



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 273 080**

51 Int. Cl.:
B60R 19/03 (2006.01)
B60R 19/18 (2006.01)
D07B 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03796012 .7**
86 Fecha de presentación : **12.11.2003**
87 Número de publicación de la solicitud: **1565351**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **24.08.2005**

54 Título: **Viga de impacto que comprende elementos alargados de metal.**

30 Prioridad: **28.11.2002 EP 02102661**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2007

73 Titular/es: **N.V. BEKAERT S.A.**
Bekaertstraat 2
8550 Zwevegem, BE

72 Inventor/es: **Joosten, Danny y**
Lokere, Erwin

74 Agente: **Justo Vázquez, Jorge Miguel de**

ES 2 273 080 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).

ES 2 273 080 T3

DESCRIPCIÓN

Viga de impacto que comprende elementos alargados de metal.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a vigas de impacto que comprenden una matriz de polímero y una estructura de refuerzo de metal.

10 **Antecedentes de la invención**

Las vigas de impacto conocidas actualmente comprenden una matriz de polímero, reforzada con fibras de vidrio u otras fibras de polímero.

15 Una viga de impacto también puede comprender partes de metal, habitualmente en los sitios donde la viga de impacto recibe carga de compresión durante el impacto. El documento US-A-5290079 da un ejemplo de tal viga de impacto. En el documento US-A-5290079 la viga de impacto también comprende una malla de alambre tejido, que ha de mejorar la ductilidad y flexibilidad de la viga de impacto. El documento US 4278726 divulga un amortiguador de choques, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, que puede ser perfilado. El amortiguador de choques
20 comprende cordones de acero revestidos con latón empotrados en una tira de caucho.

Las vigas de impacto conocidas actualmente en general tienen la desventaja de que tienden a romperse en partes en el lugar de impacto, o esparcirse en varias partículas pequeñas que se proyectan hacia objetos que están en la periferia de la viga de impacto. Esto puede causar un daño adicional a objetos subyacentes.

25 Adicionalmente, hay una tendencia a que sea absorbida más energía de impacto por volumen de la viga de impacto, o hacia una reducción de volumen y posible precio de una viga de impacto, que es capaz de absorber la misma cantidad de energía de impacto.

30 **Sumario de la invención**

Es un objetivo de la presente invención proporcionar una viga de impacto, que tiene una posibilidad reducida de desintegración o esparcimiento durante el impacto, mientras que es capaz de absorber una cantidad aumentada de energía de impacto.

35 Se encontró que tal viga de impacto se obtiene cuando se proporciona una viga de impacto que comprende una matriz de polímero y una estructura de refuerzo de metal, que a su vez comprende al menos un elemento alargado de metal. Este elemento alargado de metal, por ejemplo un alambre de metal, un cordón de metal, un cable de metal, una cuerda de metal, un haz de alambres de metal o un alambre perfilado de metal, una tira de metal o placa de metal,
40 posiblemente una tira o placa perforada de metal. De acuerdo con la invención, este elemento alargado de metal tiene un alargamiento plástico de rotura de más de 3%, más preferiblemente más de 5% o incluso más de 10%.

Preferiblemente, el elemento alargado de metal tiene un alargamiento plástico y elástico de rotura de más de 10% o incluso más de 15% o más de 20%. Tal alargamiento plástico y elástico alto se obtiene preferiblemente usando aleaciones de metal dúctil, tales como preferiblemente aleaciones de acero bajas en carbono. Las aleaciones de acero bajas en carbono se han de entender como aleaciones que comprenden un equilibrio de Fe y menos de 0,7% de C, más preferiblemente menos de 0,5% de C.

El elemento alargado de metal tiene una resistencia a la tracción de menos de 2000 MPa, o incluso menos de 1500
50 MPa o menos de 1000 MPa.

Cada elemento alargado de metal tiene preferiblemente una sección transversal que tiene un área de sección transversal de más de $7,9 \cdot 10^{-3}$ mm², más preferiblemente más de 10^{-2} mm² o incluso más de $2 \cdot 10^{-2}$ mm².

55 La suma del alargamiento “plástico” y “elástico” usada aquí se ha de entender como el alargamiento total del elemento alargado de metal, medido en su diagrama de alargamiento-carga, menos un posible alargamiento “estructural”.

Como se conoce generalmente en la técnica, la curva de alargamiento-carga de un elemento de metal se caracteriza por una zona de alargamiento elástico que precede a una zona de alargamiento plástico.

60 La zona de alargamiento elástico está limitada en su extremo inferior por el origen de la curva (siendo el alargamiento 0%), y en su lado superior por el alargamiento en el límite de elasticidad de la curva. Este límite de elasticidad, también conocido como $R_{p0,2}$, se define como la resistencia a la tracción de la intersección de la curva de alargamiento-carga con una línea que tiene una pendiente igual al módulo de elasticidad E del metal y una intersección con la abscisa en 0,2% de alargamiento.
65

La zona de alargamiento plástico está limitada en su lado inferior por el límite superior de la zona de alargamiento, y en su lado superior por el alargamiento de rotura del elemento de metal.

ES 2 273 080 T3

Posiblemente, el elemento de metal puede tener una tercera zona de alargamiento, que es una “zona de alargamiento estructural” que ocurre en el alargamiento y la carga más baja, antes de la zona de alargamiento elástico. En tal caso, la zona de alargamiento estructural está limitada en su extremo inferior por el origen de la curva (siendo el alargamiento 0%) y en su extremo superior por el alargamiento en la intersección de la abscisa con la línea de acuerdo con la ley de Young. En esta situación, la zona de alargamiento elástico está limitada en su extremo inferior por el alargamiento en la intersección de la abscisa con la línea de acuerdo con la ley de Young, y en su lado superior por el alargamiento en el límite de elasticidad de la curva. Este límite de elasticidad, también conocido como $R_{p0,2}$, se define como la resistencia a la tracción de la intersección de la curva de alargamiento-carga con una línea que tiene una pendiente igual al módulo de elasticidad E del metal y una intersección con la abscisa en 0,2% de alargamiento añadido al alargamiento en la intersección de la abscisa con la línea de acuerdo con la ley de Young.

La línea de acuerdo con la ley de Young se define como

$$(\sigma = E \cdot \varepsilon)$$

siendo E el módulo E de la zona de alargamiento elástico del diagrama de alargamiento-carga, como se conoce generalmente en la técnica. La línea está dibujada de tal manera que la anomalía de la línea con la parte recta de la zona de alargamiento elástico es mínima. En caso de que no esté presente un alargamiento estructural, esta línea cruza la abscisa en el origen de la curva.

El alargamiento estructural, si es que lo hay, es resultado de, por ejemplo:

- la construcción de cordón, cable o cuerda, en caso de que el elemento alargado de metal sea un cordón, cable o cuerda, en caso de que esta construcción permita que los filamentos del cordón, cable o cuerda se muevan unos con relación a otros durante la carga de tracción;

- posible preformación, por ejemplo corrugación, dada al propio elemento alargado de metal;

- posible preformación dada a los filamentos de metal comprendidos en el elemento alargado de metal, en caso de que el elemento alargado de metal sea una construcción de cordón, cable o cuerda.

La existencia de tales medios para obtener deformación estructural y alargamiento estructural, puede servir de ayuda para mejorar la deformación de la estructura de refuerzo de metal durante la producción de vigas de impacto. Adicionalmente, la preformación puede mejorar el anclaje mecánico de la matriz de polímero y la estructura de refuerzo de metal.

Se prefiere que el límite de elasticidad $R_{p0,2}$ sea mayor que 0,85 veces R_M , siendo R_M la resistencia a la tracción de fractura del elemento alargado de metal. Más preferiblemente, $R_{p0,2}$ está en el intervalo de $0,85 \cdot R_M$ a R_M . Preferiblemente, el módulo de elasticidad de los elementos alargados de metal es mayor que el módulo de elasticidad de la matriz de polímero, más preferiblemente el módulo de elasticidad del elemento alargado de metal es mayor de 60 GPa o incluso más de 200 GPa.

La estructura de refuerzo de metal comprende al menos uno, pero preferiblemente más de un elemento alargado de metal. Estos elementos alargados de metal pueden ser esencialmente paralelos entre sí. En caso de que los elementos alargados de metal sean alambres de metal, cordones de metal, cables de metal, cuerdas de metal, haces de alambres de metal, alambres perfilados de metal o tiras de metal, los elementos alargados de metal se pueden incorporar en una estructura de refuerzo de metal que es una estructura tricotada, trenzada o tejida, que puede comprender otros elementos tales como hebras de polímero o de vidrio, junto a los elementos alargados de metal.

En caso de que los elementos alargados de metal sean placas de metal, las placas de metal están preferiblemente perforadas o hechas del llamado metal de estiramiento, con el fin de asegurar un buen anclaje entre la matriz de polímero y la estructura de refuerzo de metal.

Posiblemente una malla soldada está provista usando un elemento alargado de metal. Alternativamente, uno o varios elementos alargados de metal en primer lugar se pueden recubrir con una capa de polímero, y se pueden estratificar uno al otro proporcionando una estructura en forma de malla que tiene elementos alargados de metal en dos direcciones diferentes, cruzándose entre sí siempre en el mismo lado del estratificado, o alternando a ambos lados del estratificado.

Preferiblemente, esta estructura de refuerzo de metal está presente en los lugares en la viga de impacto que están sometidos a cargas de tracción durante el impacto, estando el lado opuesto de la superficie de la viga de impacto, que está sometido a la fuerza de impacto.

Se encontró que, cuando se usan elementos alargados de metal para proporcionar una viga de impacto de acuerdo con el objeto de la invención, la cantidad de energía de impacto que puede ser absorbida por la viga de impacto en su totalidad, y la estructura de refuerzo de metal en particular, es suficiente para proteger la estructura subyacente. El gran alargamiento plástico de los elementos alargados de metal permite, sin embargo, que la viga de impacto

se pandee en mayor medida. Esta extensión mayor causa una fuerza de compresión menos alta en el material de polímero cerca del punto de impacto. Ya que estas fuerzas de compresión en el punto de impacto provocan la rotura de polímero y el esparcimiento del material de polímero, la integridad de la viga de impacto de acuerdo con el objeto de la invención durante el impacto se mejora significativamente, ya que las fuerzas de compresión se reducen debido al mayor alargamiento del elemento alargado de metal.

Adicionalmente, debido a esta mayor extensión de la estructura de refuerzo de metal y elementos alargados de metal, los elementos alargados de metal se dirigen en mayor medida en la dirección del impacto. Esto tiene como resultado una carga más importante de los elementos alargados de metal en dirección axial comparado con las vigas de impacto que comprenden un elemento alargado de metal que tiene un alargamiento pequeño de rotura pero una mayor resistencia a la tracción.

Finalmente, la resistencia a la tracción del elemento alargado de metal está limitada a menos de 2000 MPa. De tal manera, el nivel de deceleración del objeto en el que está montada la viga de impacto, durante el impacto en la viga de impacto, está limitado a niveles aceptables, mientras que todavía se proporciona suficiente rigidez a la viga de impacto y se proporciona suficiente capacidad de absorción de impacto a la viga de impacto. Combinado con un módulo de elasticidad significativamente alto del elemento alargado de metal, por ejemplo mayor de 200 GPa, se puede maximizar la energía absorbida.

Una viga de impacto de acuerdo con el objeto de la invención comprende adicionalmente una matriz de polímero, preferiblemente elegida de entre el grupo de polímeros semicristalinos termoplásticos tales como polipropileno, poliamida, poliéster, poli(tereftalato de etileno), poli(tereftalato de buteno) así como mezclas de estos materiales, o elastómeros termoplásticos, por ejemplo elastómeros termoplásticos con base de poliamida o poliolefina tales como poliesteramidas, polieteresteramidas, policarbonatoesteramidas o poliéter-bloque-amidas o polímeros termofijados, por ejemplo poliéster, epoxi, viniléster, fenol, polímeros termofijados con base de melamina.

La matriz de polímero puede comprender adicionalmente fibras de C o de vidrio y/o cargas minerales para reforzar la capa de volumen. Las fibras pueden ser aleatorias, uni-, bi- o multidireccionales, cortadas o una combinación de ellas. El alargamiento plástico de la matriz de polímero puede estar limitado a sólo 4% añadiendo tales fibras o cargas.

Posiblemente, los elementos alargados de metal primero se laminan o se extruden con una capa de polímero, de aquí en adelante denominada "capa de empotrado". El material de polímero de la capa de empotrado es elegido preferiblemente de entre el grupo de polímeros semicristalinos termoplásticos tales como polipropileno, poliamida, poliéster, poli(tereftalato de etileno), poli(tereftalato de buteno) así como mezclas de estos materiales, o elastómeros termoplásticos, por ejemplo elastómeros termoplásticos con base de poliamida o poliolefina tales como poliesteramidas, polieteresteramidas, policarbonatoesteramidas o poliéter-bloque-amidas.

Preferiblemente, la forma de la viga de impacto, las propiedades de la matriz de polímero y de los elementos alargados de metal se sintonizan con el fin de maximizar la energía de impacto absorbida.

Una viga de impacto de acuerdo con el objeto de la invención se puede usar, por ejemplo, como parte de una carrocería de vehículos, por ejemplo para soportar parachoques blandos de vehículos tales como coches, autobuses o camiones. También se pueden usar para mejorar la resistencia de impacto otros elementos de la carrocería del vehículo para fuerzas de impacto. La viga de impacto de acuerdo con el objeto de la invención se puede usar para hacer, por ejemplo, las puertas, el bastidor, el capó o el portón de maletero y/o travesaños más resistentes al impacto. Una persona experta en la técnica entiende que la forma de las secciones transversales de una viga de impacto de acuerdo con el objeto de la invención, así como la forma exterior de la viga de impacto, se puede ajustar al uso de la viga de impacto.

La viga de impacto de acuerdo con el objeto de la invención absorbe la energía de impacto y protege los otros elementos del vehículo de daños. La viga de impacto de acuerdo con el objeto de la invención también impide que las partículas de la matriz de polímero dañen elementos periféricos del vehículo, ya que se puede asegurar la integridad de la viga de impacto después del impacto.

Las vigas de impacto de acuerdo con el objeto de la invención también se pueden usar para barreras de protección u otras aplicaciones de absorción de impacto.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá ahora con más detalle con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

La figura 1a y la figura 1b muestran esquemáticamente una viga de impacto de acuerdo con el objeto de la invención.

La figura 2a y la figura 2b muestran un sistema de ensayo para medir la energía absorbida bajo la carga de impacto.

La figura 3 muestra una curva de carga-desplazamiento obtenida usando el sistema de ensayo de la figura 2 en una viga de impacto de acuerdo con el objeto de la invención y una viga de impacto sin elementos alargados de metal.

ES 2 273 080 T3

Descripción de las realizaciones preferidas de la invención

Una sección transversal de una viga de impacto de acuerdo con el objeto de la invención se muestra esquemáticamente en la figura 1a y en la figura 1b. La sección transversal es esencialmente un perfil en forma de U que tiene dos patas paralelas 101 y 102 y un lado 103 perpendicular a esas dos patas. La viga de impacto se ha de someter a fuerzas de impacto en el lado 103. En la sección exterior de las patas alejada del lado 103, cada una de las patas tiene una región reforzada 104 y 105, en la que se proporcionan elementos alargados 106 de metal. Como se muestra en la figura 1b, las regiones reforzadas se extienden sobre toda la longitud L de la viga de impacto.

Las dimensiones de la realización se eligieron de tal manera que el volumen acumulado de los elementos alargados de metal es 5,42% del volumen total de la viga de impacto. Como ejemplo:

$$H = 100 \text{ mm}$$

$$D = 100 \text{ mm}$$

$$T1 = T2 = 10 \text{ mm}$$

Los elementos alargados de metal usados se eligen a partir de un llamado acero bajo en carbono que tiene un módulo E de 210 GPa, un alargamiento elástico de 0,26% y un alargamiento plástico de al menos 5%, por ejemplo 8%, y una resistencia a la tracción R_M de 600 MPa. Se proporcionan como alambres individuales, por ejemplo 21 alambres a partir de 2,1 mm de diámetro, o se pueden proporcionar como uno o más cables, que constan de un cierto número de alambres. En el caso de alambres individuales, que no comprenden una ondulación, no se obtiene alargamiento estructural. En caso de que se use un cable de alambres, se puede preferir una construcción de cable abierto con el fin de mejorar el anclaje mecánico del elemento alargado de metal y el material de polímero. Se puede obtener un alargamiento estructural del cable.

Como matriz de polímero, preferiblemente una GMT, que comprende una fibra termoplástica de vidrio, se usa un polímero reforzado. Lo más preferiblemente, el material de polímero es polipropileno. La GMT comprende por ejemplo aproximadamente 30% de fibras de vidrio y tiene un módulo E de 2,5 GPa.

La longitud del perfil en U se eligió que fuese 1400 mm.

Con el fin de comparar la viga de impacto de acuerdo con el objeto de la invención, la viga de impacto como se muestra en la figura 1a y en la figura 1b se compara con una viga de impacto que tiene las mismas dimensiones, pero diferenciándose sólo en el hecho de que no se usan elementos alargados de metal para reforzar. Esta última se denomina de aquí en adelante “viga de impacto no reforzada”.

La viga de impacto está soportada como se muestra en la figura 2a y en la figura 2b. La viga de impacto está soportada en dos puntos 205 por dos soportes 202, estando a una distancia de 1000 mm entre sí. La viga de impacto hace contacto con los soportes 202 en los extremos exteriores 204 de las patas, estando máximamente alejada del lado frontal 206. Una fuerza de impacto, indicada con una flecha 203, se aplica en el centro del lado frontal 206.

Ambas vigas de impacto se someten a un impacto usando una masa de 1500 kg. Se observó que la viga de impacto no reforzada falló usando una velocidad de impacto de 1,44 km/h. El material de polímero falló en los extremos exteriores 204 de las patas de la viga de impacto, debido a una resistencia a la tracción que supera la máxima resistencia a la tracción permisible. Los extremos exteriores 204 de las patas fueron alargados más de 2%, que es el límite de la GMT. La curva de desplazamiento-carga se muestra en la figura 3.

La curva muestra la relación entre la fuerza aplicada F expresada en Newton (en las ordenadas) y el desplazamiento d del lado frontal 206 expresado en mm. Una curva muestra la relación de una viga de impacto no reforzada. La viga de impacto absorbe 120 julios (estando la superficie más allá de la curva 301). En un desplazamiento de 26,5 mm y a una fuerza de aproximadamente 6000 N, la viga de impacto falla ya que la GMT rompe en el lado exterior de las patas, que están sometidas a la máxima carga de tracción.

Una viga de impacto de acuerdo con el objeto de la invención y que tiene las propiedades como de la figura 1 se somete al mismo ensayo. Usando una velocidad de impacto de 2,13 km/h, y una masa de impacto de 1500 kg, la GMT falla cuando el desplazamiento es 20,9 mm a una fuerza de 20000 N. Sin embargo, como se muestra en la figura 3, la superficie bajo la curva 302 de la viga de impacto de acuerdo con el objeto de la invención todavía alcanza una energía absorbida de 262 julios. Ajustando la resistencia a la tracción de los elementos alargados de metal que se usan, se impide un fallo excesivo de la GMT. En este punto, los elementos alargados de metal preferiblemente han alcanzado su $R_{p0,2}$ con el fin de empezar a fluir plásticamente. Para el ejemplo dado, se puede elegir un $R_{p0,2}$ de 500 MPa. Como el $R_{p0,2}/R_M$ es 83,3%, la fuerza de impacto está limitada con el fin de obtener una deceleración aceptable. Esto en combinación con el gran alargamiento plástico de acuerdo con el objeto de la invención de los elementos alargados de metal, siendo más de 3% en esta realización, la energía extra absorbida se puede aumentar significativamente. En total, más de 5250 julios pueden ser absorbidos en un alargamiento plástico de 5%. En tal caso, el desplazamiento es al menos de 240 mm. Esto se muestra en la segunda parte de 303 de la curva 302.

ES 2 273 080 T3

Está claro que, cuando esta viga de impacto se usa, por ejemplo, como viga de parachoques, se mejora la energía que se puede absorber antes de que falle la GMT de la viga de parachoques. Y lo que es más, después del fallo de polímero, la viga de impacto todavía continúa absorbiendo energía, protegiendo así adicionalmente el resto de la construcción de atrás.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 273 080 T3

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una viga de impacto que comprende una matriz de polímero y una estructura de refuerzo de metal, comprendiendo dicha estructura de refuerzo de metal al menos un elemento alargado (106) de metal, **caracterizada** porque dicho elemento alargado de metal tiene un alargamiento plástico de rotura de más de 3%, teniendo dicho elemento alargado de metal una resistencia a la tracción R_M de menos de 2000 MPa.
- 10 2. Una viga de impacto de acuerdo con cualquier reivindicación 1, **caracterizada** porque dicho elemento alargado (106) de metal tiene una resistencia a la tracción de R_M de menos de 1500 MPa.
3. Una viga de impacto como en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizada** porque dicho elemento alargado (106) de metal tiene un módulo de elasticidad de más del módulo de elasticidad de dicha matriz de polímero.
- 15 4. Una viga de impacto como en la reivindicación 3, **caracterizada** porque dicho elemento alargado (106) de metal tiene un módulo de elasticidad de más de 60 GPa.
5. Una viga de impacto como en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada** porque dicho elemento alargado de metal tiene una resistencia de elasticidad $R_{p0,2}$ que es mayor que $0,85 \cdot R_M$.
- 20 6. Una viga de impacto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada** porque dicho elemento alargado de metal tiene un alargamiento plástico y elástico de rotura de más de 10%.
7. Una viga de impacto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, siendo elegido dicho elemento alargado (106) de metal de entre el grupo que consiste en un alambre de metal, un cordón de metal, un cable de metal, una cuerda de metal, un haz de alambres de metal, un alambre perfilado de metal, una tira de metal o una placa de metal.
- 25 8. Una viga de impacto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada** porque dicho elemento alargado (106) de metal tiene un área de sección transversal de más de $7,9 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2$.
- 30 9. Una viga de impacto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada** porque dicho elemento alargado (106) de metal se proporciona a partir de una aleación de aluminio.
- 35 10. Una viga de impacto de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizada** porque dicha aleación de aluminio comprende Fe de equilibrio y menos de 0.7% de C.
- 40 11. Una viga de impacto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizada** porque dicha estructura de refuerzo de metal es una estructura tricotada, trenzada, tejida, soldada o laminada, que comprende dicho elemento alargado de metal.
12. Una viga de impacto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada** porque dicha matriz de polímero es un polímero semicristalino termoplástico.
- 45 13. Una viga de impacto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada** porque dicha matriz de polímero es un polímero termofijado.
14. Uso de una viga de impacto como en una de las reivindicaciones de procedimiento, como parte de la carrocería de un vehículo.
- 50
- 55
- 60
- 65

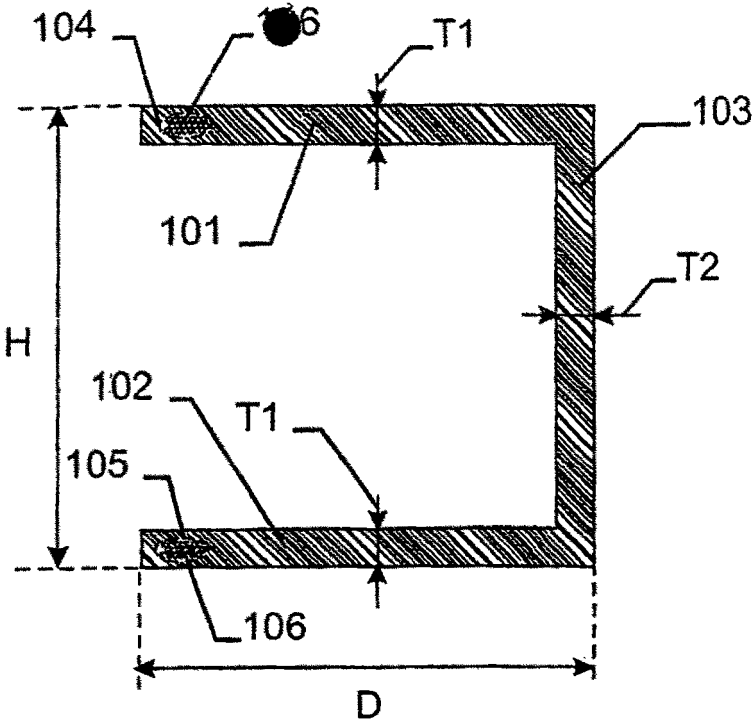


Fig. 1a

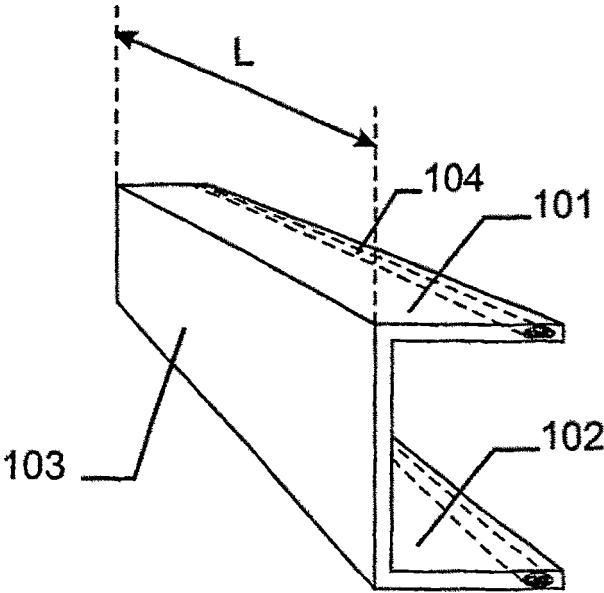


Fig. 1b

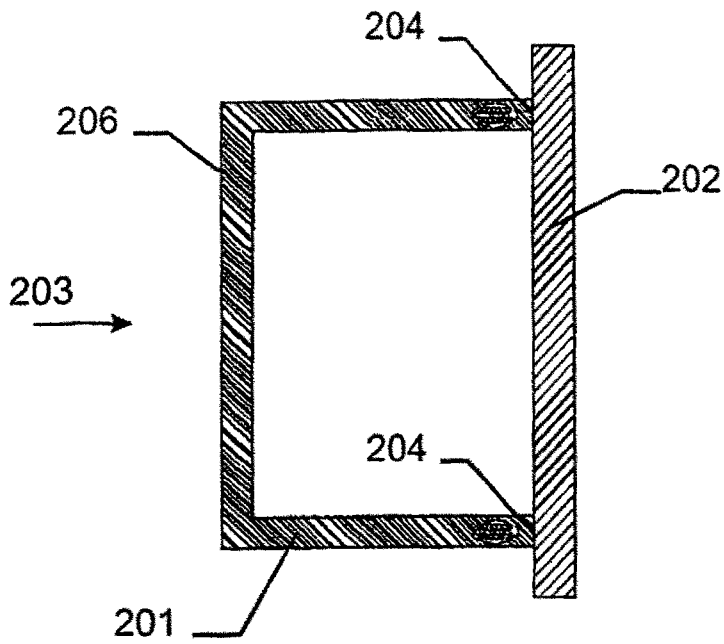


Fig. 2a

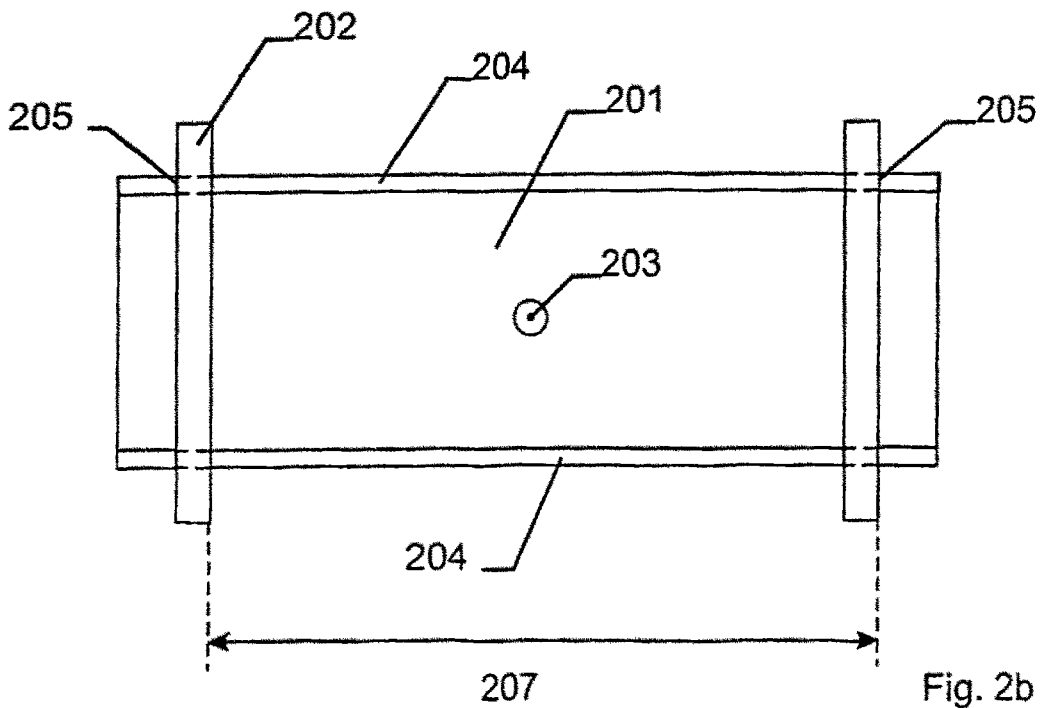


Fig. 2b

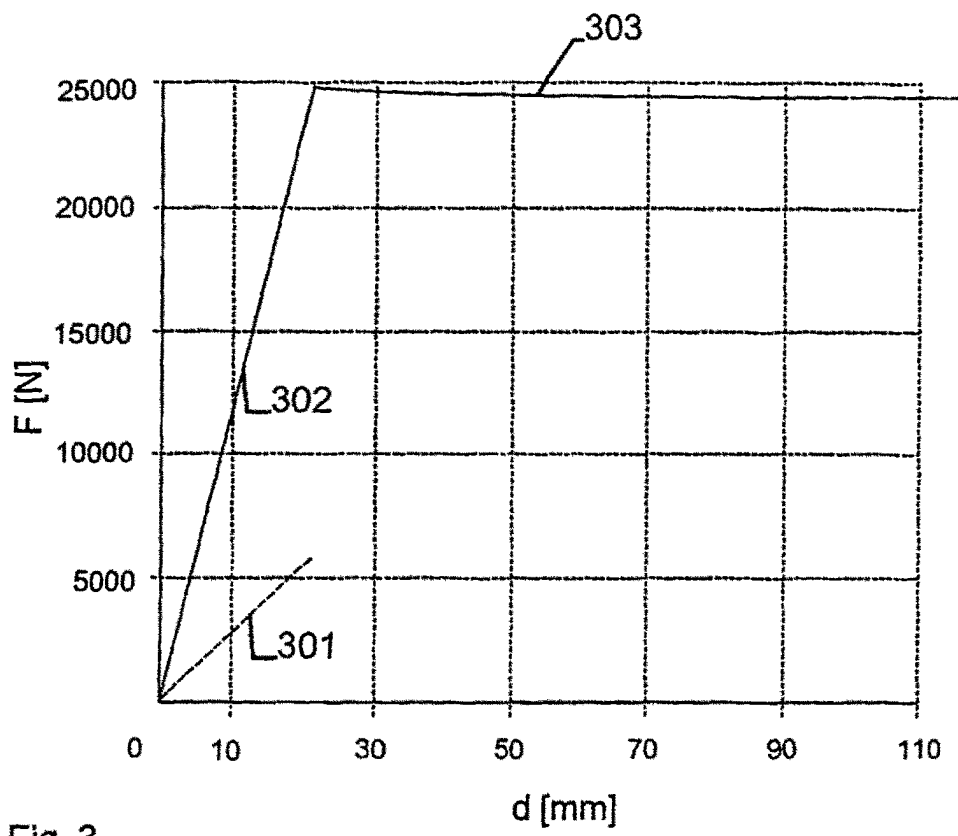


Fig. 3