

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 971 696**

51 Int. Cl.:

F16F 1/368 (2006.01)

F16F 1/42 (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

B29C 70/46 (2006.01)

B29L 31/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.01.2020** **PCT/EP2020/052360**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.05.2021** **WO21089192**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2020** **E 20704212 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2023** **EP 4055297**

54 Título: **Elemento de resorte de flexión de un material compuesto plástico de fibras**

30 Prioridad:

04.11.2019 DE 102019129581

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

06.06.2024

73 Titular/es:

DANTO INVENTION GMBH & CO. KG (50.0%)

Sangenweg 20

64589 Stockstadt am Rhein, DE y

RHEINMETALL INVENT GMBH (50.0%)

72 Inventor/es:

SCHWARZ, ANNA y

KELLER, TOBIAS

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 971 696 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

Elemento de resorte de flexión de un material compuesto plástico de fibras

- 5 La invención se refiere a un elemento de resorte de flexión de un material compuesto plástico de fibras, donde el elemento de resorte de flexión presenta en dos lados opuestos entre sí de un plano central en cada caso una capa funcional de un material compuesto plástico de fibras, donde las fibras de resorte de flexión están orientadas dentro de las respectivas capas funcionales al menos en grupos en paralelo entre sí y discurren a lo largo de una dirección longitudinal del elemento de resorte de flexión, donde el elemento de resorte de flexión presenta al menos una sección
- 10 de curvatura, en la que el plano central del elemento de resorte de flexión descargado que discurre entre las dos capas funcionales discurre en la dirección longitudinal del elemento de resorte de flexión de forma curvada en más de 90°, donde el elemento de resorte de flexión presenta al menos una sección longitudinal, en la que el plano central del elemento de resorte de flexión descargado no presenta ninguna curvatura apreciable o una inversión de curvatura, y donde en una desviación según lo previsto del elemento de resorte de flexión se somete a tracción una sección de
- 15 capa funcional dispuesta dirigida hacia fuera en la sección de curvatura y se somete a compresión una sección de capa funcional opuesta y dirigida hacia dentro en la sección de curvatura.

Un elemento de resorte de flexión puede estar configurado en una sola pieza y formar un resorte de flexión o un dispositivo de resorte de flexión. Igualmente es posible que varios elementos de resorte de flexión se combinen para

20 formar un dispositivo de resorte de flexión y se pongan en conexión activa entre sí. Un único elemento de resorte de flexión puede estar configurado, por ejemplo, en forma de viga y presentar un desarrollo recto o ligeramente curvado. También se conocen elementos de resorte de flexión que presentan un desarrollo curvado complejo y, por ejemplo, una conformación en forma de C o en forma de S o varias curvaturas alternas y configuradas en forma de meandro.

- 25 Los elementos de resorte de flexión se pueden fabricar de distintos materiales. Los elementos de resorte de flexión convencionales, por ejemplo, a menudo están hechos de un acero para resortes adecuado. Tales elementos de resorte de flexión se pueden fabricar de manera económica, donde la conformación de los elementos de resorte de flexión puede estar adaptada a la correspondiente tarea. Los elementos de resorte de flexión de acero para resortes o de otro metal adecuado son resistentes y presentan propiedades de resorte ventajosas.

30 También se conoce y ya se ha probado para diversos campos de aplicación la fabricación de elementos de resorte de flexión a partir de un material compuesto plástico de fibras adecuado. En este caso se utiliza habitualmente un material compuesto plástico de fibras, en el que están embebidas fibras casi sin fin en un material de matriz adecuado de plástico. Mediante la disposición y orientación de las fibras individuales, que son responsables decisivamente de una

35 transmisión de tracción y compresión a lo largo del elemento de resorte de flexión, se pueden favorecer propiedades de resorte ventajosas. A este respecto, las fuerzas de tracción o fuerzas compresión se transmiten principalmente a través de las fibras de resorte de flexión en las capas funcionales en función de la deformación. En el plano central, que también se designa como fibra neutra o línea cero, no se producen fuerzas de tracción o compresión durante una deformación según lo previsto. Las capas funcionales dispuestas en ambos lados del plano central pueden estar

40 fabricadas de forma uniforme y fusionarse entre sí, de modo que resulta un elemento de resorte de flexión de una sola pieza de un material compuesto de fibras homogéneo. Los elementos de resorte de flexión de un material compuesto plástico de fibras pueden presentar, en comparación con los elementos de resorte de flexión de metal, un peso menor y una mejor resistencia a las condiciones ambientales y, en particular, a la humedad. Los elementos de resorte de flexión hechos de un material compuesto plástico de fibras adecuado se pueden utilizar de manera ventajosa en

45 vehículos de motor.

Si el elemento de resorte de flexión está configurado con un grosor uniforme o con una distancia uniforme de las dos capas funcionales, el grosor del elemento de resorte de flexión debe estar adaptado a la sollicitación de tracción y compresión, que puede producirse con una acción de fuerza prevista como máximo sobre la sección de curvatura del

50 elemento de resorte de flexión. En una sección longitudinal adyacente se produce a este respecto una sollicitación claramente menor, de modo que el elemento de resorte de flexión está sobredimensionado con un grosor uniforme en esta sección longitudinal. El peso del elemento de resorte de flexión, así como el gasto de material serían entonces excesivamente grandes, lo que se considera desventajoso en particular con vistas a una construcción ligera comúnmente deseada con materiales compuestos plásticos de fibras.

55 La producción de elementos de resorte de flexión a partir de un material compuesto plástico de fibras a menudo se asocia con un alto esfuerzo de fabricación y, por lo tanto, con altos costes de fabricación. A este respecto, en particular en el caso de elementos de resorte de flexión con un grosor variable, el esfuerzo es muy considerable y a menudo decisivo con respecto a los costes de fabricación, el cual se produce para la preparación de un gran número de tiras

60 preconfeccionadas de diferentes longitudes de material compuesto plástico de fibras o productos preimpregnados, su disposición en un molde de herramienta y su posterior prensado.

Un elemento de resorte de flexión configurado esencialmente como un resorte de hojas plano se describe, por ejemplo, en el documento US 3,968,958. La confección de los productos preimpregnados prefabricados de diferente longitud y, en particular, su disposición en un molde de herramienta, así como su fijación durante el proceso de endurecimiento

5 que se realiza a presión de los productos preimpregnados en el molde de herramienta, está ligado a un esfuerzo considerable y, a menudo, solo realizable manualmente. Gracias a las capas centrales adicionales dispuestas entre las capas funcionales exteriores, configuradas de forma más corta se refuerza adicionalmente una sección central del resorte de hojas. En el documento EP 005 916 A1 también se muestra y describe un resorte de hojas plano similar.

10 Por el documento US 4 942 075 A se conoce un elemento de resorte de flexión configurado en forma anular de material de plástico de fibras. Los elementos de resorte de flexión que discurren con múltiples curvas hechos de material de plástico de fibras se describen, por ejemplo, en el documento DE 10 2015 012 334 B3 o en el documento DE 10 2008 057 463 B4.

15 El documento DE 10 2008 057 463 B4 da a conocer un elemento de resorte de flexión de un material compuesto plástico de fibras, donde el elemento de resorte de flexión presenta en dos lados opuestos entre sí de un plano central en cada caso una capa funcional de un material compuesto plástico de fibras, donde las fibras de resorte de flexión están orientadas dentro de la respectiva capa funcional al menos en grupos en paralelo entre sí y discurren a lo largo de una dirección longitudinal del elemento de resorte de flexión, donde el elemento de resorte de flexión presenta al

20 menos una sección de curvatura, en la que el plano central del elemento de resorte de flexión descargado que discurre entre las dos capas funcionales discurre en la dirección longitudinal del elemento de resorte de flexión de forma curvada en más de 90°, donde el elemento de resorte de flexión presenta al menos una sección longitudinal, en la que el plano central del elemento de resorte de flexión descargado no presenta ninguna curvatura apreciable o una inversión de curvatura, y donde en una desviación según lo previsto del elemento de resorte de flexión se somete a

25 tracción una sección de capa funcional dispuesta dirigida hacia fuera en la sección de curvatura y se somete a compresión una sección de capa funcional opuesta y dirigida hacia dentro en la sección de curvatura, donde dentro de la al menos una sección de curvatura, una primera proporción en volumen de fibras de resorte de flexión en las capas funcionales es menor que una segunda proporción en volumen de fibras de resorte de flexión en las capas funcionales dentro de la al menos una sección longitudinal.

30 Por lo tanto, se considera un objetivo de la presente invención configurar un elemento de resorte de flexión de un material compuesto de plástico de modo que el elemento de resorte de flexión se pueda fabricar de forma económica, se pueda adaptar de manera sencilla en diferentes secciones a las sollicitaciones que se producen habitualmente y pueda presentar propiedades de resorte lo más ventajosas posibles.

35 Este objetivo se consigue según la invención porque el elemento de resorte de flexión presenta en la al menos una sección longitudinal al menos una capa de evacuación de material de matriz que discurre en paralelo a las dos capas funcionales y en la dirección longitudinal, que presenta al menos una proporción de fibras de capa de evacuación que están orientadas de forma diferente a la dirección longitudinal del elemento de resorte de flexión, y que dentro de la al

40 menos una sección de curvatura una primera proporción en volumen de fibras de resorte de flexión en las capas funcionales es menor, preferentemente en varios %, que una segunda proporción en volumen de fibras de resorte de flexión en las capas funcionales dentro de la al menos una sección longitudinal.

Se ha mostrado que, con bajo coste de material y de fabricación, se pueden posibilitar propiedades de resortes especialmente ventajosos de manera sencilla, porque la proporción en volumen de las fibras de resorte de flexión en las capas funcionales a lo largo de la dirección longitudinal del elemento de resorte de flexión se adapta por secciones a las sollicitaciones que se producen habitualmente en cada caso y, en particular, porque la proporción en volumen de las fibras de resorte de flexión en las secciones longitudinales es mayor y, si es necesario, significativamente mayor que en la al menos una sección de curvatura. De manera ventajosa, está previsto que la proporción en volumen de las fibras de resorte de flexión en todas las secciones longitudinales sea mayor que en todas las secciones de curvatura. Debido a la diferente proporción en volumen de las fibras de resorte de flexión en las secciones longitudinales en comparación con las secciones de curvatura, propiedades importantes para el resorte de flexión tal como, por ejemplo, la rigidez a la flexión o la rigidez a la torsión pueden estar predeterminadas de manera diferente y adaptadas a la función respectiva de las secciones longitudinales y las secciones de curvatura.

55 Un elemento de resorte de flexión según la invención se puede fabricar, por ejemplo, porque los productos preimpregnados preconfigurados con fibras de resorte de flexión unidireccionales, sin fin y orientadas en la dirección longitudinal del elemento de resorte de flexión se pueden insertar en un molde de herramienta. Eventualmente los productos preimpregnados se impregnan con material de matriz añadido adicionalmente y se calientan y prensan

60 hasta que el material de matriz se endurezca. Se ha mostrado que el material de matriz todavía fluido fluye dentro de las capas funcionales esencialmente a lo largo de las fibras de resorte de flexión embebidas en ellas y

transversalmente a ello el material de matriz puede fluir con una velocidad de flujo claramente menor, dado que las fibras de resorte de flexión obstaculizan y retienen el material de matriz.

- Para poder predeterminar de forma diferente la proporción en volumen de fibras de resorte de flexión en diferentes secciones del elemento de resorte de flexión, está previsto según la invención que en secciones con una proporción en volumen más alta está dispuesta una capa de evacuación de material de matriz, que durante un prensado del elemento de resorte de flexión durante un proceso de endurecimiento de un material de matriz, en comparación con las capas funcionales adyacentes, presentan una resistencia al flujo esencialmente menor transversalmente a la dirección longitudinal. De este modo, durante el prensado, el material de matriz todavía fluido puede fluir en las secciones longitudinales primero en la capa de evacuación de material de matriz y luego fluir rápidamente lateralmente fuera del elemento de resorte de flexión, mientras que en las secciones de curvatura puede fluir a través de las fibras de resorte de flexión orientadas en la dirección longitudinal en las capas funcionales esencialmente a lo largo de la dirección longitudinal del elemento de resorte de flexión, pero no puede, o en cualquier caso solo puede salir lateralmente en una pequeña proporción. Mediante una evacuación aumentada del material de matriz dentro de las secciones longitudinales se aumenta allí la proporción de las fibras de resorte de flexión en comparación con el material de matriz, mientras que la proporción de las fibras de resorte de flexión en relación con el material de matriz en las secciones de curvatura apenas se modifica durante el prensado y se determina de manera decisiva por los productos preimpregnados preconfigurados y eventualmente una adición adicional de material de matriz.
- El uso de una capa de evacuación de material de matriz ha demostrado ser mucho más eficaz y más controlable que otros procedimientos, tal como, por ejemplo, una presión de prensado de diferentes tamaños a lo largo de la dirección longitudinal del elemento de resorte de flexión. Además, las capas funcionales del elemento de resorte de flexión se pueden componer de tiras continuas y que se extienden a lo largo de toda la longitud del elemento de resorte de flexión a partir de un material preimpregnado uniforme, sin que se tengan que predeterminar e insertar por secciones diferentes productos preimpregnados o un número diferente de capas preimpregnadas. También se pueden utilizar exclusivamente productos preimpregnados con fibras de resorte de flexión sin fin y que se extienden en la dirección longitudinal a lo largo de todo el elemento de resorte de flexión, por lo que se pueden producir elementos de resorte de flexión de alta calidad con un bajo coste de material.
- Según una configuración de la idea de la invención está previsto que la primera proporción en volumen de fibras de resorte de flexión en la al menos una sección de curvatura sea menor del 55%, preferentemente menor del 52%, y que la segunda proporción en volumen de fibras de resorte de flexión en la al menos una sección longitudinal sea mayor del 55%, preferentemente mayor del 58%. Se ha mostrado que una proporción en volumen de fibras de resorte de flexión dentro de las secciones de curvatura de aproximadamente el 50%, así como una proporción en volumen de fibras de resorte de flexión dentro de las secciones longitudinales de aproximadamente el 60% posibilitan propiedades ventajosas del elemento de resorte de flexión para muchos casos de aplicación con un peso propio relativamente muy bajo del elemento de resorte de flexión.
- La capa de evacuación de material de matriz puede estar hecha de distintos materiales o estar compuesta de distintos componentes de material. Un requisito esencial para una capa de evacuación de material de matriz especialmente adecuada es una porosidad comparativamente alta y una alta resistencia a la deformación, de modo que la capa de evacuación de material de matriz no se comprima y compacte excesivamente durante el prensado, de modo que el material de matriz fluido pueda fluir rápidamente a través de cavidades dentro de la capa de evacuación de material de matriz hasta que pueda salir lateralmente.
- De manera ventajosa puede estar previsto que la capa de evacuación de material de matriz presente fibras de capa de evacuación que estén orientadas en dos o más direcciones que discurren entre sí con un ángulo, donde una orientación media de las fibras de capa de evacuación está orientada en la dirección longitudinal del elemento de resorte de flexión. Como orientación media de las fibras de capa de evacuación se designa una dirección que resultaría de una superposición de todas las orientaciones individuales de las fibras de la capa de evacuación individuales. La orientación media corresponde, por ejemplo, a la dirección longitudinal del elemento de resorte de flexión, cuando el mismo número de fibras de capa de evacuación están orientadas y discurren en la dirección longitudinal de la misma manera hacia un primer borde longitudinal, así como hacia un segundo borde longitudinal opuesto del elemento de resorte de flexión. Por ejemplo, las fibras de capa de evacuación pueden estar orientadas con un ángulo de 90° unas respecto a otras. Para evitar que para el material de matriz durante el prensado transversalmente a la dirección longitudinal se especifique una dirección preferida, que podría conducir a una falta de homogeneidad de la proporción de fibras de resorte de flexión configurada transversalmente a la dirección longitudinal, las fibras de capa de evacuación deben estar orientadas simétricamente a ambos bordes longitudinales, es decir, deben presentar, por ejemplo, un ángulo respectivo a los bordes longitudinales de 45°, o bien estar orientadas en dirección longitudinal o transversalmente a la dirección longitudinal del elemento de resorte de flexión. Debido a la proporción de fibras de la capa de evacuación, que están orientadas transversalmente a la dirección longitudinal del elemento de resorte de

flexión, la resistencia al flujo se reduce transversalmente a la dirección longitudinal, de modo que más material de la matriz fluye transversalmente a la dirección longitudinal y puede salir lateralmente. Igualmente es concebible que las fibras de capa de evacuación dentro de la capa de evacuación de material de matriz estén orientadas de forma igualmente distribuida hacia ambos lados longitudinales con un ángulo entre 0° y 90° con respecto a la dirección longitudinal, por ejemplo, presentan un ángulo de +20° o -20° con respecto a la dirección longitudinal.

Según una configuración ventajosa de la idea de la invención, está previsto que las fibras de capa de evacuación en la capa de evacuación de material de matriz presenten una orientación isotrópica. Las fibras de la capa de evacuación pueden estar dispuestas de forma no direccional dentro de la capa de evacuación de material de matriz. Las fibras de capa de evacuación comparativamente cortas también se pueden utilizar en la capa de evacuación de material de matriz. Opcionalmente, puede estar previsto que una longitud media de las fibras de capa de evacuación en la capa de evacuación de material de matriz sea menor que una anchura del elemento de resorte de flexión medida transversalmente a la dirección longitudinal. La longitud media de las fibras de la capa de evacuación también puede ser significativamente más corta que una anchura del elemento de resorte de flexión medida transversalmente a la dirección longitudinal del elemento de resorte de flexión y, por ejemplo, solo ascender a unos pocos milímetros.

La capa de evacuación de material de matriz puede ser, por ejemplo, una malla o un tejido de punto. También puede ser un textil. De manera especialmente ventajosa, está previsto que la capa de evacuación de material de matriz presente un material no tejido. Las fibras de capa de evacuación individuales se pueden solidificar de diferentes maneras con o sin un material de matriz para formar el material no tejido. El material no tejido puede estar impregnado con el mismo material de matriz que las capas funcionales o con otro material de matriz.

Se ha mostrado que el uso de un material no tejido con un peso por unidad de superficie de menos de 200 g/m², preferentemente de menos de 120 g/mm² y especialmente preferentemente de menos de 80 g/mm² es especialmente ventajoso.

Según una configuración de la idea de la invención está previsto que en la al menos una sección de curvatura del elemento de resorte de flexión presente un elemento de ampliación de distancia dispuesto entre las dos capas funcionales de un material diferente a las dos capas funcionales. Mediante el elemento de ampliación de distancia se puede aumentar un grosor del elemento de resorte de flexión medido transversalmente a la dirección longitudinal del elemento de resorte de flexión. Las fuerzas de deformación que se producen debido a la sollicitación a flexión del elemento de resorte de flexión bajo una sollicitación según lo debido se pueden absorber de forma especialmente ventajosa por el elemento de ampliación de distancia de una sección de curvatura así engrosada y transformadas en energía de resorte. Al aumentar una distancia entre las capas funcionales medida transversalmente a la dirección longitudinal y, por lo tanto, una distancia entre las capas funcionales y el plano central y la fibra neutra que se extiende en él, el elemento de resorte de flexión presenta en la sección de curvatura una mayor resistencia a la deformación que en una sección longitudinal adyacente, sin que con esta finalidad se tenga que disponer capas centrales adicionales entre las capas funcionales, que solo se extienden más allá de la sección de curvatura.

A este respecto, el elemento de ampliación de distancia dispuesto en la sección de curvatura entre las dos capas funcionales presenta según la invención un espesor que cambia continuamente en la dirección longitudinal, de modo que el elemento de ampliación de distancia se vuelve continuamente más grueso a partir de un primer extremo que sale en punta y presenta en una zona central un espesor máximo para estrecharse progresivamente hacia el segundo extremo opuesto y volver a salir en punta. De esta manera, se pueden evitar cambios de grosor bruscos en el elemento de resorte de flexión que, según la experiencia, pueden conducir a picos de carga y a una sollicitación a menudo muy alta y eventualmente excesiva durante el uso previsto del elemento de resorte de flexión.

Es ventajoso si el elemento de ampliación de distancia está fabricado de un material lo más resistente posible al empuje y rígido al empuje. En principio es concebible que el elemento de ampliación de distancia esté fabricado, por ejemplo, de madera o de un material plástico adecuado. El elemento de ampliación de distancia puede estar prefabricado o fabricado de antemano, donde el elemento de ampliación de distancia presenta convenientemente ya una conformación que está adaptada a una conformación o a un desarrollo del elemento de resorte de flexión no cargado dentro de la sección de curvatura.

Según una configuración ventajosa de la idea de la invención está previsto que el material del elemento de ampliación de distancia sea un segundo material compuesto plástico de fibras con fibras, cuya longitud ascienda en cada caso a menos de 30 mm, preferentemente a menos de 10 mm y especialmente preferentemente a menos de 1 mm. El segundo material compuesto plástico de fibras con fibras tan cortas se puede mecanizar de manera especialmente ventajosa y económica y darle la forma deseada para el elemento de ampliación de distancia. A este respecto, las fibras individuales no pueden transmitir fuerzas de tracción o compresión a través de grandes áreas, lo que, sin embargo, ha demostrado ser innecesario. Mediante la disposición de un elemento de ampliación de distancia entre

dos capas funcionales situadas en el exterior, en la sección de curvatura se puede adaptar un grosor del elemento de resorte de flexión medido transversalmente a una dirección longitudinal del elemento de resorte de flexión a la sollicitación a flexión prevista del elemento de resorte de flexión y estar configurado esencialmente más grueso que el grosor total de las dos capas funcionales. El elemento de ampliación de distancia fabricado de un segundo material compuesto plástico de fibras puede presentar un bajo peso propio. Gracias al segundo material compuesto plástico de fibras adicional del elemento de ampliación de distancia, las dos capas funcionales del elemento de resorte de flexión, que son considerablemente más caras, pueden estar configuradas comparativamente delgadas en la sección de curvatura y adaptarse a la sollicitación de tracción y compresión prevista o esperada como máximo de las capas funcionales del elemento de resorte de flexión dentro de la sección de curvatura.

Se ha descubierto que el elemento de resorte de flexión presenta propiedades de resorte especialmente ventajosas cuando las fibras están dispuestas de forma no direccional en el segundo material compuesto plástico de fibras. Esta disposición no direccional de las fibras embebidas en el material de matriz del segundo material compuesto plástico de fibras también se denomina fibras enredadas. En muchos casos de aplicación es válido que las propiedades de resorte se pueden configurar tanto más ventajosas cuanto más homogéneas se distribuyan las fibras en el segundo material compuesto plástico de fibras. Cuanto más corta sea la longitud de las fibras individuales en el segundo material compuesto plástico de fibras, tanto más fácil se puede lograr una distribución homogénea de las fibras según la invención en el elemento de ampliación de distancia, así como una orientación distribuida homogéneamente de las fibras individuales entre sí.

Según una configuración especialmente ventajosa de la idea de la invención está previsto que el segundo material compuesto plástico de fibras presente un material de matriz de plástico que coincide con las dos capas funcionales. Mediante el uso del mismo material de matriz de plástico para las capas funcionales y para el elemento de ampliación de distancia dispuesto entre las capas funcionales se puede conseguir una conexión por adherencia de material y sin transición del elemento de ampliación de distancia con las capas funcionales adyacentes a ambos lados. De este modo, el desprendimiento involuntario de las capas funcionales del elemento de ampliación de distancia se evita y al menos dificulta incluso en el caso de sollicitaciones elevadas del elemento de resorte de flexión.

Un elemento de ampliación de distancia se puede fabricar mediante incorporación de un material de partida pastoso entre capas funcionales ya prefabricadas y eventualmente preformadas. A este respecto, el elemento de ampliación de distancia también se puede fabricar, dependiendo del material utilizado, mediante procedimientos de moldeo por inyección ya conocidos. A continuación, las capas funcionales se pueden conectar junto con el elemento de ampliación de distancia dispuesto entre ellas y, por lo tanto, se puede fabricar el elemento de resorte de flexión deseado. El elemento de ampliación de distancia también se puede incorporar en la sección de curvatura mediante procedimientos de moldeo por inyección ya conocidos entre las capas funcionales ya dispuestas en un molde de herramienta. Asimismo, es concebible que el elemento de ampliación de distancia se fabrique en una etapa de trabajo especial separada de las capas funcionales. A continuación, las capas funcionales se pueden conectar junto con el elemento de ampliación de distancia dispuesto entre ellas y moldear y solidificar para formar el elemento de resorte de flexión deseado.

Opcionalmente está previsto que el plano central presente en la al menos una sección de curvatura del elemento de resorte de flexión un cambio de dirección de más de 90°, preferentemente de más de 150° y especialmente preferentemente de aproximadamente 180°. En una sección de curvatura, cuyo desarrollo cambia en la dirección longitudinal en más de 150° y preferentemente en aproximadamente 180°, se puede absorber de forma especialmente efectiva mediante una actuación de fuerza dirigida transversalmente a las dos zonas finales de la sección de curvatura a través de una deformación del elemento de resorte de flexión según lo previsto dentro de la sección de curvatura y se puede generar una alta fuerza de retorno de resorte y, por lo tanto, un gran efecto de resorte con una pequeña necesidad de espacio.

De manera ventajosa, según una variante según la invención está previsto que el elemento de resorte de flexión presente al menos dos secciones de curvatura separadas entre sí por una sección longitudinal y curvadas en diferentes direcciones, de modo que el plano central presenta un desarrollo en forma de S a lo largo de estas dos secciones de curvatura. Los elementos de resorte de flexión con al menos una sección de resorte configurada en forma de S y en particular los elementos de resorte de flexión con dos o más secciones de resorte en forma de S configuradas adyacentes entre sí permiten una combinación especialmente ventajosa para muchos casos de aplicación de una alta fuerza de resorte con una necesidad de espacio lo más pequeña posible. Varios elementos de resorte de flexión similares o iguales constructivamente se pueden combinar para formar un dispositivo de resorte de flexión que combina propiedades de resorte ventajosas con una alta resistencia a las influencias ambientales y con un bajo peso propio. Por lo tanto, un elemento de resorte de flexión según la invención o un dispositivo de resorte de flexión combinado de varios elementos de resorte de flexión también es adecuado, y de manera especial, para el uso como elemento de resorte en vehículos de motor.

Las capas funcionales presentan propiedades especialmente ventajosas cuando el primer material compuesto plástico de fibras de las dos capas funcionales presenta fibras orientadas unidireccionalmente en la dirección longitudinal del elemento de resorte de flexión. Gracias a las fibras orientadas unidireccionalmente y orientadas en la dirección longitudinal, las capas funcionales pueden absorber fuerzas de tracción y compresión especialmente altas. A este respecto, las capas funcionales pueden presentar fibras o haces de fibras que discurren en paralelo a la dirección longitudinal o que discurren preferentemente con un ángulo agudo con respecto a la dirección longitudinal. Las fibras adecuadas pueden ser, por ejemplo, fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras cerámicas, fibras de basalto, fibras metálicas o también fibras naturales. Un material de matriz adecuado puede ser un material plástico adaptado a las fibras respectivas, tal como, por ejemplo, un durómero, elastómero o termoplástico adecuado. El elemento de ampliación de distancia puede presentar fibras iguales o fabricadas de un material diferente a las capas funcionales.

Opcionalmente está previsto que el primer material compuesto plástico de fibras presente fibras, cuya longitud se extiende en dirección longitudinal sobre todo el elemento de resorte de flexión. De este modo, por las fibras casi sin fin se distribuye una sollicitación de tracción o compresión que actúa sobre las capas funcionales a lo largo de todo el elemento de resorte de flexión, con lo que se reduce un peligro de rotura en caso de una sollicitación excesiva.

A continuación, se explica con más detalle un ejemplo de realización a modo de ejemplo, que está representado esquemáticamente en el dibujo. Muestra:

Figura 1 una vista en sección esquemática de un elemento de resorte de flexión con un desarrollo en forma de meandro con varias secciones de curvatura y secciones longitudinales,
Figura 2 una vista en sección esquemática del elemento de resorte de flexión mostrado en la figura 1 a lo largo de una línea II-II en la figura 1,
Figura 3 una vista en sección esquemática del elemento de resorte de flexión mostrado en la figura 1 a lo largo de una línea III-III en la figura 1,
Figura 4 una representación esquemática de una vista en sección de una sección longitudinal de un elemento de resorte de flexión según la invención durante el prensado en un molde de herramienta,
Figura 5 una vista en sección esquemática de un elemento de resorte de flexión configurado de forma diferente con varias secciones de curvatura y secciones longitudinales, donde en las secciones de curvatura está dispuesto respectivamente un elemento de ampliación de distancia que aumenta un grosor del elemento de resorte de flexión medido transversalmente a la dirección longitudinal dentro de la sección de curvatura en cuestión, y
Figura 6 una vista en sección esquemática del elemento de resorte de flexión mostrado en la figura 5 a lo largo de una línea VI-VI en la figura 5.

Un elemento de resorte flexible 1 representado en las figuras 1 a 3 en diferentes vistas presenta dos capas funcionales 2, 3, cada una de las cuales está fabricada de un primer material compuesto plástico de fibras 4. En las dos capas funcionales 2, 3 están dispuestas en cada caso fibras de resorte de flexión 5 sin fin en un material de matriz 6 de plástico, de modo que las fibras de resorte de flexión 5 se extienden en una dirección longitudinal 7 a lo largo de todo el elemento de resorte de flexión 1. En la figura 1 están representadas para la aclaración solo algunas fibras de resorte de flexión 5 y solo a través de una sección corta en la dirección longitudinal 7. La dirección longitudinal 7 corresponde al desarrollo de un plano central 8, que discurre entre dos lados exteriores 9, 10 dirigidos hacia el exterior de las dos capas funcionales 2, 3 respectivamente a la misma distancia con respecto a los dos lados exteriores 9, 10. En el ejemplo de realización representado a modo de ejemplo, el desarrollo del plano central 8 también corresponde al desarrollo de una fibra neutra, que no se carga en cada caso transversalmente a la dirección longitudinal 7 en ambas zonas finales 11, 12 del elemento de resorte de flexión 1 cuando se aplica una fuerza F según lo previsto.

El plano central 8 presenta un desarrollo en forma de meandro. El elemento de resorte de flexión 1 presenta tres secciones de curvatura 13 con un desarrollo curvado que varía aproximadamente 180°, que están dispuestas respectivamente entre dos secciones longitudinales 14. Las dos zonas finales 11, 12 están formadas respectivamente por una sección longitudinal 14, en la que el elemento de resorte de flexión 1 presenta un desarrollo aproximadamente rectilíneo o muy plano y solo algo en forma de S del plano central 8. Entre las tres secciones de curvatura 13 está configurada igualmente una sección longitudinal 14, en la que el plano central 8 discurre aproximadamente de forma rectilínea o algo en forma de S y presenta una inversión de curvatura de una primera sección de curvatura 13 a una segunda sección de curvatura 13 adyacente.

Las fibras de resorte de flexión 5 embebidas en el material de matriz 6 de las capas funcionales 2, 3 discurren esencialmente en paralelo a los respectivos lados exteriores 9, 10 de la capa funcional 2, 3 en cuestión y se extienden en la dirección longitudinal 7 sobre todo el elemento de resorte de flexión 1. Por consiguiente, en las vistas en sección representadas en las figuras 2 y 3, la orientación de las fibras individuales 5 es perpendicular al plano de representación y discurre en la vista en sección representada en la figura 1 dentro del plano de representación. Las

5 fibras de resorte de flexión 5 se solicitan a presión en caso de una fuerza F que actúa según lo previsto sobre el elemento de resorte de flexión esencialmente a lo largo de las secciones de lado exterior 15 dirigidas hacia fuera en la sección de curvatura 13 respectiva y a lo largo de las secciones de lado exterior 16 dirigidas hacia dentro en la sección de curvatura 13. Cuanto más cerca estén dispuestas las fibras de resorte de flexión 5 en los respectivos lados

10 En las secciones longitudinales 14 está dispuesta respectivamente una capa de evacuación de material de matriz 17 entre las dos capas funcionales 2, 3 en la zona del plano central 8. La capa de evacuación de material de matriz 17 se compone de una capa de no tejido de menos de 1 mm de grosor con un peso por unidad de superficie de aproximadamente 100 g/mm². La capa de no tejido se compone de una malla solidificada de fibras de capa de evacuación 18, que se distribuyen uniformemente en la capa de no tejido y están orientadas discurriendo de forma no direccional e isotrópica o enredada y no rectilínea. En las figuras, para mayor claridad, la capa de evacuación de material de matriz 17 no está representada a escala y es claramente más gruesa.

15 En la figura 2 está representada una vista en sección a través de una sección de curvatura 13 del elemento de resorte de flexión 1. Las dos capas funcionales 2, 3 no están separadas entre sí, sino que están configuradas en una sola pieza y sin superficie límite entre sí, de modo que el elemento de resorte de flexión 1 en la sección de curvatura 13 se compone de un material compuesto de fibras configurado homogéneamente, donde las fibras de resorte de flexión 5 está orientadas perpendicularmente al plano de representación.

20 En la figura 2 está representada una vista en sección a través de una sección longitudinal 14 del elemento de resorte de flexión 1. Entre las dos capas funcionales 2, 3 está dispuesta la capa de evacuación de matriz de material 17 o la capa de no tejido. Las fibras de capa de evacuación individuales 18 discurren de forma enredada y no direccional dentro de la capa de evacuación de material de matriz 17.

30 Para fabricar el elemento de resorte de flexión 1 según la invención se insertan para cada capa funcional 2, 3 un número de productos preimpregnados con fibras de resorte de flexión 5 sin fin orientadas unidireccionalmente en la dirección longitudinal 7 en una parte inferior 19 configurada en forma de U de un molde de herramienta 20. Entre las dos capas funcionales 2, 3 se inserta y dispone la capa de evacuación de material de matriz 17. Para prensar el elemento de resorte de flexión 1 se introduce un punzón de presión 21 del molde de herramienta 20 en la parte inferior 19 y el elemento de resorte de flexión 1 se comprime entre el punzón de presión 21 y la parte inferior 19 del molde de herramienta 20. Durante un proceso de endurecimiento, el material de matriz 6 inicialmente líquido, generalmente una resina adecuada, se solidifica y endurece para formar el elemento de resorte de flexión 1 con las propiedades

35 deseadas. El material de matriz 6 todavía fluido se aspira en primer lugar por la capa de evacuación de material de matriz 17. Mediante el prensado fluye material de matriz adicional 6 a la capa de evacuación de material de matriz 17. Dado que el material de matriz 6 puede fluir dentro de la capa de evacuación de material de matriz transversalmente a la dirección longitudinal 7 y, por lo tanto, en la figura 4 en una dirección en el plano de representación de forma especialmente rápida y con una resistencia al flujo comparativamente baja, el material de matriz 6 fluye lateralmente fuera de la capa de evacuación de material de matriz 17 a medida que aumenta la presión de prensado y se presiona fuera del molde de herramienta 20 a través de un intersticio entre el punzón de presión 21 y la parte inferior circundante 19 del molde de herramienta 20, como se indica mediante las flechas en la figura 4. En este caso, debido a la capa de evacuación de material de matriz 17 dispuesta solo allí, dentro de las secciones longitudinales 14 se extrae y evacúa lateralmente

45 significativamente más material de matriz 6 que dentro de las secciones de curvatura 13. La proporción en volumen restante del material de matriz 6 es, por lo tanto, menor en las secciones longitudinales 14 que en las secciones de curvatura 13. De este modo, la proporción en volumen de las fibras de resorte de flexión 5 en las secciones de curvatura 13 es menor que en las secciones longitudinales 14.

50 En el ejemplo de realización representado en la figura 5 solo esquemáticamente de un elemento de resorte de flexión 1 configurado de forma diferente con varias secciones de curvatura 13 y secciones longitudinales 14, en las secciones de curvatura 13 está dispuesto respectivamente un elemento de ampliación de distancia 22, que aumenta un grosor del elemento de resorte de flexión 1 medido transversalmente a la dirección longitudinal 7 dentro de la sección de curvatura 13 en cuestión. El elemento de ampliación de distancia 22 provoca una mayor distancia entre las secciones de lado exterior 15 orientadas hacia fuera y las secciones de lado exterior 16 orientadas hacia dentro de las dos capas funcionales 2, 3 dentro de las secciones de curvatura 13 y provoca de este modo propiedades de resorte ventajosas del elemento de resorte de flexión 1 en la zona de la sección de curvatura 13 en cuestión.

60 Los elementos de ampliación de distancia 22 presentan una conformación aproximadamente en forma de hoz. A este respecto, el elemento de ampliación de distancia 22 dispuesto en la respectiva sección de curvatura 13 entre las dos

capas funcionales 2, 3 presenta según la invención en la dirección longitudinal 7 un grosor que cambia continuamente, de modo que el elemento de ampliación de distancia 22 a partir de un primer extremo que sale en punta se vuelve continuamente más grueso y presenta en una zona central un grosor máximo para estrecharse progresivamente hacia el segundo extremo opuesto y volver a salir en punta. De esta manera, se pueden evitar cambios de espesor bruscos en el elemento de resorte de flexión 1, que, según la experiencia, pueden conducir a picos de carga y a menudo a una sollicitación muy alta y eventualmente excesiva durante el uso previsto del elemento de resorte de flexión 1. Los dos elementos de ampliación de distancia 22 no tienen que estar configurados necesariamente simétricos con respecto al plano central 8.

- 10 Cada uno de los elementos de ampliación de distancia 22 está fabricado de un segundo material compuesto plástico de fibras 23. El segundo material compuesto plástico de fibras 23 presenta el mismo material de matriz 6 que el primer material compuesto plástico de fibras 4, de modo que los elementos de ampliación de distancia 22 se conectar por adherencia de material y de forma homogénea con las dos capas funcionales adyacentes 2, 3, sin que se configuren interfaces que puedan afectar a la resistencia mecánica del elemento de resorte de flexión 1 entre los elementos de ampliación de distancia 22 y las capas funcionales adyacentes 2, 3.

- Las vistas en sección II-II y III-III incorporadas en la figura 5 corresponden a las vistas en sección representadas en las figuras 2 y 3. En la figura 6 está representada una vista en sección VI-VI en una sección de curvatura 13 con un elemento de ampliación de distancia 22 embebido en ella a lo largo de una línea de corte VI-VI en la figura 5. En el material de matriz 6 del segundo material compuesto plástico de fibras 23 están dispuestas fibras cortas 24 con una longitud preferiblemente uniforme entre 1 mm y 5 mm. Las fibras cortas 24 están orientadas de forma no direccional en los elementos de ampliación de distancia 22, de modo que existe una distribución esencialmente homogénea y una distribución orientada en todas las direcciones de las fibras cortas 23 en el material de matriz 6 del segundo material compuesto plástico de fibras 23.

- 25 Las dimensiones de los elementos de ampliación de distancia 22 están dimensionadas en particular con respecto al espesor respectivo transversalmente al desarrollo del plano central 8 de modo que el elemento de resorte de flexión 1 presenta propiedades de resorte ventajosas dentro de la zona prevista de la acción de fuerza que se produce habitualmente y se excluye en la medida de lo posible un daño del elemento de resorte de flexión 1. Al mismo tiempo, las capas funcionales 2, 3 también están dimensionadas de modo que es posible un uso previsto del elemento de resorte de flexión 1 durante el período de uso previsto y, sin embargo, se utiliza el menor material posible para las capas funcionales 2, 3 y los elementos de ampliación de distancia 22, de modo que el elemento de resorte de flexión 1 según la invención presenta propiedades de resorte ventajosas con un peso propio especialmente bajo.

REIVINDICACIONES

1. Elemento de resorte de flexión (1) de un material compuesto plástico de fibras (4, 23), donde el elemento de resorte de flexión (1) presenta en dos lados (9, 10) opuestos entre sí de un plano central en cada caso una capa funcional (2, 3) de un material compuesto plástico de fibras (4), donde las fibras de resorte de flexión (5) están orientadas dentro de la respectiva capa funcional (2, 3) al menos en grupos en paralelo entre sí y discurren a lo largo de una dirección longitudinal (7) del elemento de resorte de flexión, donde el elemento de resorte de flexión (1) presenta al menos una sección de curvatura (13), en la que el plano central (8) del elemento de resorte de flexión descargado (1) que discurre entre las dos capas funcionales (2, 3) discurre en la dirección longitudinal (7) del elemento de resorte de flexión (1) de forma curvada en más de 90°, donde el elemento de resorte de flexión (1) presenta al menos una sección longitudinal (14), en la que el plano central (8) del elemento de resorte de flexión descargado (1) no presenta ninguna curvatura apreciable o una inversión de curvatura, y donde en una desviación según lo previsto del elemento de resorte de flexión (1) se somete a tracción una sección de capa funcional (15) dispuesta dirigida hacia fuera en la sección de curvatura (13) y se somete a compresión una sección de capa funcional (16) opuesta y dirigida hacia dentro en la sección de curvatura (13), **caracterizado porque** el elemento de resorte de flexión (1) presenta en la al menos una sección longitudinal (14) al menos una capa de evacuación de material de matriz (17) que discurre en paralelo a las dos capas funcionales (2, 3) y en la dirección longitudinal (7), que presenta al menos una proporción de fibras de capa de evacuación (18) que están orientadas de manera diferente de la dirección longitudinal (7) del elemento de resorte de flexión (1), y **porque** dentro de la al menos una sección de curvatura (13), una primera proporción en volumen de fibras de resorte de flexión (5) en las capas funcionales (2, 3) es menor, preferentemente en varios % menor que una segunda proporción en volumen de fibras de resorte de flexión (5) en las capas funcionales (2, 3) dentro de la al menos una sección longitudinal (14).
2. Elemento de resorte de flexión (1) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la primera proporción en volumen de fibras de resorte de flexión (5) en la al menos una sección de curvatura (13) es menor del 55, preferentemente menor del 52%, y **porque** la segunda proporción en volumen de fibras de resorte de flexión (5) en la al menos una sección longitudinal (14) es mayor del 55%, preferentemente mayor del 58%.
3. Elemento de resorte de flexión (1) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **caracterizado porque** la capa de evacuación de material de matriz (17) presenta fibras de capa de evacuación (18) que están orientadas en dos o más direcciones que discurren con un ángulo entre sí, donde una orientación promediada de las fibras de capa de evacuación (18) están orientadas en la dirección longitudinal (7) del elemento de resorte de flexión (5).
4. Elemento de resorte de flexión (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la capa de evacuación de material de matriz (17) presenta fibras de capa de evacuación (18) que están orientadas en dos direcciones de fibras de capa de evacuación orientadas con un ángulo de 90° una respecto a la otra.
5. Elemento de resorte de flexión (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** las fibras de capa de evacuación (18) en la capa de evacuación de material de matriz (17) presentan una orientación isotrópica.
6. Elemento de resorte de flexión (1) según la reivindicación 3, **caracterizado porque** la capa de evacuación de material de matriz (17) presenta un material no tejido.
7. Elemento de resorte de flexión (1) según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el material no tejido presenta un peso por unidad de superficie de menos de 200 g/m², preferentemente de menos de 120 g/mm² y especialmente preferentemente de menos de 80 g/mm².
8. Elemento de resorte de flexión (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** una longitud media de las fibras de capa de evacuación (18) en la capa de evacuación de material de matriz (17) es menor que una anchura del elemento de resorte de flexión (1) medida transversalmente a la dirección longitudinal (7).
9. Elemento de resorte de flexión (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el elemento de resorte de flexión (1) presenta en la al menos una sección de curvatura (13) un elemento de ampliación de distancia (22) dispuesto entre las dos capas funcionales (2, 3) de un material diferente a las dos capas funcionales (2, 3).
10. Elemento de resorte de flexión (1) según la reivindicación 9, **caracterizado porque** el material del elemento de ampliación de distancia (22) es un segundo material compuesto plástico de fibras (23) con fibras (24), cuya longitud es en cada caso menor de 30 mm, preferentemente menor de 10 mm y especialmente preferentemente menor de 1 mm.

11. Elemento de resorte de flexión (1) según la reivindicación 10, **caracterizado porque** las fibras (24) están dispuestas de forma no direccional en el segundo material compuesto plástico de fibras (23).

12. Elemento de resorte de flexión (1) según la reivindicación 10 o la reivindicación 11, **caracterizado porque** el
5 segundo material compuesto plástico de fibras (23) presenta un material de matriz (6) que coincide con las dos capas funcionales (2, 3).

13. Elemento de resorte de flexión (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el
10 plano central (8) presenta en la al menos una sección de curvatura (13) del elemento de resorte de flexión (1) un cambio de dirección de más de 90°, preferentemente de más de 150° y especialmente preferentemente de aproximadamente 180°.

14. Elemento de resorte de flexión (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el
15 elemento de resorte de flexión (1) presenta al menos dos secciones de curvatura (13) separadas entre sí por una sección longitudinal (14) y curvadas en diferentes direcciones, de modo que el plano central (8) presenta un desarrollo en forma de S a través de estas dos secciones de curvatura (13).

15. Elemento de resorte de flexión (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el
20 primer material compuesto plástico de fibras (4) de las dos capas funcionales (2, 3) presenta fibras de resorte de flexión (5) orientadas unidireccionalmente en la dirección longitudinal (7) del elemento de resorte de flexión (1).

16. Elemento de resorte de flexión (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el
primer material compuesto de plástico de fibras (4) presenta fibras de resorte de flexión (5) cuya longitud se extiende en dirección longitudinal (7) a lo largo de todo el elemento de resorte de flexión (1).

25

FIG 1

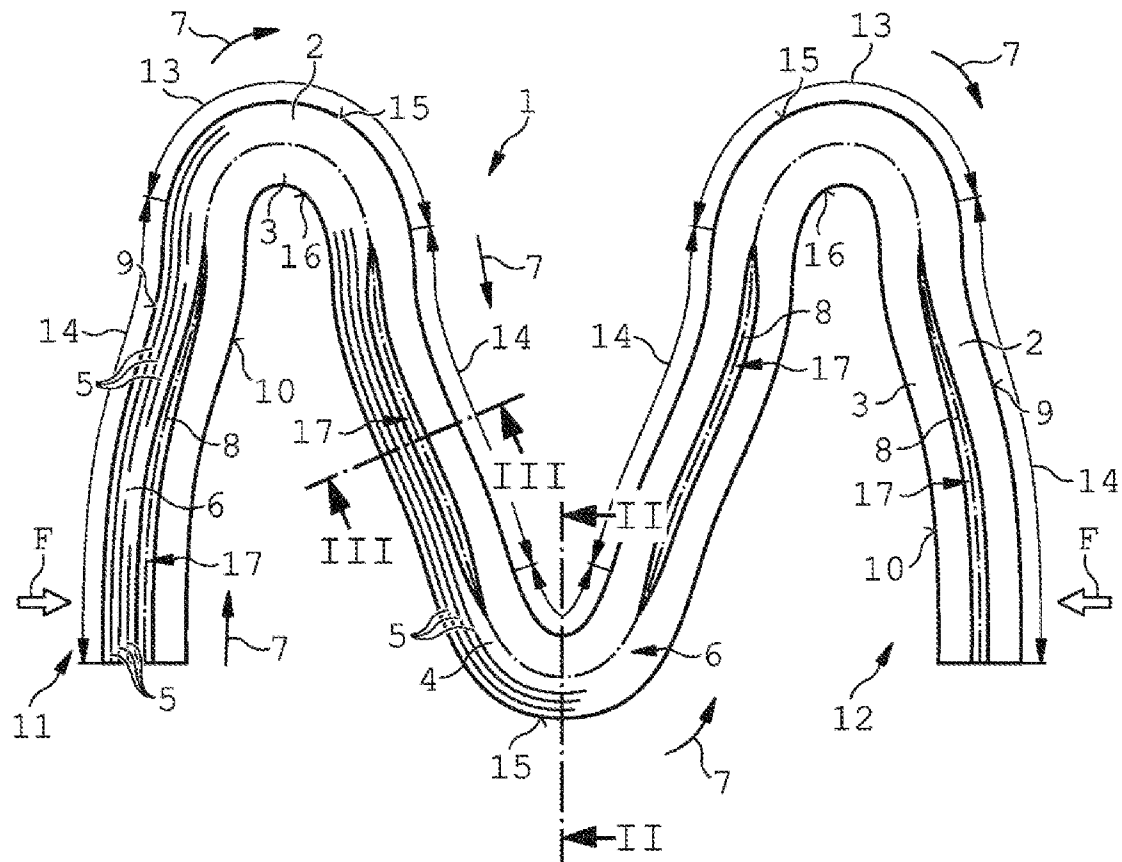


FIG 2

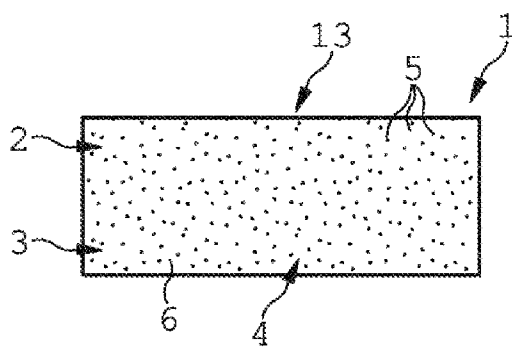


FIG 3

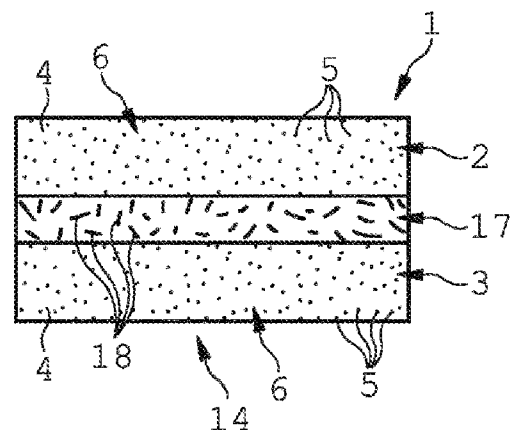


FIG 4

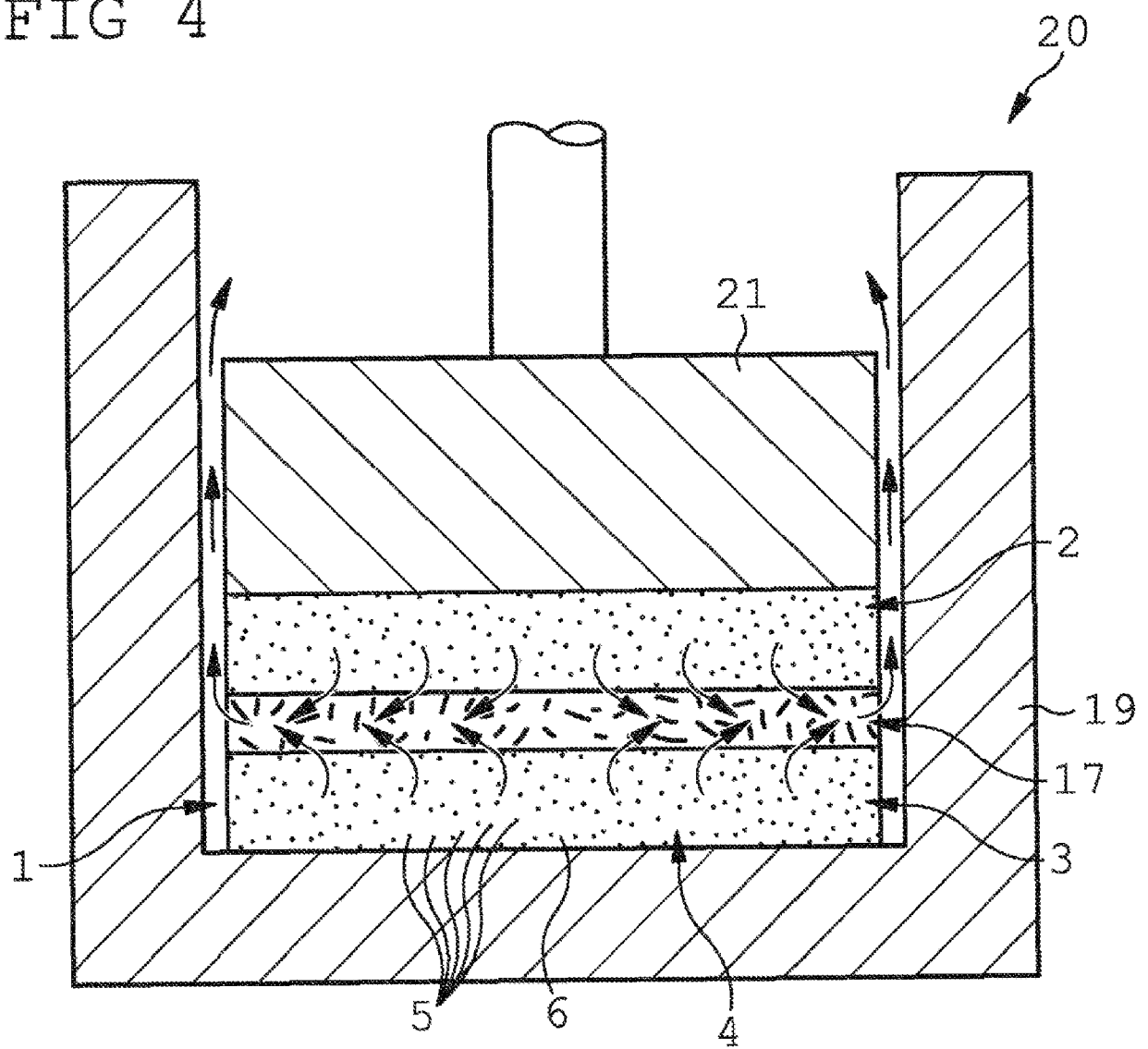


FIG 5

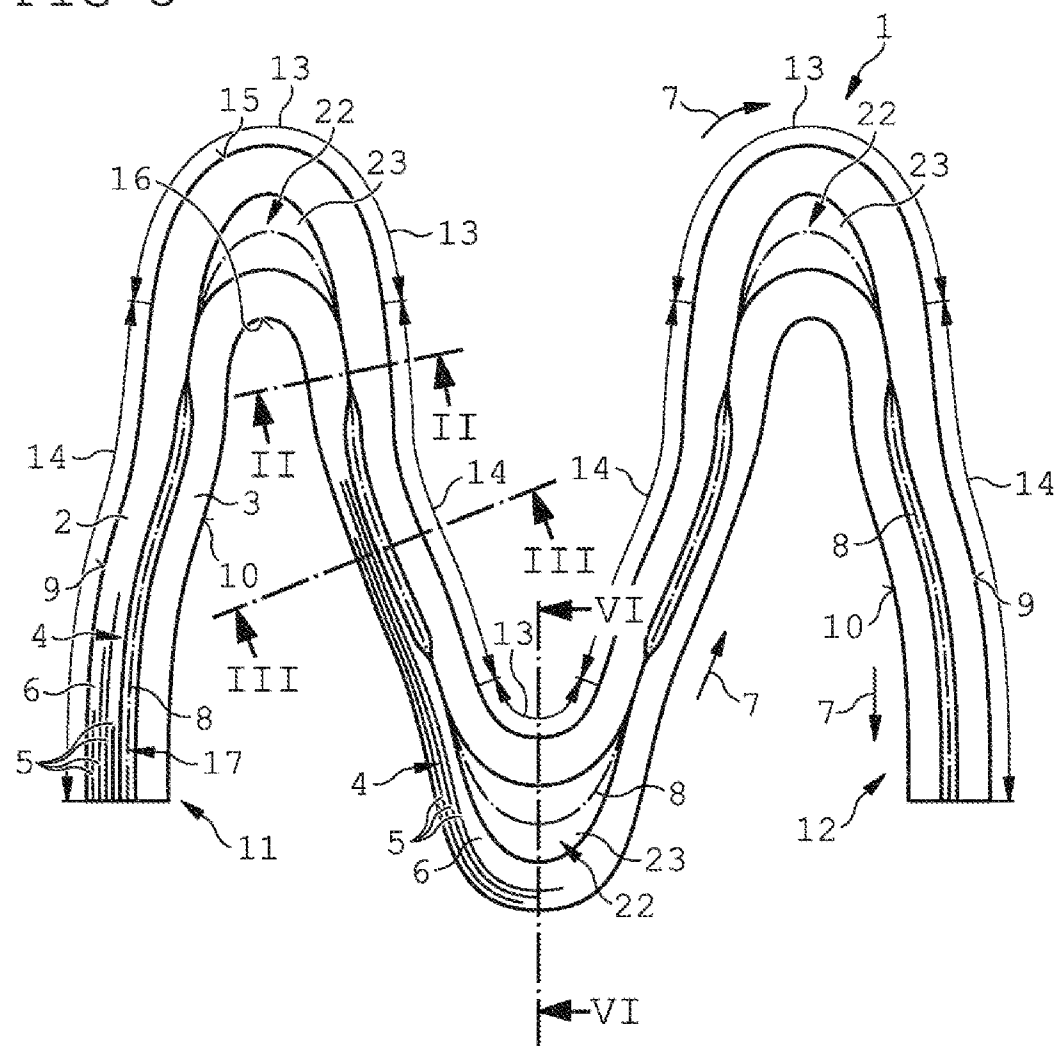


FIG 6

