

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 478**

51 Int. Cl.:

F16F 3/00	(2006.01)	G10K 11/16	(2006.01)
F16F 7/12	(2006.01)	B29L 31/30	(2006.01)
B29L 31/60	(2006.01)		
B32B 25/00	(2006.01)		
B29C 44/34	(2006.01)		
B29L 9/00	(2006.01)		
B32B 1/08	(2006.01)		
B32B 3/12	(2006.01)		
B32B 3/18	(2006.01)		
F16F 7/00	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.08.2015** **E 15382432 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019** **EP 3135949**

54 Título: **Estructura deformable para la absorción de energía procedente de impactos mecánicos y/o acústicos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.03.2020

73 Titular/es:
AIRBUS OPERATIONS S.L. (100.0%)
Avda. John Lennon, s/n Getafe
28902 Madrid, ES

72 Inventor/es:
MARTINO GONZALEZ, ESTEBAN;
MARASCO, ANDREA IVÁN;
PEREIRA MOSQUEIRA, FERNANDO;
FOLCH CORTÉS, DIEGO;
TORAL VÁZQUEZ, JAVIER;
VOTSIOS, VASILIS y
FERNANDEZ BALLESTEROS, RAÚL

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 746 478 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

Estructura deformable para la absorción de energía procedente de impactos mecánicos y/o acústicos

Campo de la invención

La presente invención se refiere a estructuras capaces de absorber energía procedente de impactos mecánicos y/o acústicos que pueden ser de utilidad en la industria aeronáutica y otras industrias.

5 Antecedentes

En la industria aeronáutica existe la necesidad de estructuras capaces de resistir impactos mecánicos y se conocen varias propuestas dirigidas a satisfacerlas. Por ejemplo, el documento ES 2 398 287 A1 describe una pieza de fuselaje de aeronave resistente al impacto y tolerante al daño que comprende un revestimiento, una pluralidad de cuadernas dispuestas perpendicularmente al eje longitudinal del fuselaje y también un cajón longitudinal superior entero o dividido internamente y un cajón longitudinal inferior entero o dividido internamente que están configurados para formar junto con el revestimiento una estructura multi-celular perteneciendo en cada célula el lado exterior al revestimiento y los lados interiores a dichos cajones longitudinales. Dicha pieza también comprende una pluralidad de vigas laterales que están interconectadas con dichas cuadernas para formar con el revestimiento una unidad estructural. Dichos componentes están dimensionados de manera que la aeronave pueda hacer frente a, por ejemplo, impactos mecánicos de piezas desprendidas de los motores de la aeronave manteniendo un número suficiente de celdas cerradas.

En cuanto a los impactos acústicos ES 2 211 586 describe el uso de paneles micro-perforados (MPP's) para revestimientos en medios de transporte, tales como automóviles, trenes, barcos y aviones. Se trata de paneles de grosor t en el rango $0.2 \leq t \leq 5$ mm, con perforaciones de diámetro d en el rango $0.05 \leq d \leq 2$ mm, y porcentajes de perforación p en el rango $0.2 \leq p \leq 4\%$. La cavidad de aire, en este caso, puede estar rellena de material esponjoso o guata.

Es también conocido el documento CN104763772 que divulga una estructura deformable, que comprende unas capas externas, dicha estructura deformable estando rellena dentro de las capas externas por una pluralidad de capas de una red metálica o mediante espuma, dicha red metálica o capas de espuma estando dispuestas verticalmente y con coeficiente de Poisson negativos y positivos alternados. La red metálica de coeficiente de Poisson positivo está formada por un patrón de hexágonos regulares en una estructura de red de nido de abeja 3D; la red metálica de coeficiente de Poisson negativo está formada por una red cóncava 3D. Los orificios de la espuma de coeficiente de Poisson positivo tienen forma de diamante y los orificios de la espuma de coeficiente de Poisson negativo tienen forma de estrella con cuatro puntas.

Así pues, en la técnica conocida las soluciones propuestas para hacer frente a impactos mecánicos y acústicos son muy diferentes. Son deseables, sin embargo, soluciones estructuralmente similares para ambos tipos de impactos.

Sumario de la invención

La invención proporciona una estructura deformable para la absorción de energía procedente de impactos mecánicos y/o acústicos que comprende un núcleo interno y una o más capas externas recubriendo el núcleo interno. El núcleo interno está formado por un conjunto de primeros y segundos segmentos con una configuración de tipo nido de abeja con sus celdas huecas dispuestas transversalmente a la dirección esperada de dichos impactos mecánicos y/o acústicos. Los primeros y segundos segmentos tienen, respectivamente coeficientes de Poisson positivos y negativos y están dispuestos alternadamente en la estructura con los extremos de dos segmentos contiguos unidos de manera que puedan transmitirse las tensiones recibidas por un segmento al segmento contiguo.

Ventajosamente las celdas huecas de los primeros y segundos segmentos tienen forma de, respectivamente prismas hexagonales regulares y prismas hexagonales regulares re-entrantes.

En una realización la estructura es un panel con el núcleo dispuesto entre dos capas externas.

Dicho panel también comprende elementos amortiguadores adicionales dispuestos en una dirección paralela a la dirección esperada del impacto y unidos a sus capas externas.

Dicho panel también puede comprender áreas debilitadas en las capas externas en zonas contiguas a los bordes entre los primeros y segundos segmentos.

En otra realización la estructura es un parachoques con un núcleo formado por una pila de primeros y segundos segmentos orientada en la dirección esperada de un impacto mecánico y una capa externa a la que están unidos los extremos de los primeros y segundos segmentos.

Dicho parachoques también comprende elementos amortiguadores adicionales dispuestos en una dirección perpendicular a la dirección esperada de dicho impacto mecánico y unidos a la capa externa.

Dicho parachoques también puede comprender un pistón interno para un mejor control de la deformación de los primeros y segundos segmentos.

Otras características deseables y ventajas de la invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de la invención y de las reivindicaciones adjuntas, en relación con los dibujos que se acompañan.

Breve descripción de los dibujos

5 La Figura 1a y 1b son vistas en sección transversal de los primeros y segundos segmentos utilizados en el núcleo de las estructuras que no forman parte de la invención pero que representan el estado de la técnica que es útil para entender la presente invención ilustrando su diferente comportamiento de deformación. En el segmento mostrado en la Figura 1a (con un coeficiente de Poisson positivo) una extensión en la dirección de las flechas T produce una contracción en una dirección perpendicular mientras que en el segmento mostrado en la Figura 1b (con un coeficiente de Poisson negativo) una extensión en la dirección de las flechas T produce una extensión en una dirección perpendicular.

10 Las Figuras 2a y 2b son vistas en sección transversal de un panel que no forma parte de la invención pero que representa el estado de la técnica que es útil para entender la presente invención antes y después de ser sometido a un impacto mecánico o acústico.

15 Las Figuras 3a y 3c son vistas en sección transversal de un panel según la presente invención con elementos amortiguadores adicionales antes y después de ser sometido a un impacto mecánico o acústico. La Figura 3b es una vista en planta de una zona del panel que ilustra la ubicación de los primeros y segundos segmentos y los elementos amortiguadores adicionales.

20 Las Figuras 4a y 4c son vistas en sección transversal de un panel según la presente invención con áreas debilitadas en sus capas externas y elementos amortiguadores adicionales dispuestos en las zonas de borde entre los primeros y los segundos segmentos antes y después de ser sometido a un impacto mecánico o acústico. La Figura 4b es una vista en planta de una zona del panel que ilustra la ubicación de los primeros y segundos segmentos y los elementos amortiguadores adicionales.

25 Las Figuras 5a y 5c son vistas en sección transversal de un panel según la presente invención con áreas debilitadas en sus capas externas y elementos amortiguadores adicionales dispuestos en las zonas centrales de los primeros y los segundos segmentos antes y después de ser sometido a un impacto mecánico o acústico. La Figura 5b es una vista en planta de una zona del panel que ilustra la ubicación de los primeros y segundos segmentos y los elementos amortiguadores adicionales.

Las Figuras 6a y 6b son vistas en sección transversal de un parachoques según la presente invención antes y después de ser sometido a un impacto mecánico.

30 Las Figuras 7a y 7b son vistas en sección transversal de un parachoques según la presente invención con elementos amortiguadores adicionales antes y después de ser sometido a un impacto mecánico.

Las Figuras 8a y 8b son vistas en sección transversal de un parachoques con un pistón según la presente invención antes y después de ser sometido a un impacto mecánico.

35 Las Figuras 9a y 9b son vistas en sección transversal de un parachoques con un pistón según la presente invención con elementos amortiguadores adicionales antes y después de ser sometido a un impacto mecánico.

Descripción detallada de la invención

Describiremos en primer lugar un panel 11 que puede utilizarse por ejemplo en fuselajes de aeronaves como una estructura resistente a impactos mecánicos y/o acústicos absorbiendo su energía mediante deformación.

40 El panel 11 comprende un núcleo interno 13 formado por un conjunto de primeros y segundos segmentos 25, 35 dispuestos alternadamente y dos capas externas 17, 19.

45 Los primeros segmentos 25 tienen una configuración de nido de abeja en la que sus celdas huecas 29, en forma de prismas hexagonales regulares que están delimitadas por una pluralidad de paredes interconectadas 27, están dispuestas transversalmente respecto a la dirección esperada del impacto mecánico o acústico D. Nótese que la disposición de esos primeros segmentos 25 respecto a las capas externas 17, 19 no es la misma que la de los bien conocidos paneles sándwich de materiales compuestos utilizados en muchas estructuras aeronáuticas en los que sus celdas huecas están dispuestas perpendicularmente a las capas externas.

Los segundos segmentos 35 tienen una estructura similar a los primeros segmentos 25 salvo que sus celdas huecas 39 que están delimitadas por una pluralidad de paredes interconectadas 37 no tienen la forma de prismas hexagonales "regulares" sino de prismas hexagonales "re-entrantes".

50 Los primeros segmentos 25 tienen un coeficiente de Poisson positivo ver Figura 1a): una extensión en la dirección de las flechas T produce una contracción en una dirección perpendicular. Similarmente una contracción en la dirección de las flechas T produce una extensión en una dirección perpendicular.

Los segundos segmentos 35 tienen un coeficiente de Poisson negativo (ver Figura 1b): una extensión en la dirección de las flechas T produce una extensión en una dirección perpendicular. Similarmente una contracción en la dirección de las flechas T produce una contracción en una dirección perpendicular.

5 El coeficiente de Poisson (positivo o negativo) de esos segmentos depende del ángulo α mostrado en las Figuras 1a, 1b y por tanto cabe adaptar la configuración de los primeros y segundos segmentos 25, 35 a las necesidades específicas de cada estructura eligiendo un valor apropiado del ángulo α .

10 Como se muestra en la Figura 2b al aplicar una fuerza de compresión en un punto del panel 11 como consecuencia del impacto D se producen desplazamientos alternativos de sentido diferente en los primeros y en los segundos segmentos 25, 35. Esta deformación transversal diferencial permite la absorción de la energía del impacto D mediante un mecanismo progresivo de deformación de los distintos primeros y segundos segmentos 25, 35 del panel 11 a partir de la deformación del segmento que recibe directamente el impacto D.

15 La onda de compresión del impacto D produce pues expansiones de los primeros segmentos 25 en las direcciones indicadas por las flechas horizontales y compresiones de los segundos segmentos 35 indicadas por las flechas verticales. Las deflexiones de los primeros y segundos segmentos 25, 35 producen una flexión de las capas externas 17, 19 con una longitud de onda dependiente de la anchura del panel 11. Esta flexión absorbe una cantidad considerable de energía en un área importante del panel 11 más allá de la zona afectada directamente por el impacto D.

El panel 11 también puede comprender también elementos amortiguadores adicionales 41 dispuestos entre las capas externas 17, 19 y realizados, preferentemente, con un material elastómero.

20 En la realización ilustrada en las Figuras 3a, 3b, 3c esos elementos tienen forma de columna y están dispuestos en la zona central de los primeros y segundos segmentos 25, 35 que es donde se supone que se producirán las deformaciones máximas por tracción y compresión como consecuencia del impacto D.

25 En las realizaciones ilustradas en las Figuras 4a a 5c (que también incluyen elementos amortiguadores adicionales 41) las capas externas 17, 19 tienen áreas debilitadas (ilustradas como discontinuidades) en zonas contiguas a los bordes entre los primeros y segundos segmentos 25, 35 lo que permite que se deformen de forma independiente las zonas que cubren dichos primeros y segundos segmentos 25, 35 (en las Figura 4a esas áreas debilitadas se muestran como discontinuidades en las capas externas 17, 19, pero también pueden ser áreas de las capas externas 17, 19 con un espesor reducido). Ello conlleva su máxima deformación y consiguientemente la máxima absorción de energía. La existencia de dichas zonas debilitadas no impide que las capas externas 17, 19 tengan una función importante frente al impacto D si tienen la rigidez necesaria para ello.

30 En la realización ilustrada en las Figuras 4a a 4c los elementos amortiguadores adicionales 41 están dispuestos entre los primeros y segundos segmentos 23, 35 de manera que puedan absorber los desplazamientos diferenciales entre ellos debidos a esfuerzos cortantes. En la realización ilustrada en las Figuras 5a a 5c los elementos amortiguadores adicionales 41 están dispuestos en la zona central de los primeros y segundos segmentos 23, 35 de manera que puedan absorber los desplazamientos diferenciales entre ellos debidos a esfuerzos de tracción y compresión.

35 Además, en la interfaz entre los primeros y segundos segmentos 25, 35 la ruptura por cortante puede ser desencadenada por su diferente desplazamiento. Esto producirá una reducción significativa de la trayectoria de cizallamiento entre las dos capas externas 17, 19 y una reducción de la resistencia a la flexión. Al ser las dos capas externas 17, 19 más flexibles pueden deformarse de manera independiente, comportándose como membranas independientes, absorbiendo adicionalmente una cantidad importante de energía debido a su gran deformación como membranas. También puede conseguirse la ruptura por un fallo a tracción debido una diferente deformación entre primeros y segundos segmentos 25, 35.

40 En el caso de un impacto de alta energía con un contacto fuerte, es importante que las capas externas 17, 19 no sean penetradas o no colapsen rápidamente rompiendo la estructura interna, de manera que pueda tener tiempo para transmitir adecuadamente la onda de energía por todo el panel 11.

En segundo lugar describiremos un parachoques 12 que puede utilizarse, por ejemplo, en las barras del fuselaje inferior entre vigas del suelo de la cabina y las cuernas de una aeronave para reducir el impacto de las aceleraciones transmitidas a los pasajeros en escenarios de aterrizajes de emergencia o como parachoques frontales o traseros en automóviles o trenes.

50 En una realización (ver Figs. 6a a 7b) el parachoques 12, que puede tener, por ejemplo, una forma cilíndrica, está formado por una capa externa 18 y un conjunto de primeros y segundos segmentos 25, 35 dispuestos alternadamente. Está fijado a un soporte 20 de la estructura protegida por él y recibe el impacto F en su segmento extremo.

55 La onda de compresión generada por el impacto F produce extensiones y contracciones en los primeros y segundos segmentos 25, 35 en, respectivamente, una dirección perpendicular, debida al diferente coeficiente de Poisson de dichos segmentos, que se transmiten a la capa externa 18, sometiénola a una flexión con una longitud de onda determinada por la disposición de dichos primeros y segundos segmentos 25, 35. Esa flexión hace que la capa externa

18 actúe como una columna flectante que pandeará con unas longitudes de ondas predeterminadas dependientes de la longitud de los primeros y segundos segmentos 25, 35, absorbiendo una cantidad considerable de energía.

5 Las capas externas del panel 11 y del parachoques 12 pueden estar hechas con un material rígido y los primeros y segundos segmentos 25, 35 con un material elastómero, pero también es posible considerar la combinación contraria o una combinación de material rígido y flexible, tanto en las capas externas como en los primeros y segundos segmentos 25, 35.

En otra realización (ver Figs. 8a a 9b) el parachoques 12, que también puede tener, por ejemplo, una forma cilíndrica, comprende además un pistón interno 61 dispuesto para recibir directamente el impacto F y transmitirlo a los primeros y segundos segmentos a través de sus paredes unidas al pistón interno.

10 Entre las ventajas de las estructuras de la invención cabe destacar las siguientes:

- Su alta capacidad de absorción de energía.
- Su adaptabilidad para amortiguar impactos con frecuencias de excitación predeterminadas.
- Su bajo peso.
- Que son fabricables utilizando nuevas técnicas de fabricación como la fabricación por adición de capas y la impresión 3D.

15

REIVINDICACIONES

1. Estructura deformable para la absorción de energía procedente de un impacto mecánico y/o acústico que comprende un núcleo interno (13) y una o más capas externas recubriendo el núcleo interno (13),

5 - el núcleo interno (13) comprendiendo un conjunto de primeros segmentos (25) que tienen una configuración geométrica con un coeficiente de Poisson positivo y de segundos segmentos (35) que tienen una configuración geométrica con un coeficiente de Poisson negativo;

- dichos primeros y segundos segmentos (25, 35) estando dispuestos alternadamente y unidos entre ellos de manera que la deformación sufrida por un primer segmento (25) pueda ser transmitida a un segundo segmento (35) contiguo y viceversa,

10 - dichos primeros y segundos segmentos (25, 35) estando formados por una pluralidad de paredes interconectadas (27, 37) que delimitan entre ellas celdas huecas (29, 39) dispuestas transversalmente a la dirección esperada de dicho impacto;

15 - dichos primeros y segundos segmentos (25, 35) estando dispuestos alternadamente y los extremos de las paredes interconectadas (27, 37) de dos segmentos adyacentes estando unidos de manera que la deformación sufrida por un primer segmento (25) pueda ser transmitida a un segundo segmento (35) contiguo y viceversa,

20 - el núcleo interno (13) estando dispuesto entre dos capas externas (17, 19) a modo de un panel (11) preparado para recibir dicho impacto, estando unidos a dichas dos capas externas (17, 19) los extremos contiguos a ellas de las paredes interconectadas (27, 37) de todos los primeros y segundos segmentos (25, 35) o el núcleo interno (13) estando formado por un apilado de primeros y segundo segmentos (25, 35) alternados orientados en la dirección esperada del impacto, y cubiertos por una capa externa (18) estando unida a ella todos los extremos contiguos de las paredes interconectadas (27, 37) de dichos primeros y segundos segmentos (25, 35);

25 caracterizado por que cuando el núcleo interno (13) está localizado entre dos capas externas (17, 19) como un panel (1) preparado para recibir dicho impacto, la estructura deformable comprende también en el núcleo interno (13) elementos amortiguadores adicionales (41) dispuestos en una dirección paralela a la dirección esperada de dicho impacto y unida a las capas externas (17, 19) o cuando el núcleo interno (13) está formado por un apilamiento de primeros y segundos segmentos alternados (25, 35) orientados en la dirección esperada del impacto, como un parachoques (12), la estructura deformable comprende además en el núcleo interno (13) elementos amortiguadores adicionales (43) situados en una dirección perpendicular a la dirección esperada de dicho impacto y unidos a la capa externa (18).

2. Estructura deformable según la reivindicación 1, en la que las celdas huecas (29) de los primeros segmentos (25) tienen la forma de un prisma hexagonal regular y las celdas huecas (39) de los segundos segmentos (35) tienen la forma de un prisma hexagonal reentrante.

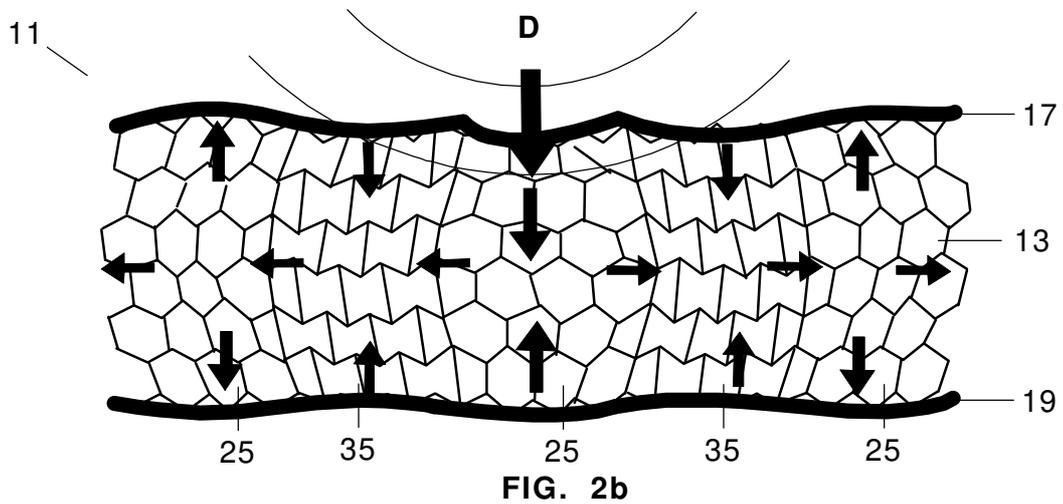
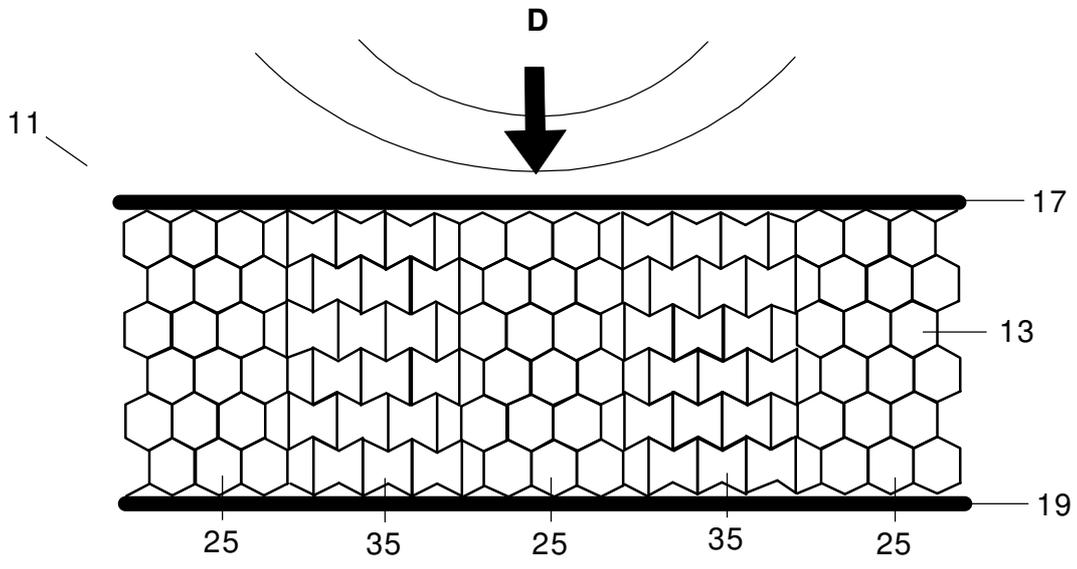
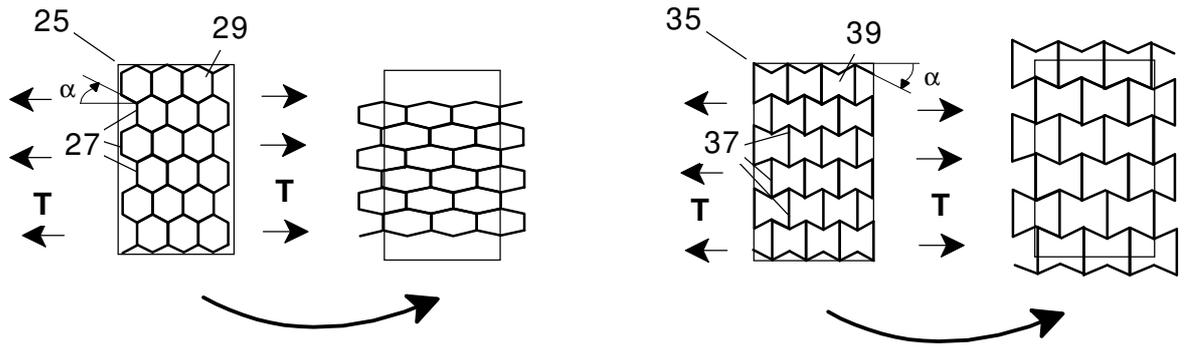
35 3. Estructura deformable según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en la que dichos elementos amortiguadores adicionales (41) están ubicados en la zona central de los primeros y segundos segmentos (25, 35).

4. Estructura deformable según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en la que el núcleo interno (13) está situado entre dos capas externas (17, 19) como un panel (11) preparado para recibir dicho impacto, dichos elementos amortiguadores adicionales (41) estando ubicados en las zonas de borde entre los primeros y segundos segmentos (25, 35).

40 5. Estructura deformable según una cualquiera de las reivindicaciones 3 y 4, en la que el núcleo interno (13) está localizado entre dos capas externas (17, 19) como un panel (1) preparado para recibir dicho impacto, las capas externas (17, 19) estando debilitadas en las áreas anexas a las regiones extremas de los primeros y segundos segmentos (25, 35).

45 6. Estructura deformable según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en la que cuando el núcleo interno (13) está formado por una pila de primeros y segundos segmentos (25, 35) alternados orientada en la dirección esperada del impacto a modo de un parachoques (12), el núcleo interno (13) también comprende un pistón interno (61) dispuesto para recibir el impacto, estando configurados los primeros y segundos segmentos (25, 35) con un espacio hueco para acomodar dicho pistón interno (61) y estando los extremos internos de sus paredes interconectadas (27, 37) unidos al pistón interno (61).

50



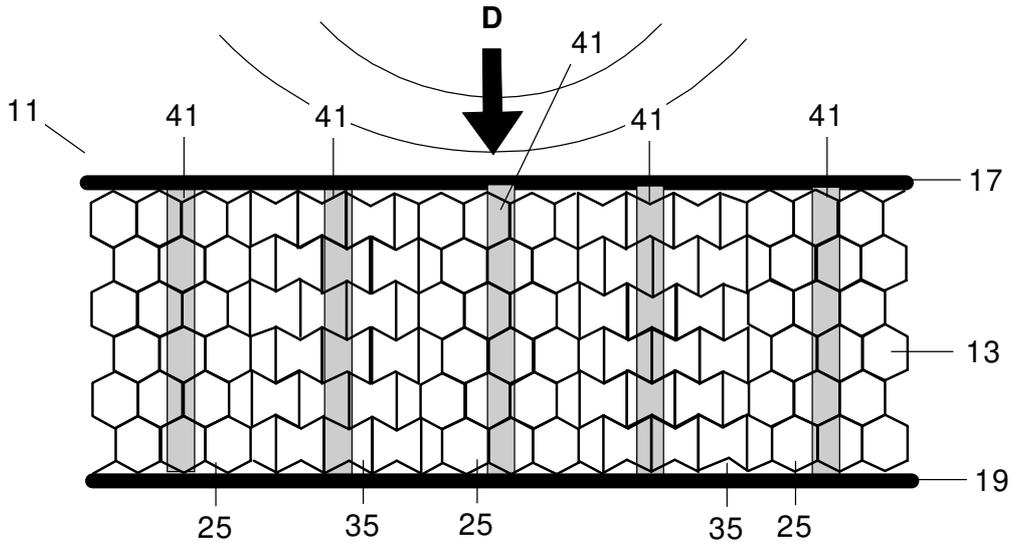


FIG. 3a

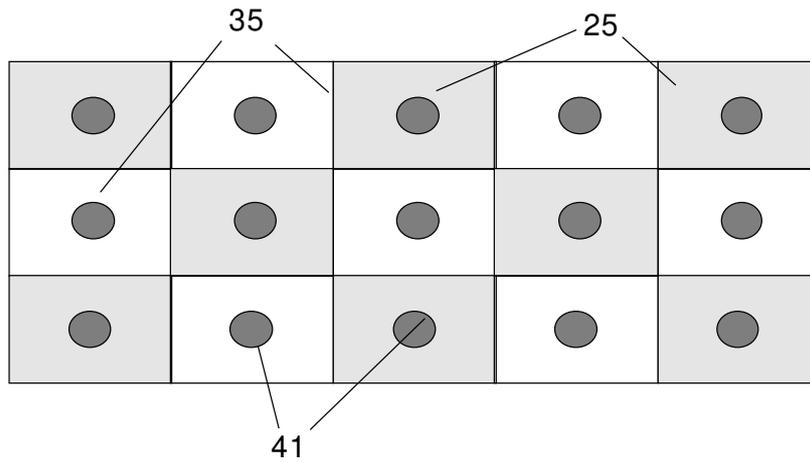


FIG. 3b

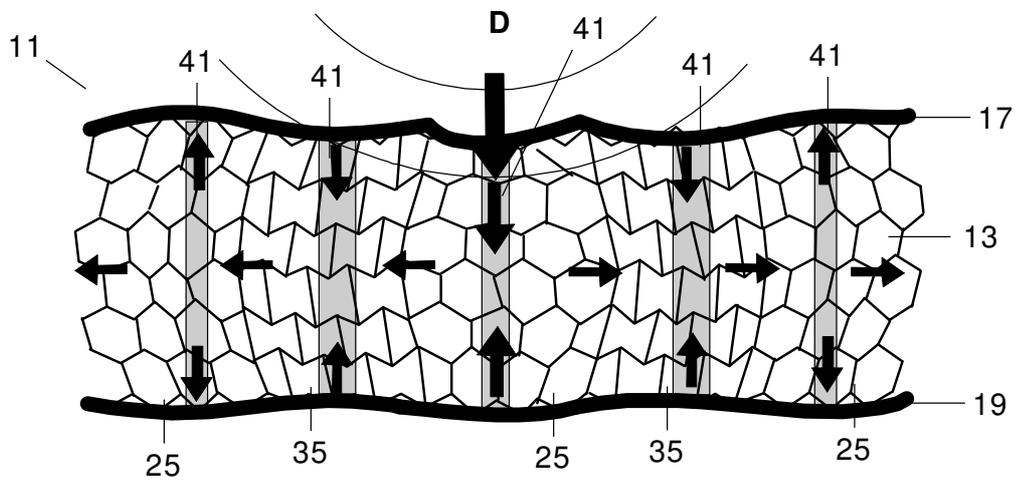


FIG. 3c

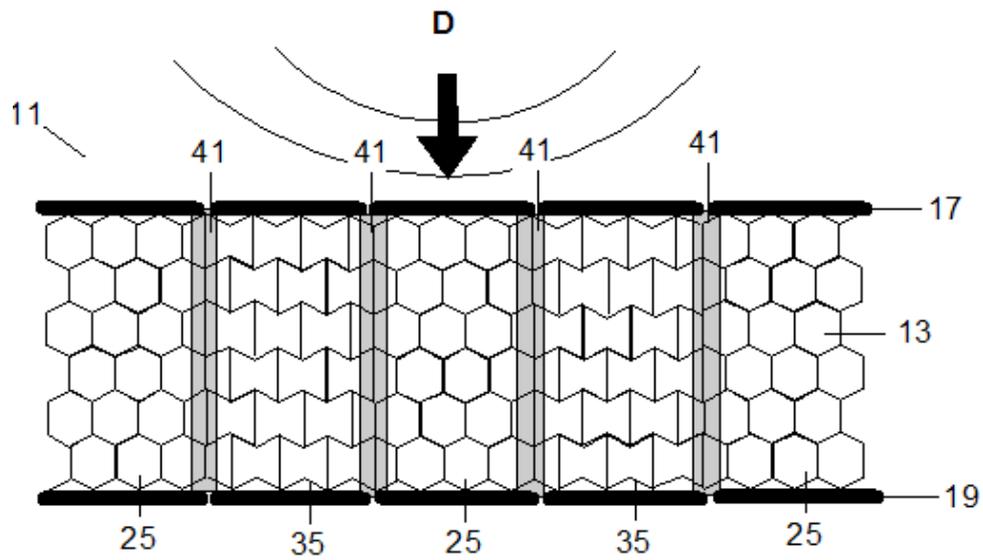


FIG. 4a

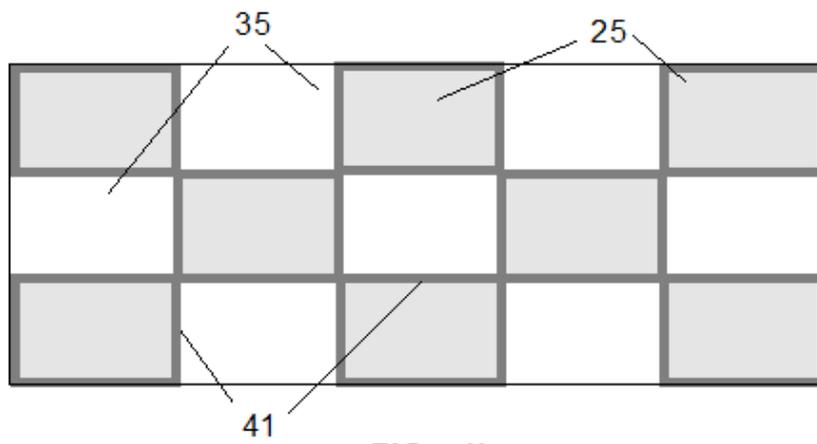


FIG. 4b

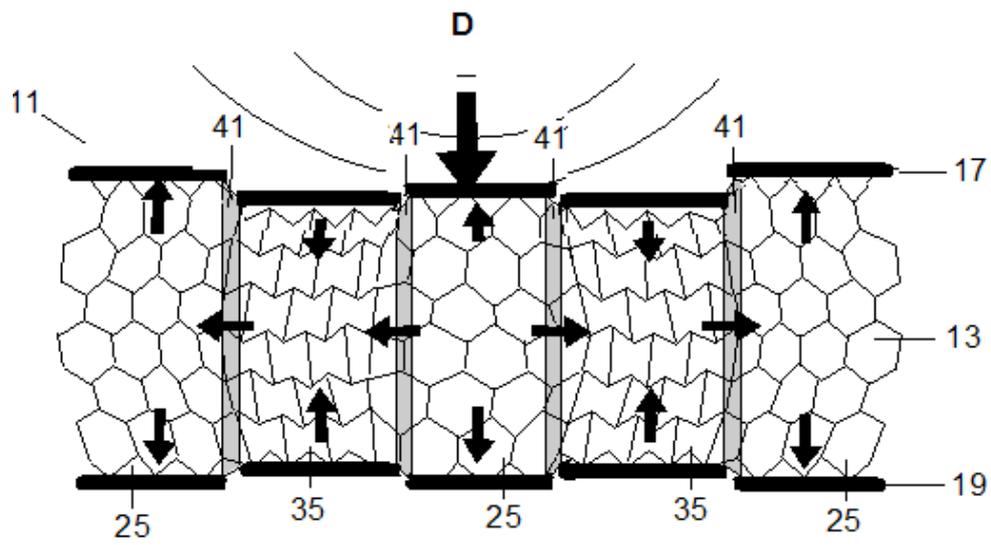


FIG. 4c

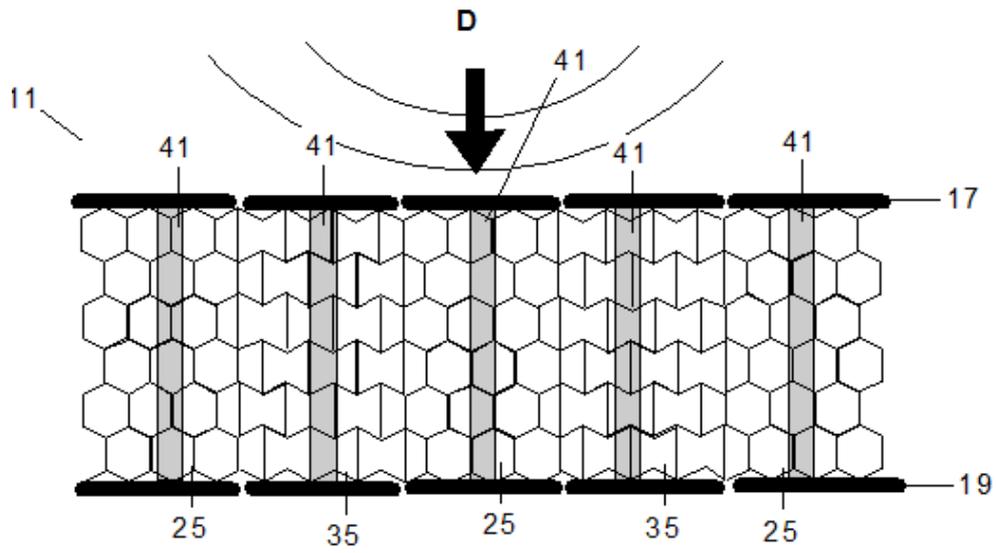


FIG. 5a

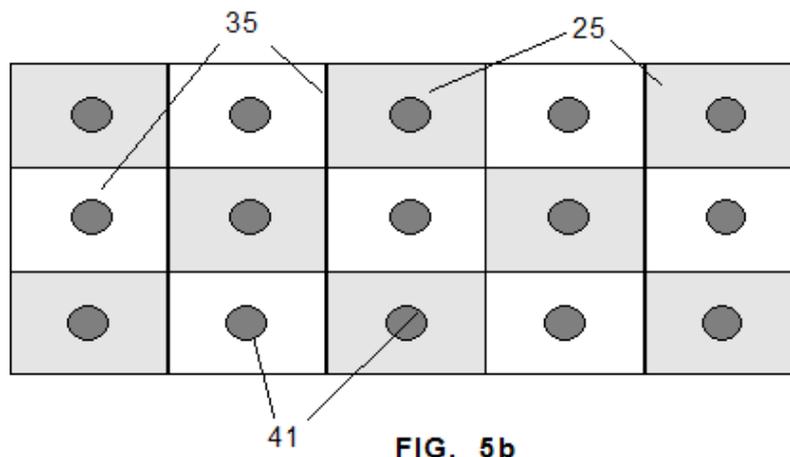


FIG. 5b

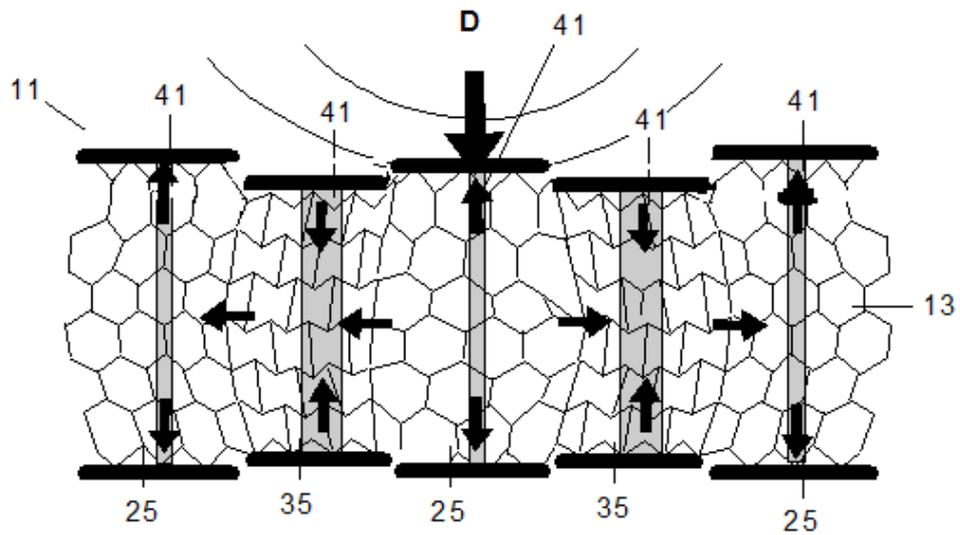


FIG. 5c

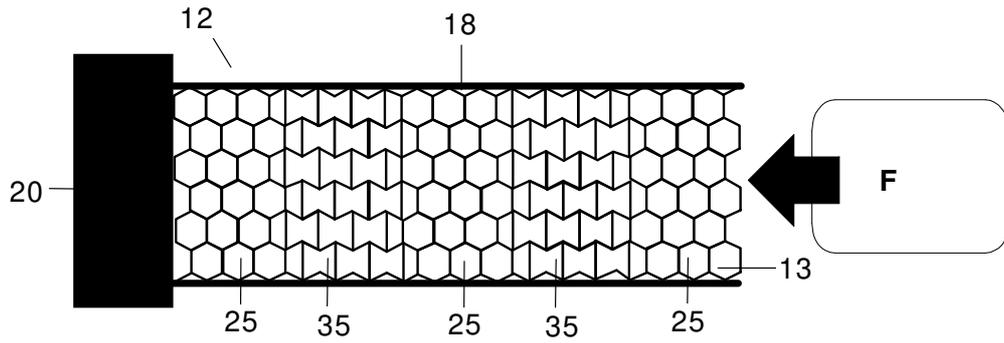


FIG. 6a

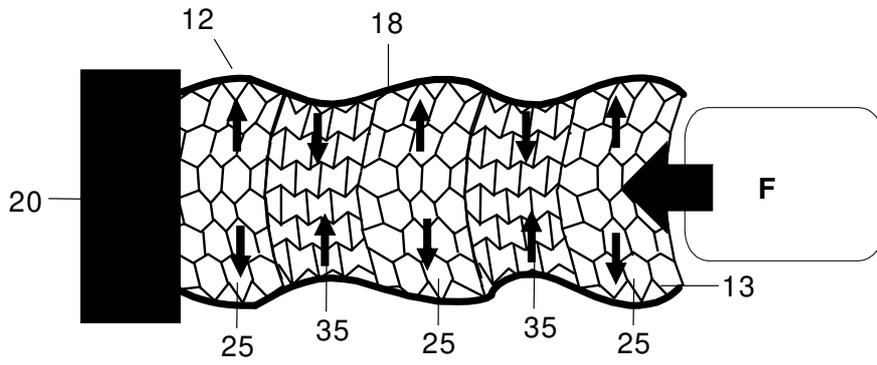


FIG. 6b

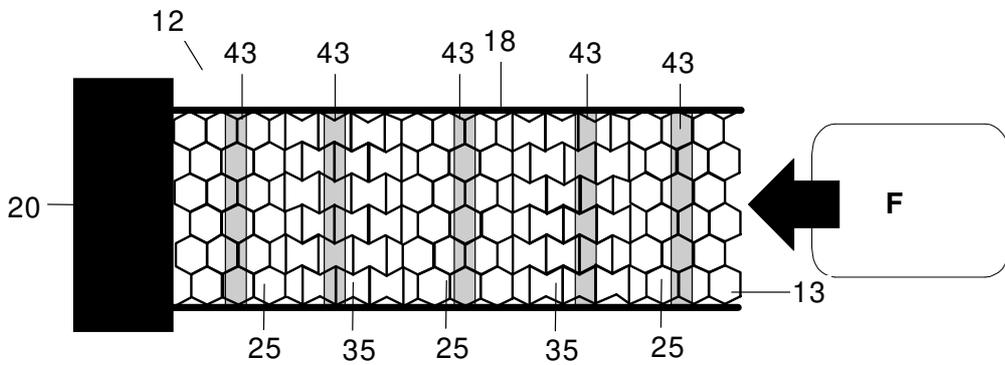


FIG. 7a

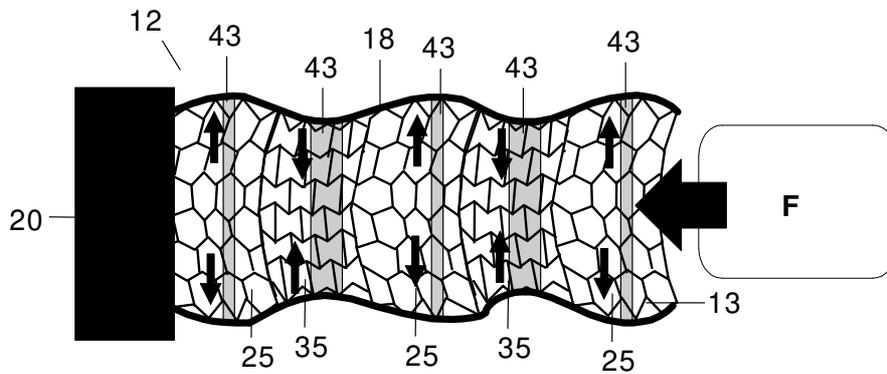


FIG. 7b

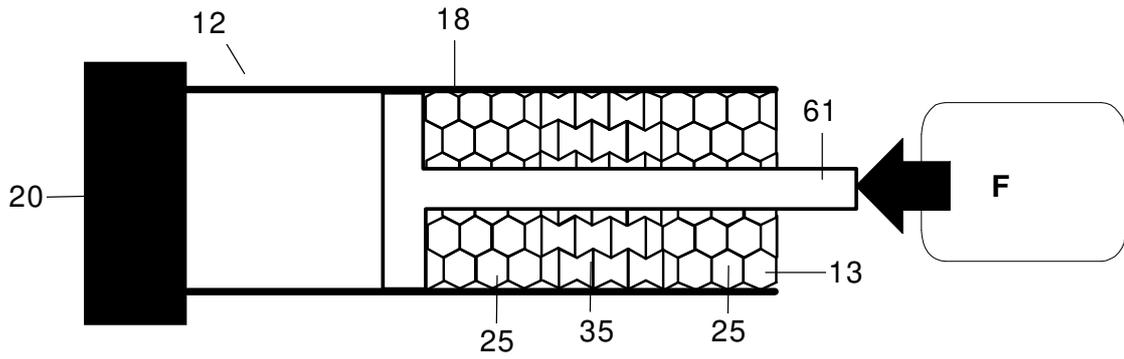


FIG. 8a

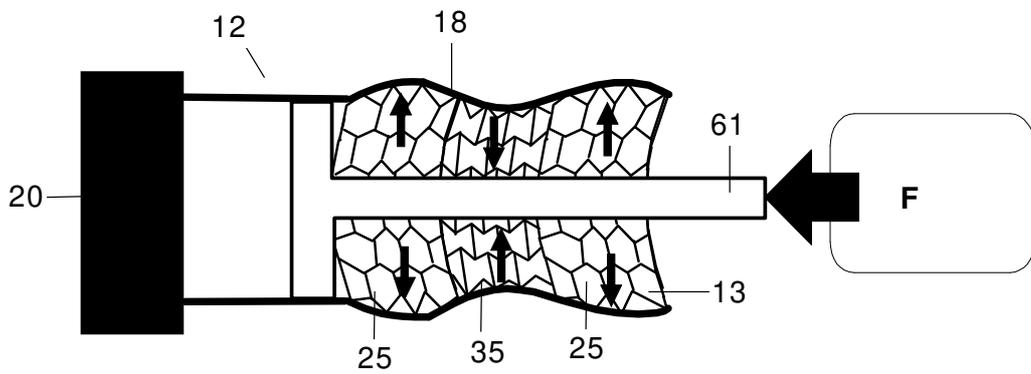


FIG. 8b

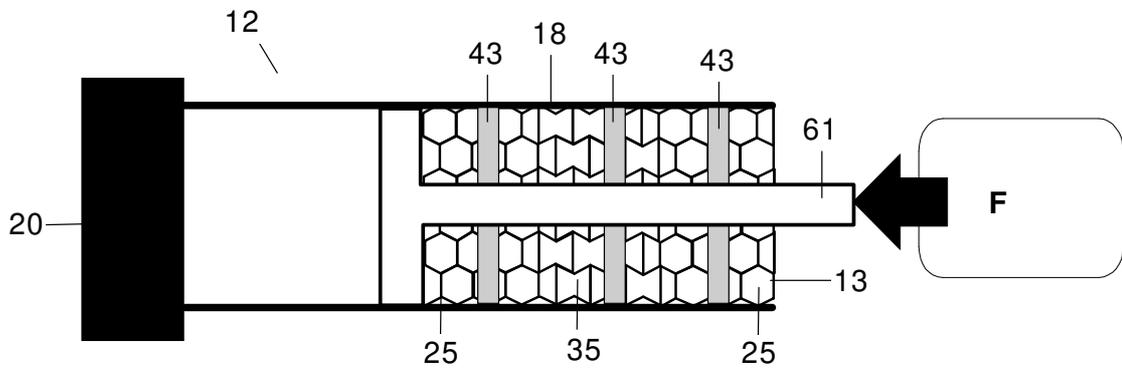


FIG. 9a

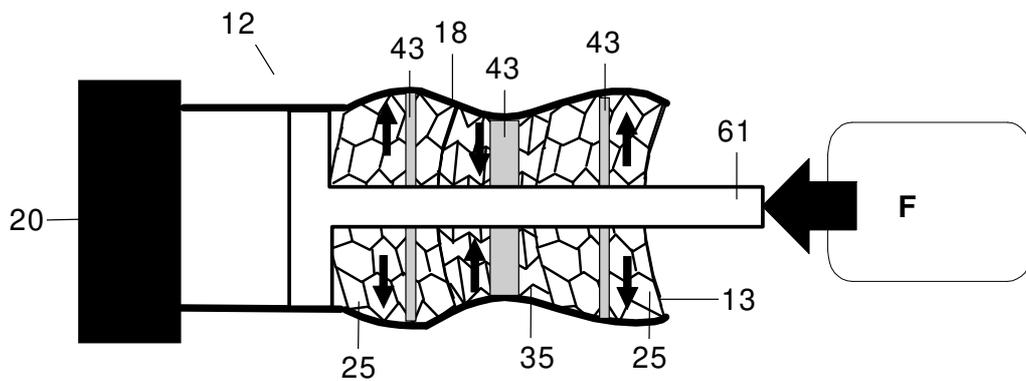


FIG. 9b