente por varios segmentos rectangulares de un material visco elástico que cubre completamente el exterior del cilindro ranurado. A su vez, los segmentos rectangulares o planchas están rodeados exteriormente por varias planchas rectangulares de un material rígido de modo que forman un anillo cilíndrico que sujeta las planchas de material visco elástico contra el cilindro hueco ranurado.

35 En el dispositivo conocido las ranuras se extienden en profundidad en una dirección a través del espesor del dispositivo atenuador hasta la cara opuesta.

40 El dispositivo adaptador descrito presenta una serie de desventajas derivadas de su construcción. Por ejemplo, una desventaja se deriva del elevado número de separaciones o puentes que hay por cada capa horizontal y, en general, en el cilindro hueco ranurado. Se entiende por puente o separación a la parte de material que hay entre dos ranuras horizontales adyacentes.

45 Se aprecia que se obtiene una distribución que presenta excesivas simetrías axiales tanto en el número de ranuras como en el de puentes entre ellas. Esto se traduce en una pérdida de atenuación (inclusive una posible amplificación) a determinadas frecuencias asociadas a modos de respiración de estructuras cilíndricas y condiciones de apoyo con simetría axial. Esto está ilustrado en las gráficas de las figuras 9 a 12 de la patente de EE.UU. núm. 6.202.961 de Wilke *et al.*, que presentan las prestaciones del sistema propuesto.

50 Asociado a este tipo de configuración está el hecho de que la transición estructural entre las distintas capas y entre las dos extremas y las estructuras adyacentes es muy brusca (no hay superficie para difundir los esfuerzos) lo que implica una sobrecarga de las láminas del propio atenuador así como de las estructuras adyacentes que tienen que soportar importantes picos de esfuerzo de tracción/compresión (sobreflujos).

55 Otra desventaja es la pérdida de rigidez como consecuencia del elevado número de capas horizontales y, también, al elevado número de ranuras horizontales por capa. Ha de tenerse en cuenta que la rigidez es necesaria para el buen gobierno de la trayectoria de vuelo de la nave espacial y, por tanto, se ha de llegar a un compromiso entre atenuación y rigidez ya que a mayor número de capas y ranuras mayor atenuación que provoca una menor rigidez, que puede dar lugar a la pérdida de la nave espacial y, consecuentemente, de la carga útil.

60 Por otro lado, se observa que el cilindro exterior al flotar sobre el material visco-elástico contribuye muy poco a aumentar la rigidez global del sistema. De igual forma la contribución a la amortiguación es poco eficaz. Las cargas externas inducen movimientos relativos entre las distintas capas. Estos movimientos generan deformaciones a cortadura del material visco-elástico. Sin embargo, estas deformaciones son a lo sumo la mitad del movimiento generado entre la interfaz superior y la inferior, desmultiplicando la fuerza cortante de reacción.

65 La desventaja más importante de esta configuración es, en cualquier caso, la imposibilidad de desacoplar los requisitos de atenuación y de rigidez que son contradictorios. Al basar su funcionamiento en el comportamiento lineal carga-deformación (tanto del componente metálico como del visco-elástico), cualquier aumento de rigidez ha de hacerse a costa de pérdida de capacidad atenuadora y viceversa.

## ES 2 307 813 T3

El documento US 4063787 muestra un dispositivo en el cual las “ranuras” se han rellenado con un material elástico de atenuación, extendiéndose por completo desde la parte superior a la inferior, todo alrededor y de forma paralela a la dirección circunferencial, y ligeramente desplazadas con respecto al eje longitudinal, del dispositivo.

- 5 Es necesario desarrollar un dispositivo atenuador que atenúe las vibraciones y ondas de choque de alta y baja frecuencia, que proporcione un mínimo nivel de rigidez que permita un pilotaje preciso de la nave espacial se consiga sin menoscabo de la capacidad atenuadora.

### Caracterización de la invención

10

El dispositivo de atenuación de la presente invención se define en la reivindicación independiente 1.

Las reivindicaciones dependientes describen otras realizaciones de la invención.

15

Un objeto de la presente invención es generar un laberinto estructural para el paso de carga desde la interfaz inferior de la superficie de revolución, por ejemplo, cilindro recto hueco hasta la interfaz superior.

20

Otro objeto es rellenar los huecos de las ranuras con un material elástico de modo que el material elástico y el material restante de la superficie de revolución formen dos estructuras laberínticas continuas y complementarias, es decir donde hay material elástico no hay material correspondiente a la superficie de revolución y viceversa.

25

Con esta disposición se consigue una estructura compacta y de reducido peso que funciona como un bloque de material compuesto, a saber, matriz que corresponde al material elástico y fibra que corresponde a la superficie de revolución, de manera que cada elemento juega un papel, por ejemplo, el material de la superficie de revolución cilíndrica funcionaria como las fibras aportando sus características de rigidez y el material elástico funcionaria como la matriz complementando la rigidez y aportando la capacidad de disipación de energía.

30  
35

Otra ventaja de la presente invención es que medios elásticos y amortiguadores forman parte de la propia estructura, de tal forma que se integran en toda su superficie y permiten adecuarse a interfaces de grandes dimensiones como en el campo de vehículos espaciales tipo lanzaderas y/o satélites. Por tanto, las vibraciones de baja y media frecuencia (0 a 2000 Hz) y de larga duración, varios minutos, inducidos por motores y elementos de funcionamiento cíclico, y los fenómenos transitorios de muy corta duración como los choques inducidos por las separaciones y que generan vibraciones en un espectro muy ancho (hasta 10000 Hz) pero de milésimas de segundos de duración, son atenuados y amortiguados.

40

La ventaja de esta disposición es que permite gestionar la aportación de cada elemento de la forma mas adecuada a las necesidades de la aplicación. Si se requiere más función disipadora y menos rigidez, bastara con aumentar y disminuir respectivamente las proporciones de cada material. En el límite las funciones de matriz y fibra se podrán invertir.

45

Consecuentemente, la configuración descrita permite resolver el problema de la compatibilidad entre rigidez mínima necesaria para pilotar y capacidad de atenuación. De una parte la matriz, material elástico, aporta las propiedades mecánicas necesarias para que la fibra, superficie de revolución, trabaje adecuadamente al estar la matriz recluida en la fibra. De otra parte esta aportación no suprime las capacidades de atenuación y filtrado al continuar siendo la superficie de revolución ranurada el camino principal de carga por ser la más rígida.

50

Otra ventaja añadida por el compuesto fibra-matriz en relación con la compatibilidad entre pilotaje y filtrado es la no linealidad de su respuesta a las cargas exteriores. Mientras que la superficie de revolución ranurada trabaja en régimen elástico, esto es lineal, el material elástico trabaja en régimen inelástico, esto es no lineal, de forma que mientras que para pequeñas deformaciones apenas aporta rigidez, lo cual contribuye a la capacidad de aislamiento del sistema, a medida que las cargas externas aumentan las deformaciones de la matriz, ésta por su naturaleza elástica responde incrementando la rigidez.

55

El fenómeno anterior es más eficaz aún si cabe cuando el material elástico se encuentra suficientemente confinado. Este confinamiento está garantizado por la propia configuración de la superficie de revolución ranurada.

60

Así, cuando la superficie de revolución ranurada se deforma en el sentido de disminuir el espesor de las ranuras, el material elástico que ocupa las ranuras está obligado a comprimirse e intenta expandirse en dirección perpendicular a la de deformación, lo que es parcialmente impedido por el material elástico que ocupa el resto de la ranura. Con una disposición de ranuras en ángulo se consigue que esto mismo ocurra tanto si la deformación es en sentido vertical como si lo es en sentido horizontal.

65

Por tanto, el dispositivo de atenuación pasivo de la invención puede atenuar y/o eliminar las vibraciones y ondas de choque generadas durante el vuelo de un vehículo espacial, a saber nave espacial, de modo que si las vibraciones y ondas de choque generadas durante el vuelo alcanzaran la carga útil que es transportada no provocan daños en la carga útil.

## ES 2 307 813 T3

### Breve descripción de las figuras

Una explicación más detallada de la invención se da en la siguiente descripción basada en las figuras adjuntas en las que,

la figura 1 muestra en una vista isométrica un armazón de estructuras correspondientes a un vehículo espacial de acuerdo a la invención,

la figura 2 muestra una vista isométrica de un dispositivo atenuador de acuerdo a la invención,

la figura 3 muestra dos fragmentos seccionados del dispositivo atenuador de acuerdo a la invención,

la figura 4 muestra otros dos fragmentos seccionados de otra realización del dispositivo atenuador de acuerdo a la invención,

la figura 5 muestra una vista isométrica de un material elástico del dispositivo atenuador de acuerdo a la invención,

la figura 6 muestra otra vista del material elástico del dispositivo atenuador de acuerdo a la invención,

las figuras 7 y 8 muestran otras vistas isométricas del dispositivo atenuador de acuerdo a la invención,

las figuras 9 y 10 muestran en dos vistas isométricas la distribución complementaria de los componentes del dispositivo atenuador de acuerdo a la invención,

la figura 11 muestra el funcionamiento como filtro atenuador de choque del dispositivo atenuador de acuerdo a la invención,

la figura 12 muestra como el dispositivo atenuador modifica el camino de carga de acuerdo a la invención,

la figura 13 muestra una vista isométrica explotada que permite seguir el camino de carga de comportamiento lineal en el dispositivo atenuador de acuerdo a la invención, y

la figura 14 muestra una vista isométrica explotada que permite seguir el camino de carga complementario no lineal en el dispositivo atenuador de acuerdo a la invención.

### Descripción de la invención

La figura 1 muestra un dispositivo atenuador 11 conectado simultáneamente a una interfaz superior 12 e inferior 13 correspondiente a la estructura de un vehículo espacial, a saber nave espacial, capaz de navegar en el espacio exterior a la atmósfera terrestre.

En dicha figura se aprecia que las estructuras primarias encargadas de la continuidad e integridad estructural del vehículo, consisten en grandes estructuras cilíndricas ó cónicas, en general con simetría de revolución, que propagan a través de ellas los fenómenos vibratorios que se producen durante el vuelo, sin apenas amortiguarlos debido a su bajo coeficiente de disipación y en ocasiones amplificándolos a determinadas frecuencias. En consecuencia, los equipos y cargas útiles tienen que estar calificados para soportar este ambiente lo que redundará en una mayor complejidad de su diseño estructural.

La figura 2 muestra a su vez el dispositivo atenuador que comprende un cuerpo hueco de revolución de sección transversal cilíndrica, por ejemplo, un cilindro recto hueco 11 entre cuyas caras verticales están distribuidas varias ranuras 14 en niveles, por ejemplo, hay cuatro ranuras distribuidas en dos niveles y dos ranuras 14 por cada cara vertical del cilindro recto 11.

Cada ranura 12 puede tener una forma predeterminada, esto es, la ranura 14 se extiende según una curva dada, a saber círculo, por ejemplo la ranura 14 es generada por una recta que pasa por un punto fijo, el vértice, que puede estar situado en el eje de revolución del cilindro recto 11, y recorre el círculo.

Las ranuras 14 de ambas caras verticales del cilindro recto 11 pueden estar unidas en algunos tramos y en otros no. Por ejemplo, lo mencionado anteriormente se aprecia en el fragmento de sección 14-1 según unos ejes A-A', B-B', mostrado en la figura 3. Las ranuras 14 de la parte superior, en forma de V, del fragmento de sección 14-1 no están unidas y, sin embargo, las ranuras 14 de la parte inferior, en forma de V invertida, sí están unidas.

Consecuentemente, la parte central del cilindro recto 11 presenta una predeterminada forma tipo carrete, esto es, dos conos unidos por el vértice.

Como se aprecia en la figura 4, las ranuras 14 pueden ser realizadas en las caras extremas horizontales del cilindro recto 11, esto es, cada ranura 14 puede ser generada por una recta que se mueve paralelamente a sí misma, y/o también al eje de revolución del cilindro recto 11 y recorre una curva dada.

## ES 2 307 813 T3

También, en este caso las ranuras 14 de la parte superior del fragmento de sección 14-2 no están unidas y, sin embargo, las ranuras 14 de la parte inferior si están unidas. Por tanto, la parte central del cilindro recto 11 presenta una predeterminada forma tipo H.

5 Volviendo a la figura 3, el espacio existente obtenido al realizar las ranuras o intersticios 14 que median entre las partes del cilindro recto 11 se rellena con un material elástico 15 tal como un elastómero, visco-elástico, o similar, de baja rigidez y alto coeficiente amortiguador, mostrado en las figuras 5 y 6, que completan las características funcionales del dispositivo atenuador de la invención. De esta forma se obtiene el dispositivo atenuador de cuerpo único en forma de toroide que se muestra en las figuras 2, 3, 4, 9 y 10.

10 Consecuentemente, el dispositivo atenuador de cuerpo cilíndrico 11 tiene así una configuración compacta equivalente a la de los materiales compuestos tipo fibra-resina en donde el espacio que no ocupa la fibra lo ocupa la resina y al revés. Como se muestra en las figuras 9 y 10, el espacio no ocupado por material del cilindro 11 es ocupado por el material elástico 15 y viceversa. Esta configuración compacta y continua tiene una importancia alta en el comportamiento  
15 funcional del dispositivo atenuador que explica más adelante.

Se ha de observar que el material elástico 15 posee dos partes o bandas una parte superior que corresponde a las ranuras 14 superiores y otra parte inferior que corresponde a las ranuras 14 inferiores del cilindro 11. En la misma figura 5 se observan las zonas 15-2 de unión de las ranuras 14 de tanto las caras interiores como de las caras exteriores del cilindro 11, y las zonas 15-1 donde no existe unión entre las ranuras 14 de ambas caras.

Análogamente, la figura 6 muestra las dos partes del material elástico 15 correspondiente a las ranuras 14 del cilindro recto de la figura 4, donde las ranuras 14 están realizadas en las caras extremas horizontales del cilindro 11. Asimismo, se observan las zonas 15-3 de unión de las ranuras 14 de ambas caras, y las zonas 15-4 donde no existe  
25 unión entre las ranuras 14 de ambas caras del cilindro 11.

En resumen, el material elástico 15 a ambos lados del hueco ranurado 14 está unido, a saber presenta continuidad física, zonas 15-3, a través de cada una de las ranuras y donde además el material elástico 15 está cercado o confinado exteriormente por las paredes exteriores del cilindro recto 14. Se ha de observar que el confinamiento del material  
30 elástico 15 varía sobre la base de etapa de vuelo en el que se encuentra la nave.

La figura 7 muestra otro tipo de ranuras 14 donde cada capa de ranuras sigue una curva ondulada continua o discontinua. También, dicho tipo de ranuras 14 pueden ser ubicadas en la superficie de revolución 11 tipo cono truncado hueco, ver figura 8. Análogamente, sobre el cono truncado 11 se pueden disponer ranuras 14 paralelas de igual manera que en la superficie de revolución 11 del tipo cilindro recto. Esta forma de cono truncado es adecuada para adaptar  
35 estructuras adyacentes que tienen distinto diámetro.

Volviendo a la figura 2, el cilindro ranurado 11 se ranura de forma tal que el camino de carga directo entre la interfaz inferior 13 y la superior 12 está siempre interrumpido por las ranuras 14. Esto se logra realizando dos niveles de ranuras 14 en ángulo a distintas alturas, por ejemplo mostrado en las figuras 9 y 10. Las ranuras 14 producen cuatro huecos de superficie cónica, de tal forma que el cilíndrico recto 11 queda dividido en algunas secciones en tres partes separadas por los huecos en forma de V y de V invertida o en forma de U y U invertida.

Estas tres partes no están totalmente separadas si no que permanecen unidos en al menos tres zonas el superior con el intermedio y en otras tres zonas, a 60° de las anteriores, el intermedio y el inferior, ver figura 13. Esto se consigue interrumpiendo la continuidad de cada nivel de ranuras 14, a su vez, en tres tramos de forma que se dejan sin ranura un espacio que proporciona los tres puentes de predeterminada dimensión, a saber estrechos pasos de carga tal como se ve en las figuras 3, 4, 5, 6, 9 y 10 que muestra la forma espacial de los niveles de ranuras 14.

50 El único camino posible de la perturbación es a través de los seis pasos entre los distintos niveles. Por tanto a través de un camino laberíntico. Es decir, los dos niveles de ranuras 14 realizan la tarea de atenuar las ondas de choque que intentan progresar desde la parte inferior 13 de la nave espacial hacia la parte superior 12 de la misma donde se encuentra la carga útil, que es bastante sensible a dichas ondas de choque.

55 Volviendo a la figura 5, las dos bandas de material elástico 15 son obligadas a deformarse simultáneamente en compresión-tracción y en cortadura cuando se producen cargas axiales y/o radiales en las zonas de paso de carga. Estas cargas generan movimientos relativos entre las zonas del cilíndrico 11 que están separadas por el material elástico 15.

60 La resistencia al movimiento de estas bandas de material elástico 15 proporciona de una parte la fuerza amortiguadora debido a que la reacción a la deformación cortante del material elástico 15 es un factor de amortiguación del movimiento, y de otra lo que es más importante, el aumento de rigidez a medida que la deformación a compresión aumenta, es decir, el comportamiento no lineal. Por tanto, el material elástico 15 contribuye a la rigidez del cilindro siendo esta contribución totalmente compatible con la necesidad de atenuar, tal y como se describe a continuación.

65 La resistencia a deformarse proporciona un aumento de la rigidez del dispositivo atenuador, que había disminuido con las ranuras 14. Además esta rigidez es de carácter variable, es decir aumenta con el desplazamiento. Para desplazamientos muy pequeños, que son los que se producen cuando el evento de choque se propaga por las estructuras, la rigidez aportada es despreciable. Es como si no estuviera presente. De esta forma, tal y como se ve en la figura

## ES 2 307 813 T3

11, siguiéndola como indica la flecha, cuando la perturbación de choque que viene de la interfaz inferior 13, trata de progresar hacia la interfaz superior 12, se encuentra con el nivel de ranuras 14 inferior sobre las que se refleja y solo progresa cuando encuentra una de las tres zonas de paso inferiores, ver figura 11 parte inferior.

5 Al continuar por esas secciones y encontrar el siguiente nivel de ranuras 14 que le impiden el paso una parte de la perturbación se refleja en ellas y otra viaja circularmente por la zona de estructura entre ranuras 14, ver figura 11 parte intermedia. Cuando finalmente encuentra el paso superior ha perdido una parte importante de su energía. Además en el proceso se ha modificado todo el comportamiento vibratorio natural, modos propios, del sistema formado por las interfaces 12, 13 unidas por el dispositivo atenuador y de cuya naturaleza depende igualmente la capacidad de propagación de la perturbación.

10 En la figura 12, se esquematiza el funcionamiento del dispositivo atenuador cuando se le requiere rigidez. Esto sucede cuando durante parte del vuelo se producen vibraciones ó ráfagas de viento que originan importantes desplazamientos del centro de gravedad de la nave espacial y durante todo el vuelo para permitir el control y pilotaje de la nave. En ambos casos resulta además beneficioso el contar con una capacidad importante de disipación de energía, amortiguación. En ambos casos se producirían deformaciones importantes del cilindro recto 11 ranurado si el material elástico 15 no estuviera presente.

15 Al estar el material elástico 15 embebido en el cilindro 11 ranurado, el material elástico 15 opone una resistencia a esas deformaciones de carácter no lineal, y que se traduce en un nuevo camino de carga a través del material elástico 15 como se ve en la figura 12 esquemas de la parte derecha. Este camino se añade al camino estructural inicial, que estaba ya presente, que es el mismo de las ondas de choque, esquemas de la parte central, y que es el que proporciona la rigidez de carácter lineal. Al sumarse ambos efectos se obtiene la rigidez requerida para el vuelo de la nave espacial, sin haber modificado las capacidades de filtro que venían determinadas por el efecto lineal.

20 En la figura 13, se puede ver lo anterior con mas detalle en una vista tridimensional, de manera que la carga se transmite a través del componente lineal del dispositivo atenuador de forma que parte de una distribución de flujo casi uniforme que llega a la interfaz inferior 13, se transforma en una distribución en tres sectores pequeños a 120° uno de otro, continua en tres sectores girados 60° de los anteriores y finaliza en la interfaz superior 12 volviendo a regenerar un flujo casi uniforme.

25 En realidad el flujo en las estructuras adyacentes es tanto menos uniforme cuanto mayor es la capacidad atenuadora del dispositivo, ya que esta se consigue reduciendo al mínimo las zonas de paso de carga, puentes. Para compensar este efecto, el componente no lineal, material elástico 15 juega un papel importante gracias a la configuración compacta del dispositivo.

30 La figura 14 muestra como participa el elemento no lineal del dispositivo. En este caso la distribución de carga se mantiene uniforme durante todo el proceso debido a la continuidad del sistema cilindro/material elástico. De esta forma se corrigen en parte los efectos de sobreflujo que originaría sobre las estructuras adyacentes el elemento lineal.

35 Análogamente, se observa que el material elástico 15 esta confinado en las cavidades que crean las ranuras 14 y su forma ya sea en V y V invertida o H y H invertida, multiplica el efecto de rigidez.

40 Cuando el material elástico 15 se comprime entre dos superficies que se acercan pero los bordes están libres, el volumen de material elástico 15 se mantiene y la rigidez se reduce. Si los bordes se cierran se impide la expansión del material elástico 15 por ellos y solo se logra acercar las superficies disminuyendo el volumen, lo cual significa emplear la energía que se requiere para comprimir un fluido confinado. Por tanto, la rigidez se aumenta. La forma en V o H de los niveles de ranuras 14 son los que proporcionan el confinamiento de forma sencilla y natural.

45 Hay que destacar el hecho de que esta forma de ranura 14 permite, a la vez, reaccionar con cargas paralelas y normales a la superficie del material elástico 15 consiguiéndose así que este trabaje en cortadura, disipando energía y amortiguando, y en compresión proporcionando rigidez adicional.

50 Otra característica que influye en el comportamiento del dispositivo atenuador de la invención es la forma de cada una de las ranuras 14 distribuidas en capas. Como se observa en la figura 4, la forma de la ranura 14 y la trayectoria que siguen las ranuras 14 al recorrer el perímetro del cilindro 11 pueden ser rectas, por ejemplo. En este caso la deformación a cortadura y a compresión del material elástico 15 están completamente desacopladas.

55 También pueden seguir una trayectoria especial que ayude a evitar la aparición de sobreflujos, como se muestra en la figura 7. Asimismo se pueden usar ranuras 14 con otras tipos de formas como son ranuras ovalas donde el eje de mayor dimensión es perpendicular al eje del cilindro recto 11, siendo el eje menor del óvalo paralelo al eje de revolución de cilindro 11, no mostrado.

60 Las características mecánicas del dispositivo atenuador pueden variarse fácilmente para acoplarse a los distintos requisitos que se le exijan. Para ello basta con adecuar el tamaño de las ranuras 14 al compromiso entre necesidades de filtrado y necesidades mecánicas.

# ES 2 307 813 T3

## REIVINDICACIONES

5 1. Dispositivo de atenuación que comprende un cuerpo hueco de revolución (11) que comprende una superficie que comprende una cara exterior y una interior y una primera cara extrema y una segunda cara extrema, comprendiendo también un conjunto de ranuras (14) distribuidas sobre la superficie del cuerpo hueco de revolución (11), comprendiendo el cuerpo de revolución (11) un material elástico (15) dentro de los límites definidos por las ranuras (14), **caracterizado** porque las ranuras (14) no se extienden en profundidad en una dirección todo el camino a través del espesor del cuerpo de revolución (11) hasta la cara opuesta.

10 2. Dispositivo de atenuación según la reivindicación 1, en el que el cuerpo de revolución (11) presenta una sección transversal circular.

3. Dispositivo de atenuación según la reivindicación 2, en el que el cuerpo de revolución (11) es un cilindro recto.

15 4. Dispositivo de atenuación según la reivindicación 2, en el que el cuerpo de revolución (11) es un cono truncado.

5. Dispositivo de atenuación según las reivindicaciones 3 ó 4, en el que el conjunto de ranuras (14) está distribuido en ambas caras interior y exterior, o en ambas caras extremas, primera y segunda, del cuerpo de revolución (11).

20 6. Dispositivo de atenuación según la reivindicación 5, en el que cada ranura (14) se extiende longitudinalmente según una curva dada sobre ambas caras interior y exterior, o en ambas caras extremas, primera y segunda, del cuerpo de revolución (11).

25 7. Dispositivo de atenuación según la reivindicación 6, en el que cada ranura (14) se extiende longitudinalmente según una curva ondulada.

30 8. Dispositivo de atenuación según la reivindicación 6 ó 7, en el que al menos el comienzo de una ranura (14) situada en una cara del cuerpo de revolución (11) y el final de otra ranura (14) situada en otra cara del cuerpo de revolución (11), son paralelos.

9. Dispositivo de atenuación según la reivindicación 6 ó 7, en el que al menos dos ranuras (14) en las caras interior y exterior o en las caras extremas primera y segunda del cuerpo de revolución (11) son paralelas.

35 10. Dispositivo de atenuación según la reivindicación 8 ó 9, en el que al menos dos ranuras (14) en las caras interior y exterior o en las caras extremas primera y segunda del cuerpo de revolución (11) se comunican.

11. Dispositivo de atenuación según la reivindicación 8, en el que el conjunto de ranuras (14) define en el cuerpo de revolución (11) un carrete formado por dos conos unidos en el vértice.

40 12. Dispositivo de atenuación según la reivindicación 9 ó 10, en el que el conjunto de ranuras (14) define en el cuerpo de revolución (11) una forma de tipo H.

13. Dispositivo de atenuación según la reivindicación 1, en el que el material elástico (15) es un elastómero.

45 14. Dispositivo de atenuación según la reivindicación 1, en el que el material elástico (15) es un material visco-elástico.

50

55

60

65

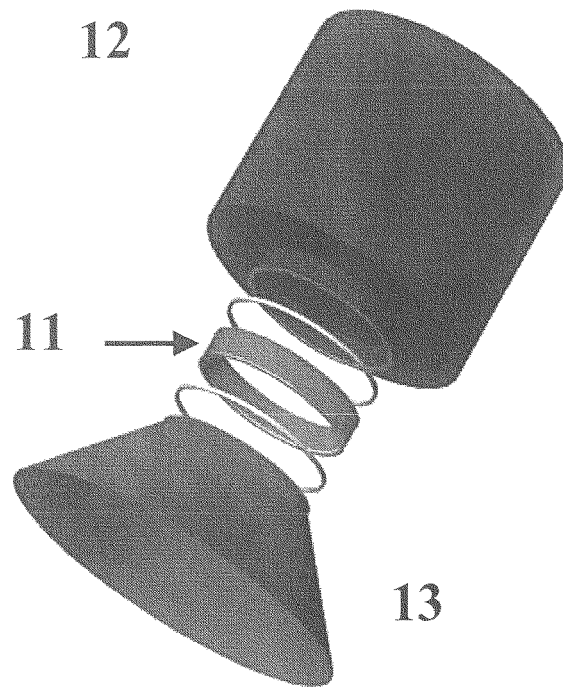


FIG. 1

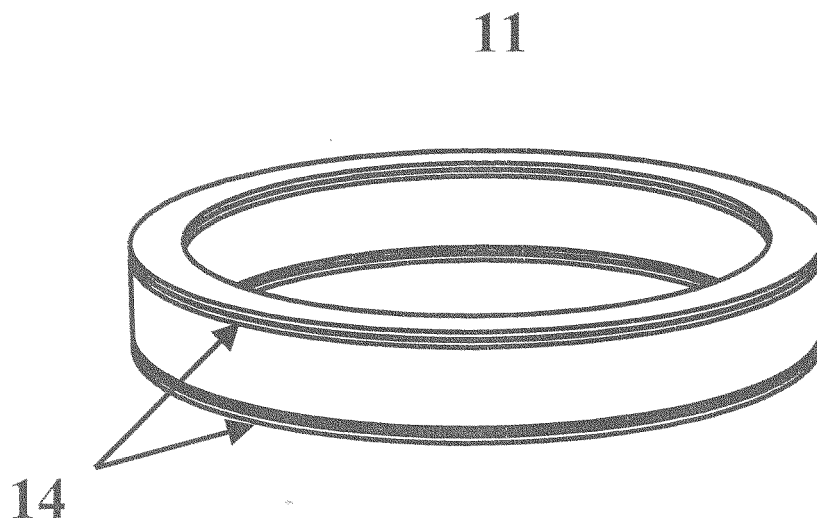


FIG. 2

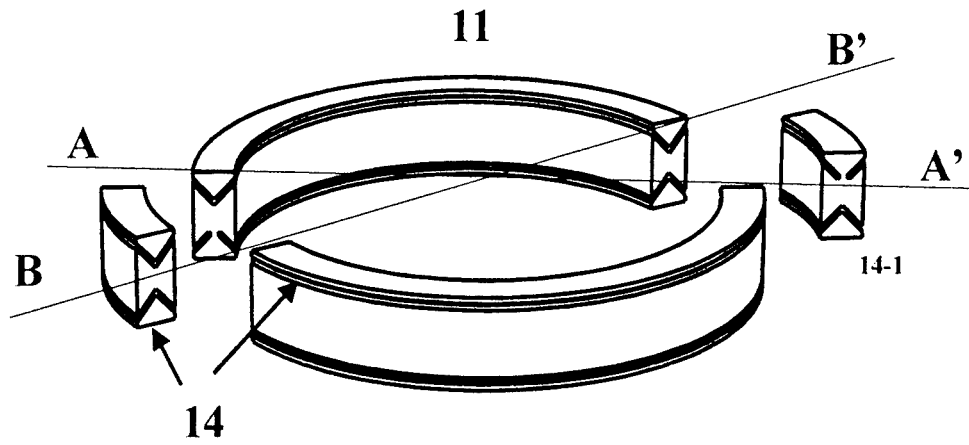


FIG. 3

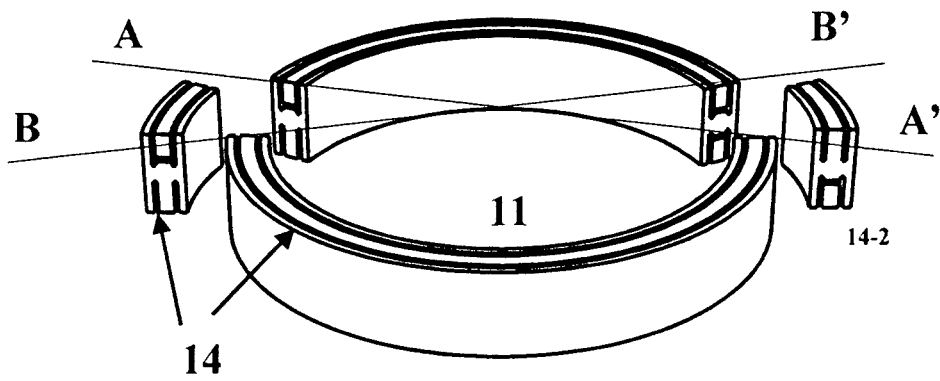


FIG. 4

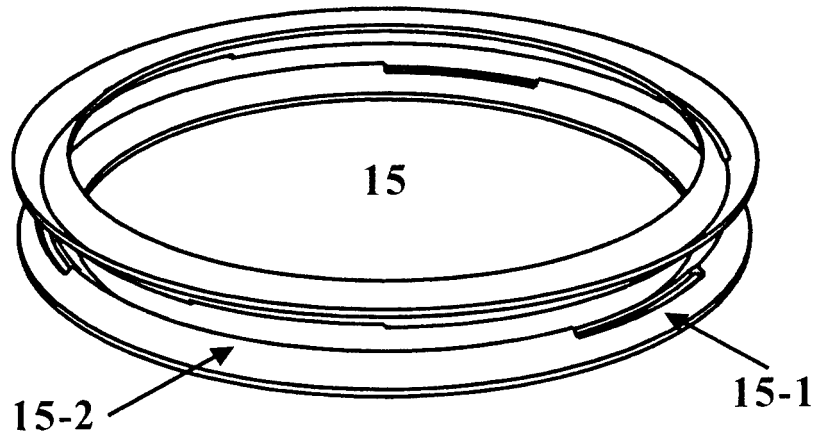


FIG. 5

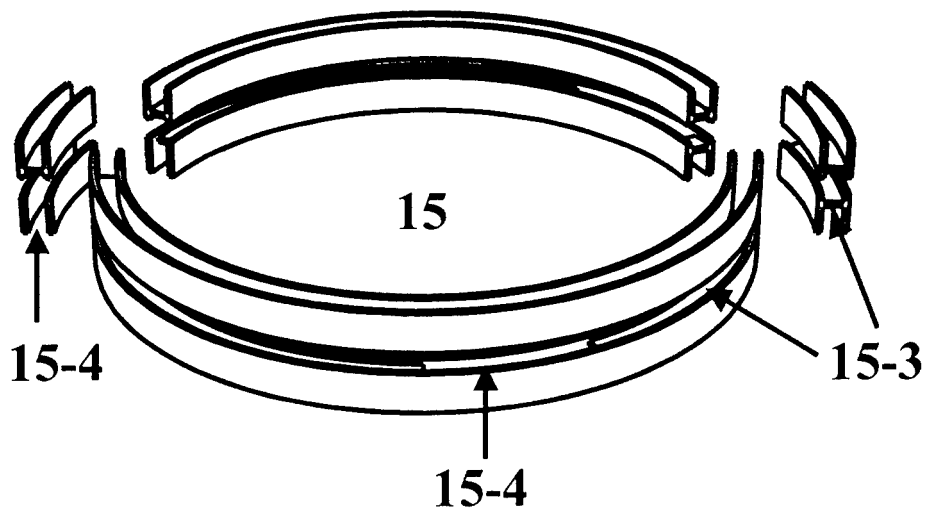


FIG. 6

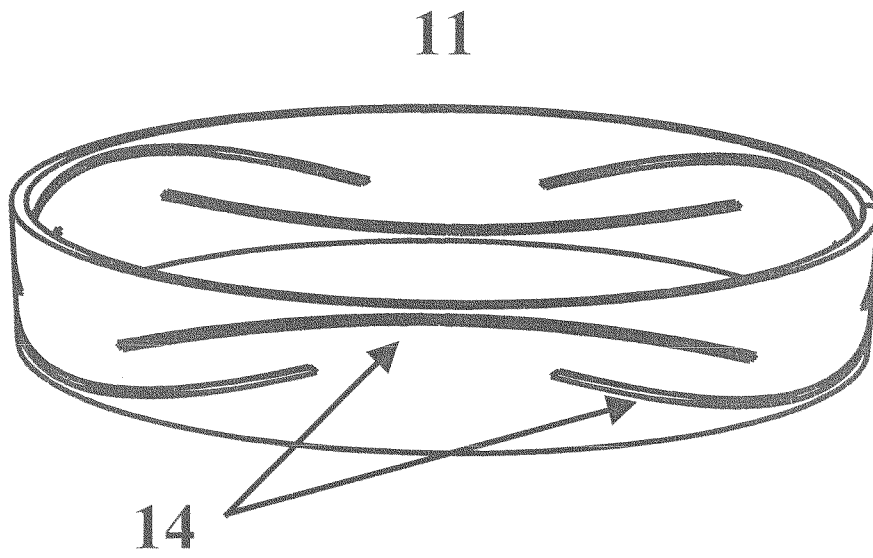


FIG. 7

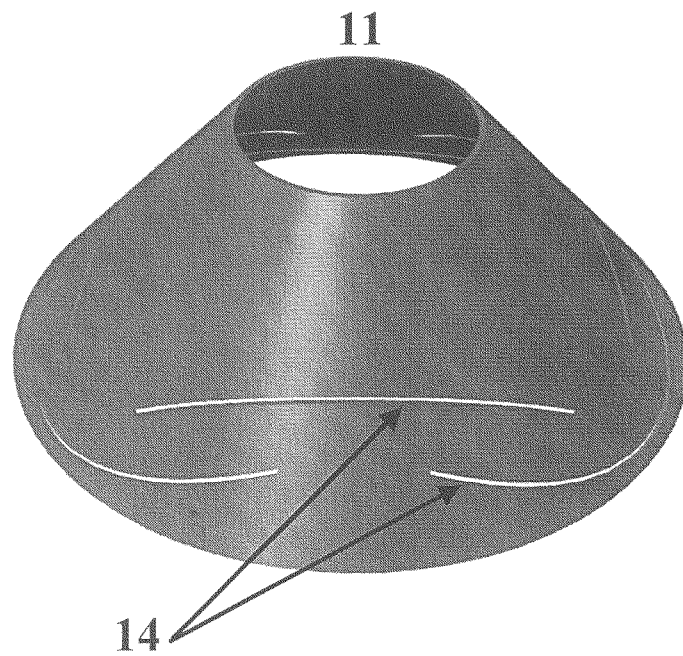


FIG. 8

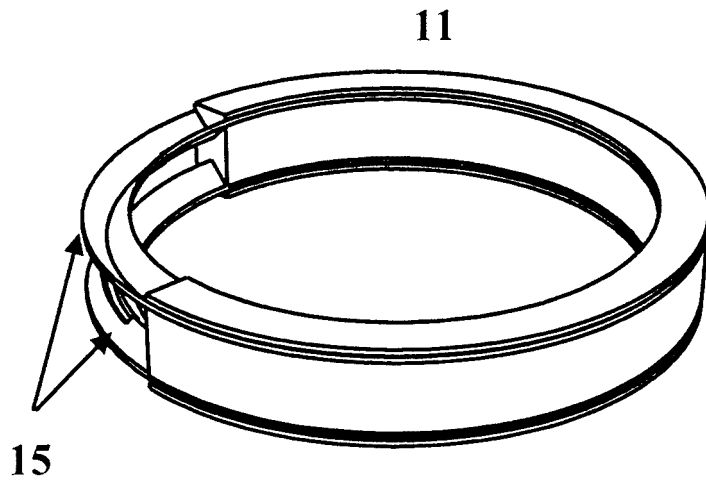


FIG. 9

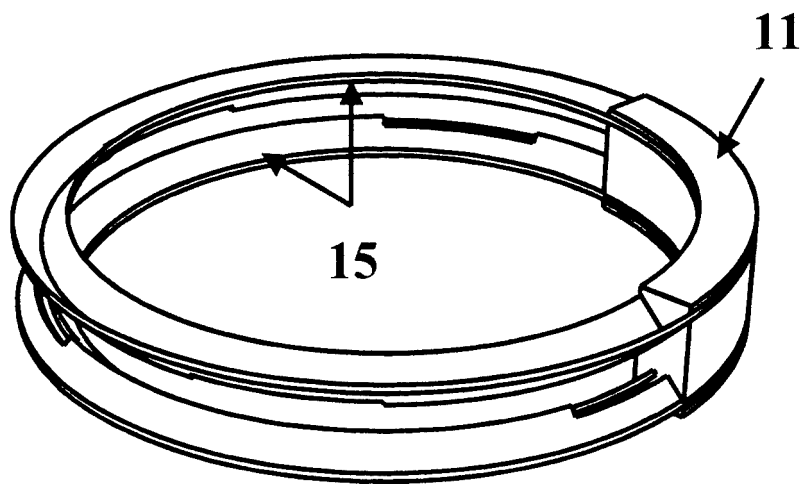


FIG. 10

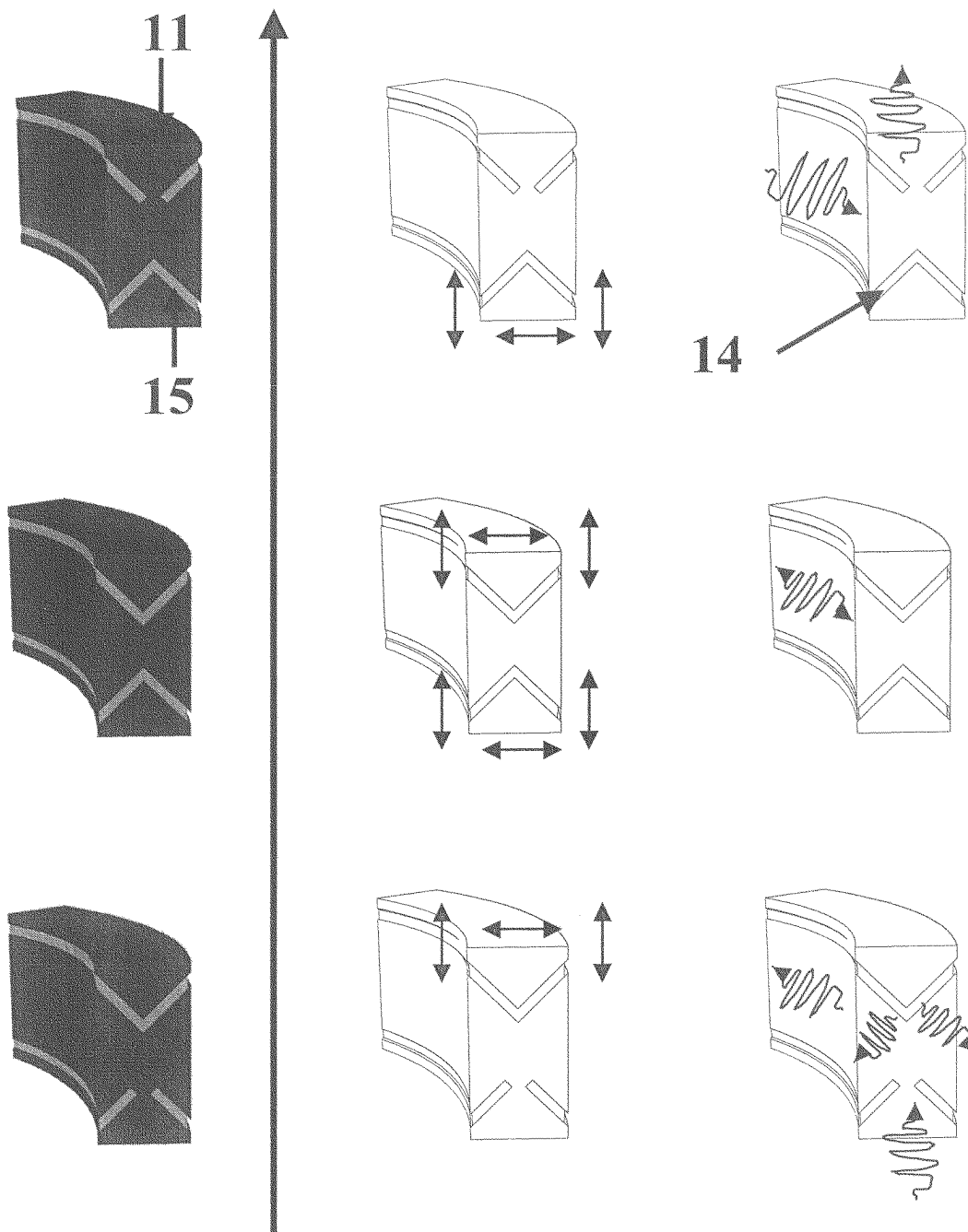


FIG. 11

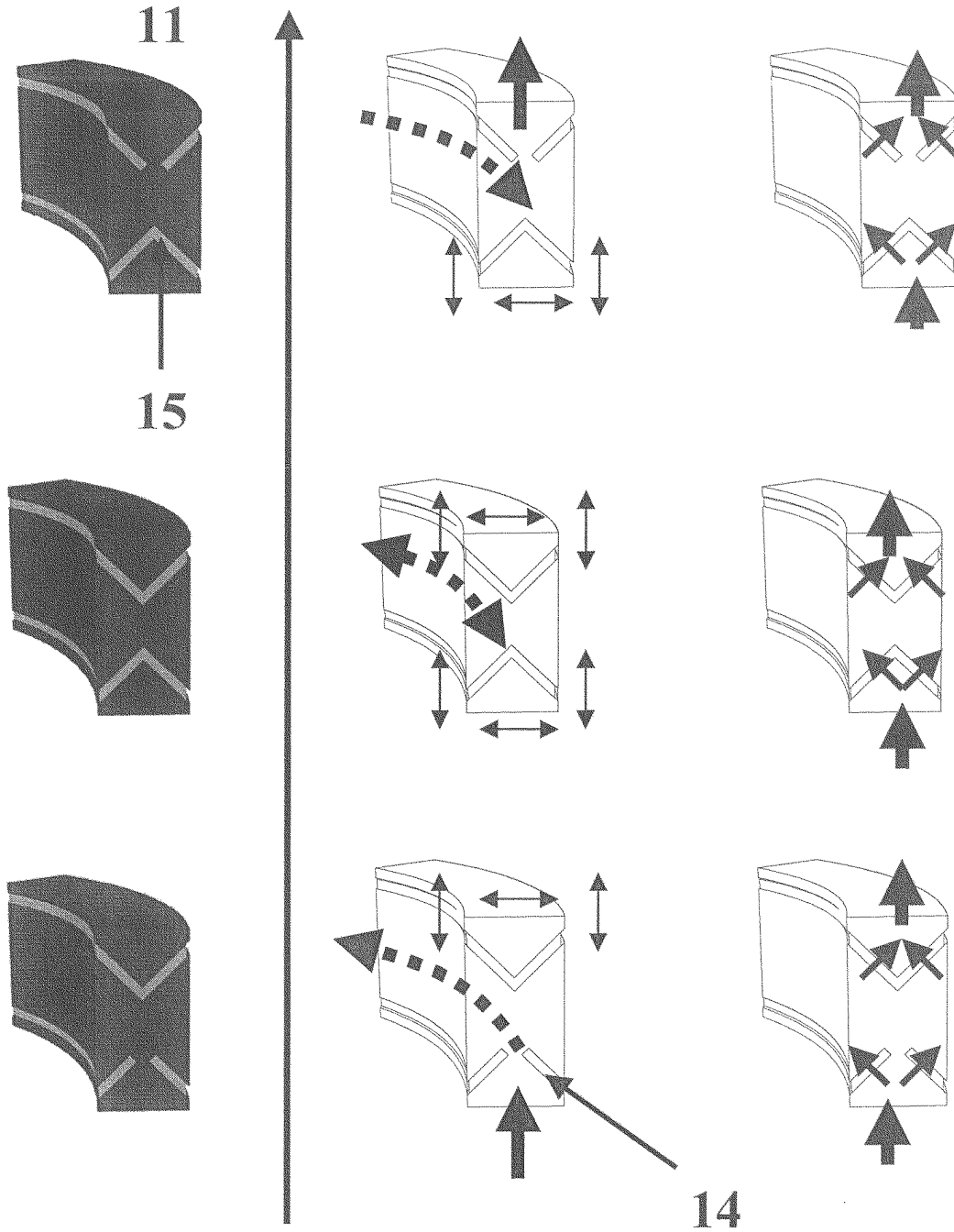


FIG. 12

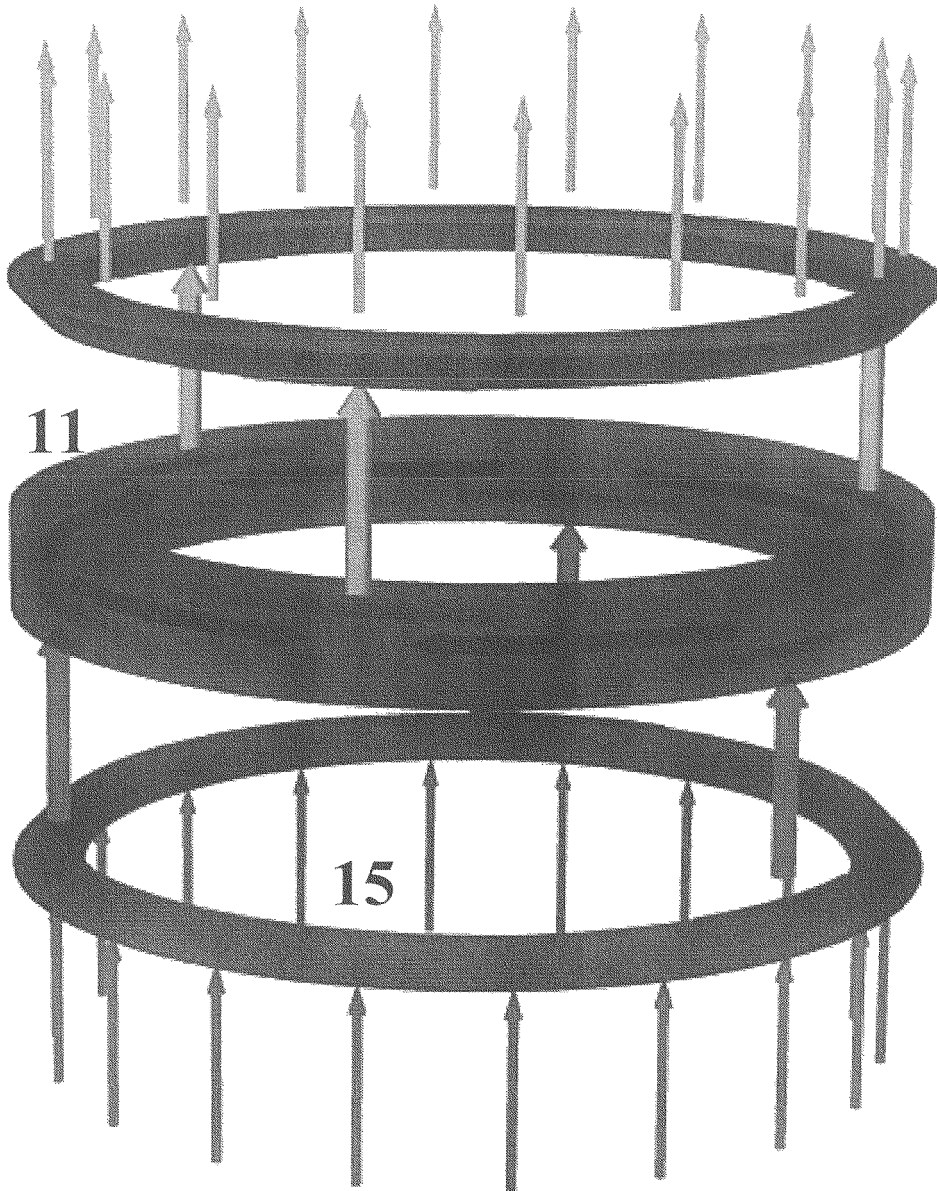


FIG. 13

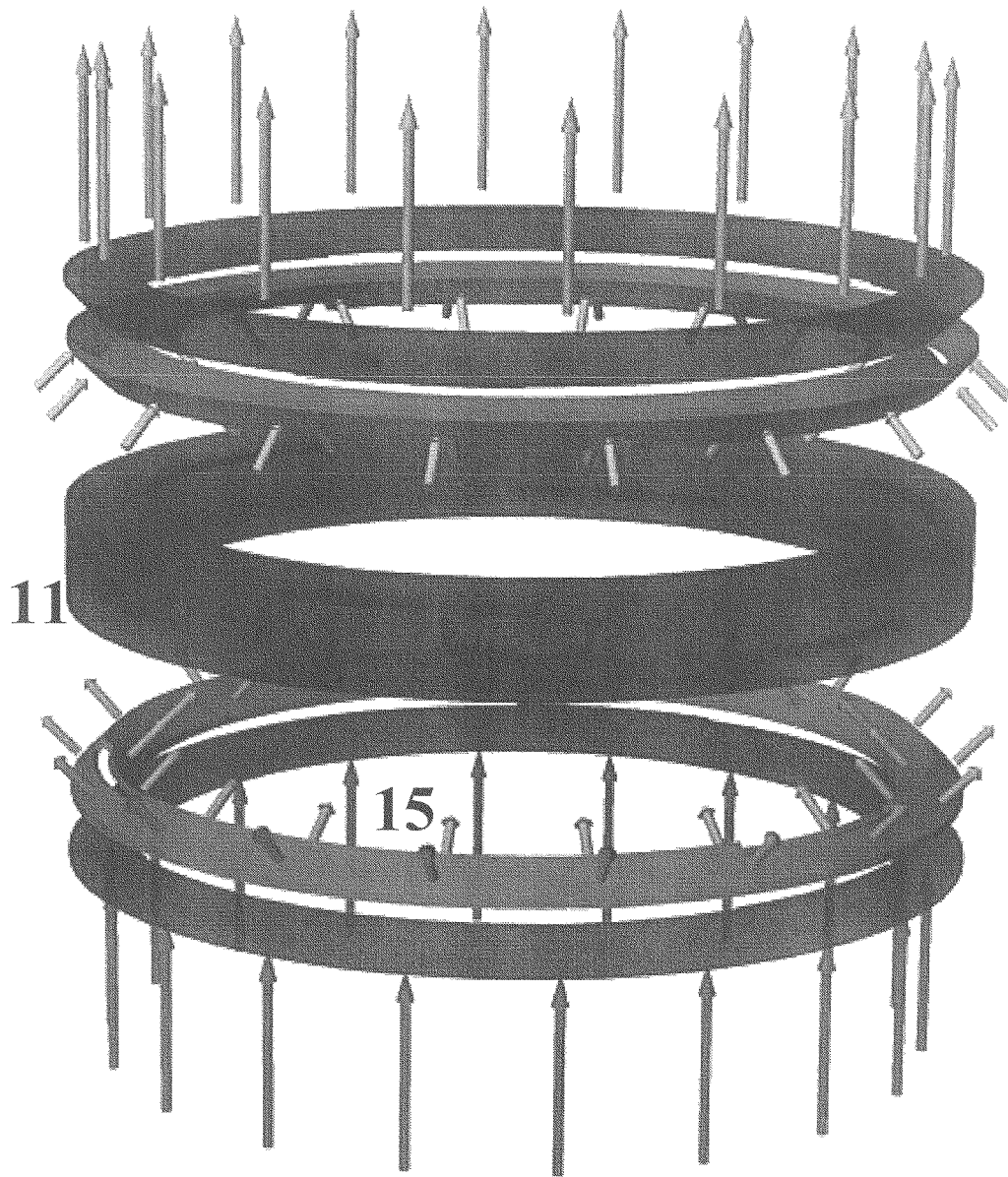


FIG. 14