(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 526 681**

(51) Int. CI.:

F16F 7/12 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2011 E 11804540 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.11.2014 EP 2655919**

(54) Título: **Pieza estructural con capacidad de disipación de energía**

(30) Prioridad:

24.12.2010 FR 1061231

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.01.2015

(73) Titular/es:

AIRBUS GROUP SAS (100.0%)
37, Boulevard de Montmorency
75016 Paris, FR

(72) Inventor/es:

GUIMARD, JEAN-MATHIEU y
CAVALIERE, FRÉDÉRICK

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Pieza estructural con capacidad de disipación de energía

La presente invención concierne a una pieza estructural de tipo apta para disipar la energía liberada durante un choque que la solicite en compresión según un eje determinado, hasta la rotura, especialmente en caso de colisión.

Una pieza de este tipo está descrita en el documento FR–A1-2903961 que divulga un elemento estructural de célula de giroavión.

Un ámbito de aplicación particularmente preferido de la invención es el ámbito aeronáutico, en el cual la pieza estructural puede ser puesta en práctica ventajosamente como pieza denominada de colisión para una aeronave, es decir una pieza que participa en la disipación local de la energía liberada durante una colisión. La invención se aplica sin embargo igualmente a cualquier otro ámbito en el cual sea ventajoso poner en práctica un sistema de disipación local de energía, en particular para el caso de colisión, especialmente pero no limitativamente en el ámbito de los vehículos de Fórmula 1.

En el contexto de aplicación del ámbito aeronáutico preferido de la invención, que será descrito de modo más particularmente detallado en la presente descripción, aunque no siendo ésta en modo alguno limitativo, se entiende por pieza estructural cualquier pieza que entre en la constitución de una estructura, se trate tanto de una estructura denominada primaria, es decir que deba soportar elevadas cargas mecánicas, como de una estructura denominada secundaria de aeronave, es decir que deba soportar bajas, incluso ninguna, cargas mecánicas. Así, la pieza de acuerdo con la invención puede ser, o entrar en la constitución de, un marco de fuselaje de la aeronave, especialmente del avión o del helicóptero, un larguero, un travesaño, una viga sinusoidal denominada viga de colisión, es decir cuya alma presente una ondulación a fin de presentar una resistencia incrementada al pandeo en una dirección, etc.

En el ámbito aeronáutico, existe una necesidad creciente de integrar la función de disipación local de energía en caso de colisión en las piezas estructurales que son puestas en práctica, especialmente en las piezas constituidas de material compuesto a base de fibras de refuerzo.

Los sistemas o piezas existentes actualmente para la disipación local de energía en caso de colisión están generalmente constituidos de tubos, de bielas, de vigas sinusoidales, de cajones, etc. Cuando estos son aplicados a las estructuras de materiales compuestos, estos sistemas están concebidos para favorecer en caso de colisión, bajo el efecto de un esfuerzo de compresión aplicado según una dirección predeterminada, un modo de rotura por recalcado/fragmentación, que favorece el establecimiento progresivo de diferentes tipos de degradaciones intrínsecas de los pliegues de materiales compuestos (fisuras) y de las interfaces (deslaminado), es decir un modo de rotura por aplastamiento local según el sentido del esfuerzo, más bien que un modo de rotura por pandeo, es decir por plegado, o por rotura violenta, con desalineación de los trozos que deslizan uno al lado de otro. El modo de rotura por recalcado/fragmentación macroscópica presenta especialmente la ventaja de generar pocos desplazamientos en el sentido del esfuerzo aplicado sobre la pieza, y de disipar una cantidad de energía mucho mayor que los modos de rotura por pandeo y rotura violenta.

En el caso de piezas metálicas, debido a su naturaleza dúctil, estos sistemas favorecen una rotura por recalcado que puede parecerse a una deformación o a un pandeo localizado. En caso de colisión, este modo de rotura en el sentido del esfuerzo es igualmente más disipativo que un pandeo generalizado o una rotura violenta de la pieza.

En caso de colisión, la iniciación local de la rotura está asegurada por la utilización de un elemento denominado desencadenante, por ejemplo una variación de espesor local, un corte local, un impacto, etc., que permite controlar el lugar de iniciación de la rotura y el nivel de esfuerzo especificado. Esta función parece actualmente relativamente bien controlada.

Sin embargo, subsiste una necesidad de mejora del control de la degradación de la pieza estructural una vez iniciada la rotura, a fin de optimizar la cantidad total de energía disipada. Esta necesidad de controlar la degradación se considera tanto más importante en el caso de las piezas estructurales de secciones abiertas y que presenten caras planas, que son menos estables, y por tanto mucho más sensibles al pandeo y a roturas violentas, que los tubos o los cajones.

A fin de paliar este problema, soluciones propuestas por la técnica anterior consisten en ensamblar a las piezas estructurales sistemas adicionales cuya función sea disipar la energía por una rotura controlada que se produzca en estos sistemas. Tales sistemas presentan sin embargo los inconvenientes de un diseño y de modos de cargas mecánicas complejos, así como una capacidad de disipación de energía intrínsecamente limitada por sus dimensiones.

La presente invención está destinada a poner remedio a los inconvenientes de los sistemas de disipación local de energía existentes, especialmente a los expuestos anteriormente, proponiendo un sistema de este tipo que permita un gran control de la disipación de la energía liberada durante una colisión, y esto para cualquier tipo de pieza y especialmente para las piezas de tipo de secciones abiertas y caras planas. La invención está destinada igualmente

a permitir una disipación de una cantidad importante de energía, al tiempo que asegure que este sistema sea de diseño y de puesta en práctica simples.

A tal efecto, de acuerdo con la presente invención se propone una pieza estructural apta para disipar la energía liberada durante un choque que solicite a esta pieza en compresión según un eje Z, que comprende un alma que presenta dos caras opuestas y que comprende:

- una ventana pasante que se extiende entre las caras opuestas del alma, que divide el alma en dos partes principales dispuestas sucesivamente según el eje Z, denominadas respectivamente primera parte y segunda parte,

- y un dispositivo denominado de disipación de energía que comprende medios de corte dispuestos en el interior de la ventana y aptos para asegurar el corte de al menos una de las partes del alma en láminas bajo el efecto de un esfuerzo de compresión ejercido sobre la pieza según el eje Z, y medios de salida de las láminas así formadas.

La pieza estructural de acuerdo con la invención asegura ventajosamente, bajo el efecto de un esfuerzo de compresión ejercido sobre ésta según el eje Z, una disipación de la energía así liberada que se efectúa por degradación de su propia estructura, por corte o trituración. Tal modo de degradación permite ventajosamente una disipación controlada de una cantidad importante de energía. Tal sistema es además aplicable a cualesquiera tipos de piezas. Éste está perfectamente adaptado especialmente a las piezas estructurales que presentan secciones abiertas, y caras planas. Cualquier pieza existente puede además ser modificada fácilmente por formación de la ventana, por ejemplo por corte en su espesor y ensamblaje del dispositivo de disipación de energía en una configuración operativa, para llegar a una pieza estructural de acuerdo con la invención.

La invención puede ser puesta en práctica de acuerdo con los modos de realización ventajosos que seguidamente se exponen, los cuales pueden ser considerados individualmente o según cualquier combinación técnicamente eficaz.

En modos de realización preferidos de la invención, los medios de corte del dispositivo de disipación de energía son aptos para asegurar un corte integral de la parte del alma en toda la dimensión de la ventana medida perpendicularmente al eje Z, optimizando así la cantidad de material degradado y por consiguiente la cantidad de energía disipada consecutivamente al choque.

De acuerdo con una características ventajosa de la invención, la pieza comprende medios de mantenimiento de la alineación de la primera parte y de la segunda parte del alma una con respecto a la otra según el eje Z, asegurando además estos medios, ventajosamente, consecutivamente a un choque ejercido sobre la pieza según el eje Z, el guiado de la pieza que hay que cortar hacia la zona de corte. Esto permite la degradación de la pieza en una gran longitud, y por consiguiente la disipación de una cantidad importante de energía, al mismo tiempo que un buen control de esta disipación. Estos medios de mantenimiento están incluidos especialmente en el dispositivo de disipación de energía.

En modos de realización particularmente preferidos de la invención, el dispositivo de disipación de energía comprende dos elementos fijados respectivamente contra cada una de las caras opuestas del alma, al menos un primer elemento que está provisto de una serie de salientes de corte que se extienden en el interior de la ventana desde la cara de fijación correspondiente y un segundo elemento que está provisto de aberturas dispuestas cada una enfrente de un saliente, para la salida de las láminas de pieza cortadas por los salientes.

Estos elementos se presentan en forma de placas, preferentemente metálicas, de las cuales al menos una presenta una alternancia de salientes de corte y de aberturas. Estas placas, aplicadas contra las caras opuestas del alma, constituyen, ventajosamente, preferentemente los medios de mantenimiento de la alineación de la primera parte y de la segunda parte del alma una con respecto a la otra, según el eje Z.

Preferentemente, cada uno de los elementos está provisto de una serie de salientes de corte y de aberturas dispuestos en alternancia, estando dispuestos los salientes de un elemento enfrente de las aberturas del elemento opuesto. Tal modo de realización permite ventajosamente realizar un corte de la pieza en dos series de láminas, separadas respectivamente por cada una de las caras opuestas del alma. Preferentemente, el dispositivo de disipación de energía está además configurado de modo que asegure un corte simétrico de la parte del alma, lo que garantiza el mantenimiento estabilizado de un régimen casi permanente de disipación de energía, por oposición a un régimen transitorio.

En modos de realización preferidos de la invención, cada saliente de un elemento presenta una superficie inclinada en dirección a la abertura llevada por el elemento opuesto, dispuesta enfrentada, que ventajosamente facilita la salida de las láminas formadas por corte.

Preferentemente, los salientes se extienden desde una de las caras del alma hasta la cara opuesta, asegurando así que el alma sea degradada en todo su espesor.

De acuerdo con una característica ventajosa de la invención, los dos elementos están fijados uno al otro, preferentemente a nivel de la ventana, por lo que el riesgo de que estos se desolidaricen consecutivamente a una colisión y/o a una degradación de la pieza es limitado.

En modos preferidos de realización de la invención, los elementos están fijados al alma únicamente a nivel de la segunda parte y se extienden respectivamente a lo largo de cada cara de la primera parte. En tal configuración particularmente ventajosa de la invención, el dispositivo de disipación de energía presenta únicamente una función de disipación de energía por degradación de la pieza en caso de colisión, y no participa en la transferencia de las cargas estáticas en funcionamiento normal. Tal modo de realización está perfectamente adaptado especialmente a las piezas estructurales destinadas a asegurar solamente una función de disipación de energía en caso de colisión, y que no participan en las funciones de carga estática de la estructura en cuyo seno están integradas.

En el caso en que la pieza deba asegurar las dos funciones, es decir carga mecánica y disipación de energía en caso de colisión, el dispositivo de disipación de energía de acuerdo con la invención puede ser fijado entonces por sus dos elementos respectivamente a cada una de las primera parte y segunda parte del alma.

En variantes de la invención, el dispositivo de disipación de energía permanece fijado únicamente a la segunda parte del alma, y la pieza está configurada de modo que permita la transferencia de las cargas estáticas alrededor de la ventana dispuesta en el alma, por ejemplo a través de los bordes caídos, eventualmente localmente reforzados. Más allá de un nivel especificado de carga en compresión, correspondiente a una situación de colisión y que provoque la iniciación de la rotura, la primera parte no fijada del alma es guiada entonces entre los elementos del dispositivo de disipación de energía hasta la zona de corte.

En otras variantes de la invención, el dispositivo de disipación de energía está configurado de modo que sea apto para cortar cada una de las dos partes del alma. En este caso, los dos elementos del dispositivo están ensamblados uno al otro a nivel de la ventana, y no están ensamblados al alma, estos se extienden respectivamente a lo largo de cada cara de cada una de las dos partes del alma, de modo que aseguran el guiado de cada una de estas partes hacia la zona de corte. La forma de los salientes es además elegida para permitir el corte de cada una de estas dos partes del alma.

En la configuración preferida de la invención, en la cual los elementos están fijados únicamente a la segunda parte del alma, preferentemente, uno de los elementos comprende un tope que se extiende perpendicularmente al eje Z, estando este tope en contacto con un borde de la segunda parte del alma definido por la ventana. Tal característica permite ventajosamente disminuir el esfuerzo de cizalladura aplicado sobre los elementos de fijación de los elementos a la segunda parte del alma.

El dispositivo de disipación de energía está además dispuesto preferentemente en la pieza de tal modo que la primera parte del alma sea mantenida espaciada de los salientes de corte en su configuración inicial, previamente a una solicitación consecutiva a una colisión.

En modos de realización preferidos de la invención, la pieza estructural comprende medios de iniciación local de rotura bajo el efecto de un esfuerzo de compresión ejercido sobre la citada pieza según el eje Z, siendo esto medios aptos para iniciar la rotura a nivel de la ventana. Estos medios de iniciación local de rotura pueden ser de cualquier tipo clásico en sí mismo. En particular, la presencia misma de la ventana dispuesta en el alma puede constituir un medio de iniciación de la rotura, en caso de reducción de la sección que trabaja de la pieza en la zona de la ventana.

La invención no excluye sin embargo que la pieza esté desprovista de tales medios.

La pieza estructural de acuerdo con la invención está preferentemente formada de materiales compuestos a base de fibras de refuerzo, al menos en lo que concierne a su alma. La invención se aplica sin embargo igualmente también a las piezas estructurales metálicas.

La invención será descrita ahora de modo más preciso en el marco de modos de realización preferidos, que no son en modo alguno limitativos de la misma, representados en las figuras 1 a 12, en las cuales:

- la figura 1 representa en vista en perspectiva un primer elemento de un dispositivo de disipación de energía de una pieza estructural de acuerdo con un modo de realización de la invención;

- la figura 2 muestra en vista en perspectiva un segundo elemento de un dispositivo de disipación de energía de una pieza estructural de acuerdo con un modo de realización de la invención;

- la figura 3 ilustra una pieza estructural de acuerdo con un modo de realización de la invención, con presencia de una ventana en el alma, sin dispositivo de disipación de energía;

- la figura 4 ilustra la pieza estructural de la figura 3, con el dispositivo de disipación de energía;

- la figura 5 representa una vista en corte según el plano A-A de la pieza de la figura 4;

- la figura 6 ilustra esquemáticamente el corte de una pieza estructural de acuerdo con un modo de realización de la invención por el dispositivo de disipación de energía;

- la figura 7 muestra la pieza de la figura 4 consecutivamente a un esfuerzo de compresión de rotura ejercido según el eje Z;

- la figura 8 ilustra de modo esquemático la degradación del alma de la pieza de la figura 4 consecutivamente a un esfuerzo de compresión de rotura ejercido sobre ésta;

- la figura 9 muestra en vista en perspectiva una viga denominada sinusoidal de la técnica anterior;

- la figura 10 muestra una variante de una pieza estructural de acuerdo con la invención que puede sustituir a una viga sinusoidal en el seno de una estructura más global;

- la figura 11 representa en vista en perspectiva una variante de un elemento de un dispositivo de disipación de energía de una pieza estructural de acuerdo con un modo de realización de la invención;

- y la figura 12 representa una vista equivalente a la vista de la figura 5, en una configuración en la cual la pieza está equipada con elementos de la figura 11.

Un primer ejemplo de realización de una pieza estructural de acuerdo con la invención está ilustrado en las figuras 1 a 8.

Esta pieza estructural comprende un dispositivo denominado de disipación de energía, del cual un modo de realización particularmente preferido, aunque no limitativo de la invención, está mostrado en las figuras 1 y 2.

Este dispositivo de disipación de energía comprende un primer elemento 11, representado en la figura 1, en forma de una placa 111 que representa, en una zona preferentemente central, una alternancia de salientes 112 y de aberturas pasantes 113, alineados según un eje x.

Los salientes 112 pueden presentar cualquier forma. En el modo de realización preferido objeto de la figura 1, estos presentan una sección triangular y un espesor sensiblemente constante. Estos se extienden desde una cara denominada interna 114 de la placa 111, sensiblemente perpendicularmente a esta última. Su cara denominada superior 1120, que se extiende inclinada desde la placa 111, es preferentemente curva, pero igualmente puede ser plana.

Las aberturas 113 presentan a su vez una altura superior o igual a la altura de los salientes 112. Éstas pueden presentar cualquier forma.

La placa 111 está además perforada por al menos una serie de orificios pasantes denominaos de fijación 116, alineados según un eje preferentemente paralelo al eje x. En el modo de realización objeto de la figura 1, la placa está perforada por dos series de orificios pasantes respectivamente 116, 117, que están alineados según dos ejes sensiblemente paralelos. Tal número de series de orificios no es sin embargo en modo alguno limitativo de la invención.

El dispositivo comprende un segundo elemento 12, representado en la figura 2, cuyas forma y dimensiones son preferentemente sensiblemente equivalentes a las del primer elemento 11. Este segundo elemento 12 se presenta así en forma de una placa 121 que presenta una alternancia de salientes 122 y de aberturas pasantes 123 alineados, extendiéndose los salientes 122 desde una cara denominada interna 124 de la placa 121.

El segundo elemento 12 se diferencia preferentemente del primer elemento 11 en que aquél comprende además un tope prominente 125, en forma de una barra que se extiende a lo largo de la cara interna 124 de la placa, y sobre la cual reposan los salientes 122. Esta barra de tope 125 está perforada en su espesor por una serie de orificios pasantes 128, que están alineados y comunican cada uno con un orificio pasante 126 de la placa 121 (no visibles en la figura 2). La placa 121 está igualmente perforada por una segunda serie de orificios pasantes 127.

Los elementos 11 y 12 están además configurados de tal modo que, cuando las placas 111 y 121 son puestas enfrentadas una a la otra, sus respectivas caras internas 114, 124 enfrentadas una a la otra, y los salientes 112 y 122 en coincidencia con una abertura 123, 113 de la placa opuesta, los orificios pasantes 116, 117 y 126, 127 estén alineados dos a dos.

Los elementos 11, 12 están preferentemente constituidos de un material metálico, por ejemplo de acero, titanio, aluminio, o una de sus aleaciones, o de una pluralidad de materiales, por ejemplo de acero y aluminio, de titanio y aluminio, de acero y material compuesto, de titanio y material compuesto, de aluminio y material compuesto, etc.

Una pieza estructural 13 de acuerdo con un modo de realización de la invención está representada en la figura 3, en una configuración desprovista de dispositivo de disipación de energía.

A título de ejemplo de realización preferido de la invención, se ha representado en este caso una pieza de tipo de secciones abiertas y caras planas.

Esta pieza 13 comprende un alma 131, y dos bordes caídos 132 que se extienden, respectivamente, sensiblemente perpendicularmente al alma 131, desde cada uno de los bordes denominados longitudinales opuestos de esta última.

La pieza 13 se describirá en la presente descripción como susceptible de ser sometida, durante una colisión, a un esfuerzo violento que la solicite en compresión según un eje denominado longitudinal Z, entendiéndose que el eje Z podría estar también orientado de modo diferente con respecto a la pieza, especialmente serle transversal.

El alma 131 comprende dos caras principales opuestas 133. Ésta está perforada por una ventana pasante 134, que se extiende entre estas caras, que la divide en dos partes principales dispuestas sucesivamente según el eje Z, denominadas respectivamente primera parte 135 y segunda parte 136. En el modo de realización particular representado en la figura 3, la ventana 134 se extiende en toda una altura del alma 131, siendo medida esta altura transversalmente al eje Z. Tal modo de realización no es sin embargo en modo alguno limitativo de la invención.

En la figura 4, la pieza estructural 13 está representada en su configuración operativa, en la cual los elementos 11, 12 están fijados a la pieza, respectivamente contra cada una de las caras opuestas del alma 131, de tal modo que los salientes 112, 122 se extienden en el interior de la ventana 134, que está ilustrada en línea de puntos en la figura, preferentemente sensiblemente en toda la altura y en todo el espesor de esta última. El conjunto está dispuesto de tal modo que cada saliente 112, 122 de un elemento se encuentra en correspondencia con una abertura 123, 113 del elemento opuesto. En esta figura, solo es visible el primer elemento 11, estando colocado el segundo elemento 12 en una disposición similar contra la cara opuesta del alma.

Los elementos están además dispuestos de tal modo que el eje x de alineación de los salientes sea sensiblemente perpendicular al eje Z. Como está representado en la figura 4, cada elemento está dispuesto de tal modo que la primera serie de orificios de fijación 116, 126 se encuentra enfrente de la ventana 134. La segunda serie de orificios de fijación 117 se encuentra a su vez enfrente de la segunda parte del alma 136. A nivel de la primera parte del alma, las placas 111, 121 se extienden a lo largo de las caras 133, en una longitud suficiente para asegurar un mantenimiento de la alineación de la primera parte 135 y de la segunda parte 136 del alma 131 una con respecto a la otra según el eje Z.

El tope 125 presenta preferentemente un espesor sensiblemente igual a espesor del alma 131 de la pieza.

La sucesión de salientes 112, 122 y de aberturas 113, 123 se extiende en toda la altura de la ventana 134 medida perpendicularmente al eje Z.

En tal configuración, el primer elemento 11 y el segundo elemento 12 quedan fijados uno al otro por medios de fijación 14 clásicos en sí mismos, insertados a través de los orificios de fijación respectivamente 116 para el primer elemento, y 126, 128 para el segundo elemento, como está ilustrado en la figura 5.

El primer elemento 11, el segundo elemento 12 y la segunda parte del alma 136 están solidarizados uno a otro por medios de fijación 15 clásicos en sí mismos, insertados a través de los orificios de fijación respectivamente 117 y 127 de los elementos, y a través del alma 131 de la pieza.

Como está representado en la figura 5, en la posición de ensamblaje del dispositivo de disipación de energía a la pieza, la segunda parte del alma 136 se apoya por un borde denominado interno 137, definido por la ventana 134, contra el tope 125 llevado por el segundo elemento 12. La primera parte del alma 135 queda a su vez mantenida espaciada de los salientes 112, 122 y enfrente de la cara superior respectivamente 1120, 1220 de estos últimos.

Cuando se ejerce un esfuerzo violento sobre la pieza según el eje Z hasta la rotura, la primera parte del alma 135 es guiada entre las placas 111, 121 en dirección a la zona denominada de corte formada por la sucesión de salientes 112, 122 como está indicado con 16 en la figura. La segunda parte del alma 136 está a su vez mantenida fija entre las placas 111, 121. Su apoyo contra el tope 125 del segundo elemento 12 disminuye ventajosamente los esfuerzos de cizalladura aplicados sobre los medios de fijación 15, y los esfuerzos de recalcado aplicados a los orificios 117, 127 de fijación a la segunda parte del alma 136.

La primera parte del alma 135 es entonces cortada en láminas por los salientes 112, 122, que forman conjuntamente tijeras o tajaderas, como está ilustrado de modo esquemático en la figura 6. Este corte se efectúa en toda la altura de la ventana 134 medida perpendicularmente al eje Z. Las láminas así formadas salen por las aberturas 113, 123 de los elementos 11, 12, como está indicado por 17 en las figuras. Esta salida es facilitada por el hecho de que cada saliente 112, 122 presenta una cara superior 1120, 1220 inclinada en dirección a la abertura 123, 113 opuesta. La forma curva de estas caras superiores asegura además, un corte suave del alma.

A fin de facilitar el corte, y especialmente de disminuir el primer pico de esfuerzo de corte, los salientes 112, 122 pueden presentar una arista cortante 1121, 1221 enfrente de la primera parte del alma 135.

El ángulo α formado entre las caras inclinadas de los salientes respectivamente 112, 122 contiguos, igual que la anchura de los salientes, medida transversalmente al eje Z, así como el número total de salientes, se determinan, según cálculos que caen dentro de la competencia del especialista en la materia de modo que se regule el esfuerzo de corte al nivel deseado, en función de las características estructurales del alma de la pieza, a fin de optimizar la cantidad de energía disipada consecutivamente a la colisión. En modos de realización preferidos de la invención, este ángulo α está comprendido entre 30 grados y 120 grados.

La pieza estructural descrita a título de ejemplo refiriéndose a las figuras 1 a 8 está configurada de modo que sea apta para asegurar una función de transferencia de las cargas estáticas a la estructura más global en cuyo seno está integrada. Esta transferencia de cargas estáticas se efectúa alrededor de la ventana 134, a través de los bordes caídos 132. Ésta es tanto mejor facilitada cuando la estructura de los bordes caídos está concebida a tal efecto, especialmente cuando estos últimos están formados de material compuesto a base de fibras de refuerzo y compuestos principalmente de pliegues orientados a 0 grados (estando a su vez el alma 131 compuesta generalmente de pliegues a +/- 45 grados).

Más allá de un cierto nivel de carga en compresión según el eje Z, correspondiente a un suceso violento tal como una colisión, se inicia localmente una rotura de la pieza, en la zona que contiene a la ventana 134. Esta rotura es controlada por medios de iniciación local de rotura llevados por la pieza, a nivel de los bordes caídos 132. Estos medios pueden ser de cualquier tipo clásico en sí mismo, por ejemplo una variación local de espesor, un corte local, etc, realizado sensiblemente a nivel de la ventana 134 en los bordes caídos.

Bajo el efecto de un choque que solicite a la pieza en compresión según el eje Z, se produce entonces por ejemplo una rotura local por pandeo de los bordes caídos 132 a nivel de la ventana, ilustrada por 138 en la figura 7. La primera parte 135 del alma 131 es guiada entonces entre las placas 111, 121 hasta la zona de corte formada por los salientes 112, 122. Ésta es cortada aquí por estos últimos en láminas 139, que salen por las aberturas 113, 123. Este corte del alma 131 es efectuado ventajosamente de manera simétrica, como está ilustrado de modo esquemático en la figura 8, en toda la altura del alma, medida transversalmente al eje Z, y en una longitud importante de esta última.

Se disipa así una cantidad importante de energía liberada por el choque. Esta disipación de energía está además bien controlada, especialmente gracias al hecho de que el corte del alma es realizado de modo homogéneo y controlado.

La invención sin embargo no excluye otros modos de realización de la pieza estructural, especialmente los modos en los cuales las placas 111, 121 estén igualmente fijadas a la primera parte del alma 135.

Asimismo, la forma particular de la pieza 13 tal como la descrita anteriormente no es en modo alguno limitativa de la invención, la cual se aplica de modo similar a las piezas que presenten cualquier otro tipo de forma.

Otro ejemplo de realización de una pieza estructural que responde a la definición de la invención está representado en la figura 10.

Esta pieza está destinada a ser sustituida, en una estructura más global, especialmente una estructura de aeronave, por una viga denominada sinusoidal, de la cual un ejemplo de realización clásico en sí mismo está mostrado en la figura 9.

Tal viga sinusoidal 18, clásica en sí misma, comprende un alma 181 comprendida entre dos placas base 182. El alma 181 está ondulada de modo que presenta una resistencia incrementada al pandeo según una dirección transversal 183. Dicha viga no es sometida a cargas mecánicas estáticas y está destinada únicamente a disipar la energía liberada durante un choque que la solicite en compresión según una dirección transversal 183, por una combinación de modos de rotura: recalcado en unos lugares, deslaminados y roturas bruscos en otros. Aunque la disipación de energía por una viga de este tipo esté generalmente bien controlada, ésta sin embargo no es homogénea en toda la viga, presentando ciertas porciones una capacidad de disipación menor que otras.

Una pieza estructural de acuerdo con un modo de realización de la invención, destinada a ser sustituida por una viga sinusoidal en una estructura, está representada en la figura 10. Esta pieza 13' comprende un alma 131' de caras 133' sensiblemente planas, entre dos placas base 132'.

La pieza 13' está provista de dos dispositivos de disipación de energía, que responden a las características descritas anteriormente refiriéndose a las figuras 1 a 8, que comprenden cada uno un par de elementos 11, 12 y 11', 12', siendo visibles solo los primeros elementos 11, 11' en la figura 10. El conjunto está configurado de tal modo que la aplicación de una fuerza sobre una placa base 132', en la dirección 19, paralelamente al eje Z, provoque el corte de la primera parte del alma por los dispositivos de disipación de energía, de lo que se deduce una disipación de una cantidad importante de energía que está bien controlada y es más homogénea en el conjunto de la pieza que en el caso de una viga sinusoidal clásica en sí misma.

Una variante del dispositivo de disipación de energía de acuerdo con la invención está representada en las figuras 11 y 12.

Este dispositivo de disipación de energía comprende dos elementos idénticos 11”, cada uno en forma de una placa 111” que presenta, en una zona preferentemente central, una alternancia de salientes 112” y de aberturas pasantes 113”, alineados según un eje x, como está ilustrado en la figura 11.

Los salientes 112” presentan una sección trapezoidal y un espesor sensiblemente constante. Estos se extienden desde una cara denominada interna 114” de la placa 111”, sensiblemente perpendicularmente a esta última. Su cara denominada superior 1120” comprende dos caras inclinadas que se extienden opuestas a una a la otra, a una y otra parte de una zona central 1121”. Las aberturas 113” presentan a su vez una altura superior o igual a la altura de los salientes 112”.

La placa 111” está además perforada por al menos una serie de orificios pasantes denominados de fijación 116”, alineados según un eje preferentemente paralelo al eje x, preferentemente dispuestos cada uno en la zona central 1121” de un saliente 112”.

El dispositivo formado por dos elementos 11” idénticos es puesto en práctica de manera similar a la que ha sido descrita anteriormente, pero de modo que permita el corte simultáneo de cada una de las dos partes 135, 136 del alma 131.

Como se indica en la figura 12, un elemento 111” está dispuesto contra cada una de las caras del alma, de modo que se extiende a lo largo de cada una de las partes 135, 136 de esta última. Los dos elementos 111” no están fijados al alma, sino únicamente ensamblados entre sí, a nivel de la ventana 134, por medios de fijación 14 insertados a través de los orificios de fijación 116” respectivos de cada elemento 111”.

Los salientes 112” forman conjuntamente, por sus superficies inclinadas, dos zonas de corte, destinadas cada una al corte de una de las dos partes del alma. Durante un choque ejercido sobre la pieza que la solicite en compresión según el eje Z, cada parte del alma 135, 136 es guiada hacia la zona de corte enfrentada, como se indica por 16, 16” en la figura, y cortada en láminas, como está indicado por 17, 17”, asegurando de este modo una disipación de energía máxima.

La descripción anterior ilustra claramente que por sus diferentes características y sus ventajas, la presente invención logra los objetivos que se había fijado. En particular, ésta propone una pieza estructural con gran capacidad de disipación de la energía liberada durante un choque que la solicite a compresión, siendo además esta disipación de energía bien controlada y homogénea en toda una superficie de la pieza. Estos resultados ventajosos son obtenidos incluso en el caso de piezas de secciones abiertas y caras planas.

REIVINDICACIONES

1. Pieza estructural (13) apta para disipar la energía liberada durante un choque que solicite a la citada pieza en compresión según un eje Z, que comprende un alma (131) que presenta dos caras opuestas (133), caracterizada por que la pieza comprende:

- una ventana pasante (134) que se extiende entre las citadas caras opuestas del alma, que divide a la citada alma en dos partes principales dispuestas sucesivamente según el eje Z, denominadas respectivamente primera parte (135) y segunda parte (136),

- y un dispositivo denominado de disipación de energía que comprende medios de corte (112, 122) dispuestos en el interior de la citada ventana y aptos para asegurar el corte de al menos una de las citadas partes del alma en láminas (139) bajo el efecto de un esfuerzo de compresión ejercido sobre la citada pieza según el eje Z, y medios (113, 123) de salida de las láminas así formadas.

2. Pieza de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que los medios de corte (112, 122) son aptos para asegurar un corte integral de la citada parte del alma (131) en toda una dimensión de la ventana (134) medida perpendicularmente al eje Z.

3. Pieza de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizada por que comprende medios (111, 121) de mantenimiento de la alineación de la primera parte (135) y de la segunda parte (136) del alma (131) una con respecto a la otra según el eje Z.

4. Pieza de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que el dispositivo de disipación de energía comprende dos elementos (11, 12) fijados respectivamente contra cada una de las caras opuestas (133) del alma (131), al menos un primer elemento (11) que está provisto de una serie de salientes de corte (112) que se extienden en el interior de la citada ventana (134) desde la cara de fijación (133) correspondiente y un segundo elemento (12) que está provisto de aberturas (123) dispuestas cada una enfrente de un saliente, para la salida de láminas de pieza (139) cortadas por los citados salientes.

5. Pieza de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizada por que cada uno de los citados elementos (11, 12) está provisto de una serie de salientes de corte (112, 122) y de aberturas (113, 123) dispuestos en alternancia, quedando los salientes de un elemento dispuestos enfrente de las aberturas del elemento opuesto.

6. Pieza de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 o 5, caracterizada por que cada saliente (112, 122) de un elemento (11, 12) presenta una superficie (1120, 1220) inclinada en dirección a la abertura (123, 113) llevada por el elemento opuesto dispuesto enfrente.

7. Pieza de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, caracterizada por que los salientes (112, 122) se extienden desde una de las citadas caras (133) hasta la cara opuesta.

8. Pieza de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, caracterizada por que los dos elementos (11, 12) están fijados uno al otro, preferentemente a nivel de la ventana (134).

9. Pieza de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, caracterizada por que los elementos (11, 12) están fijados al alma (134) únicamente a nivel de la citada segunda parte (136), y por que se extienden respectivamente a lo largo de cada cara de la citada primera parte (135).

10. Pieza de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 9, caracterizada por que uno de los citados elementos (12) comprende un tope (125) que se extiende perpendicularmente al eje Z, estando el citado tope en contacto con un borde (137) de la segunda parte (136) definido por la ventana (134).

11. Pieza de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizada por que comprende además medios de iniciación local de rotura bajo el efecto de un esfuerzo de compresión ejercido sobre la citada pieza según el eje Z, siendo los citados medios aptos para iniciar la citada rotura a nivel de la citada ventana (134).

12. Pieza de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizada por que está formada de materiales compuestos.

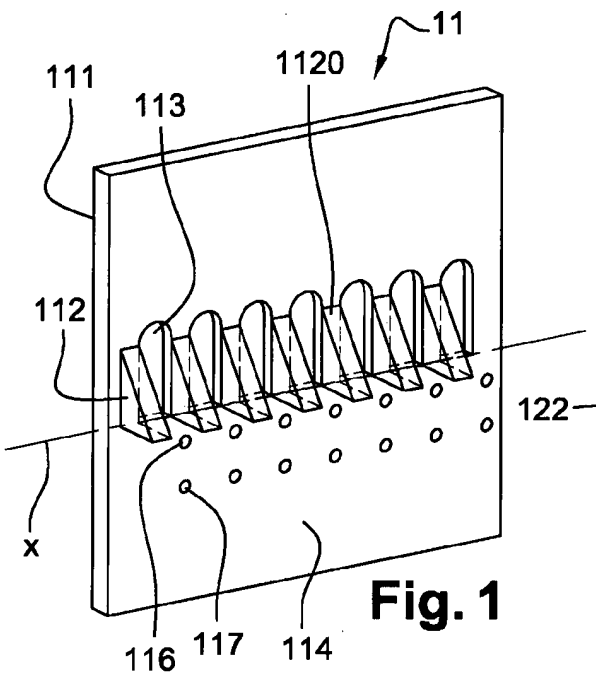

Fig. 1

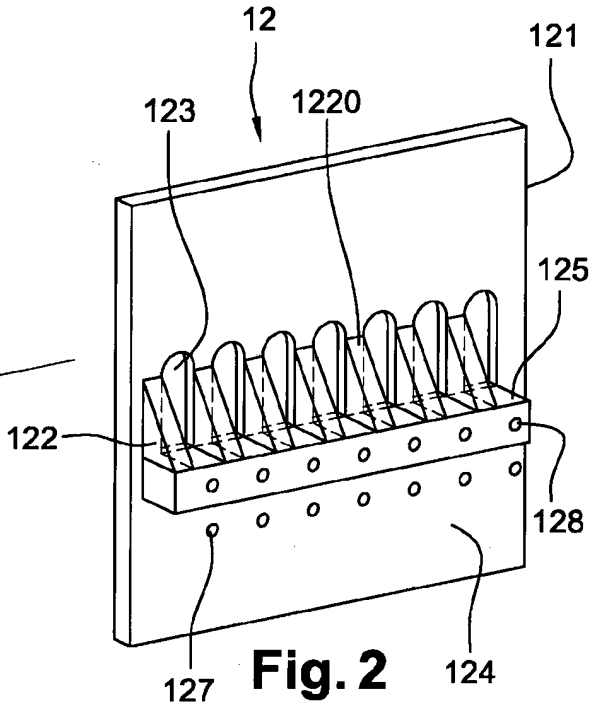

Fig. 2

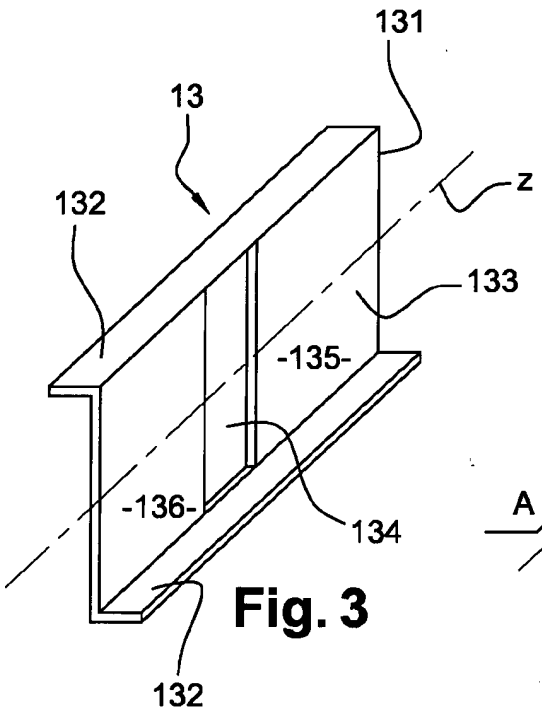

Fig. 3

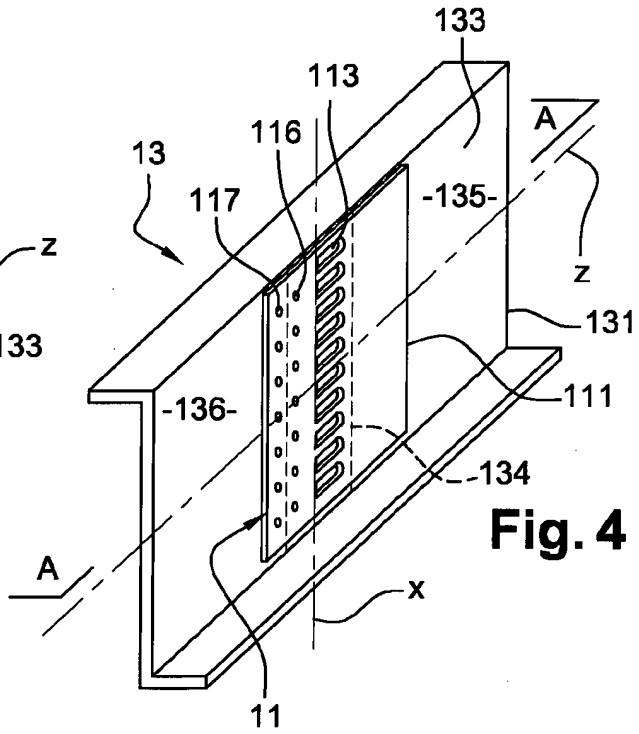

Fig. 4

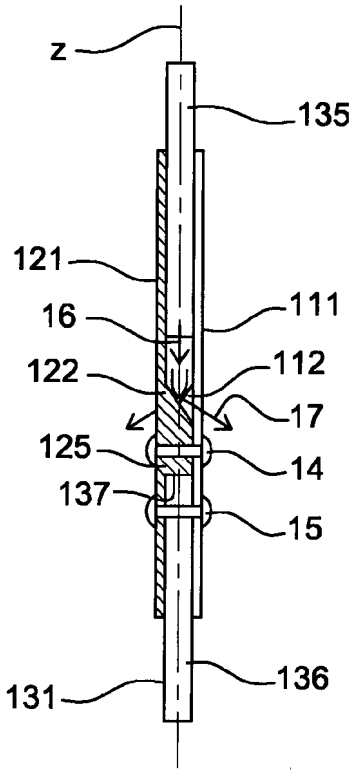

Fig. 5

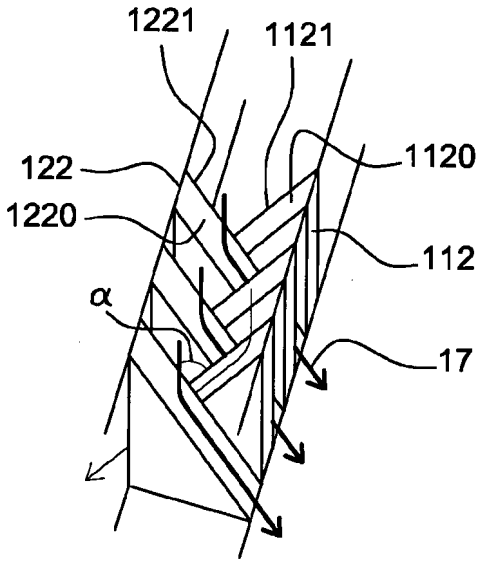

Fig. 6

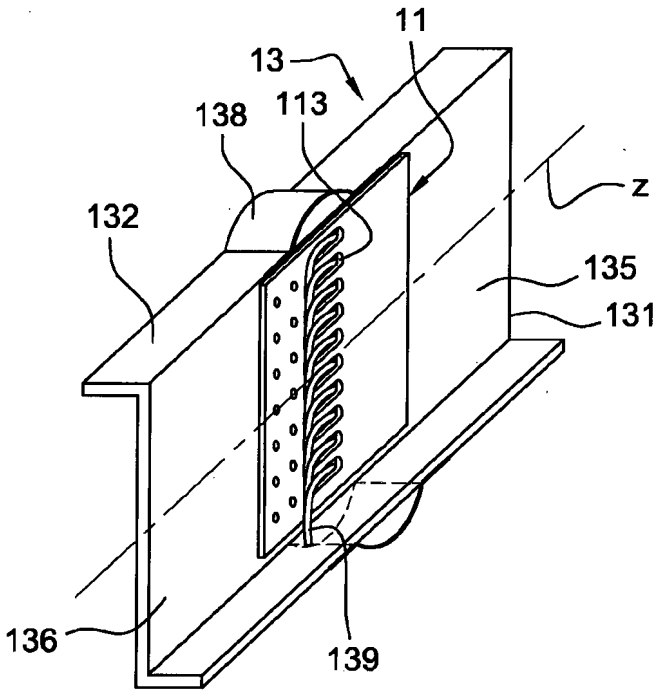

Fig. 7

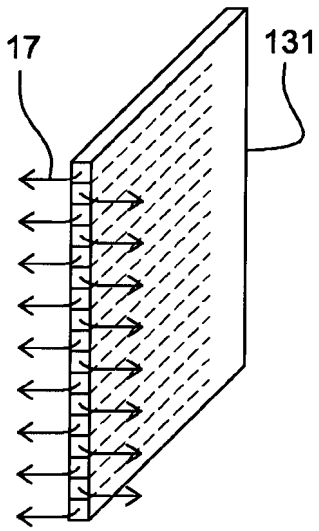

Fig. 8

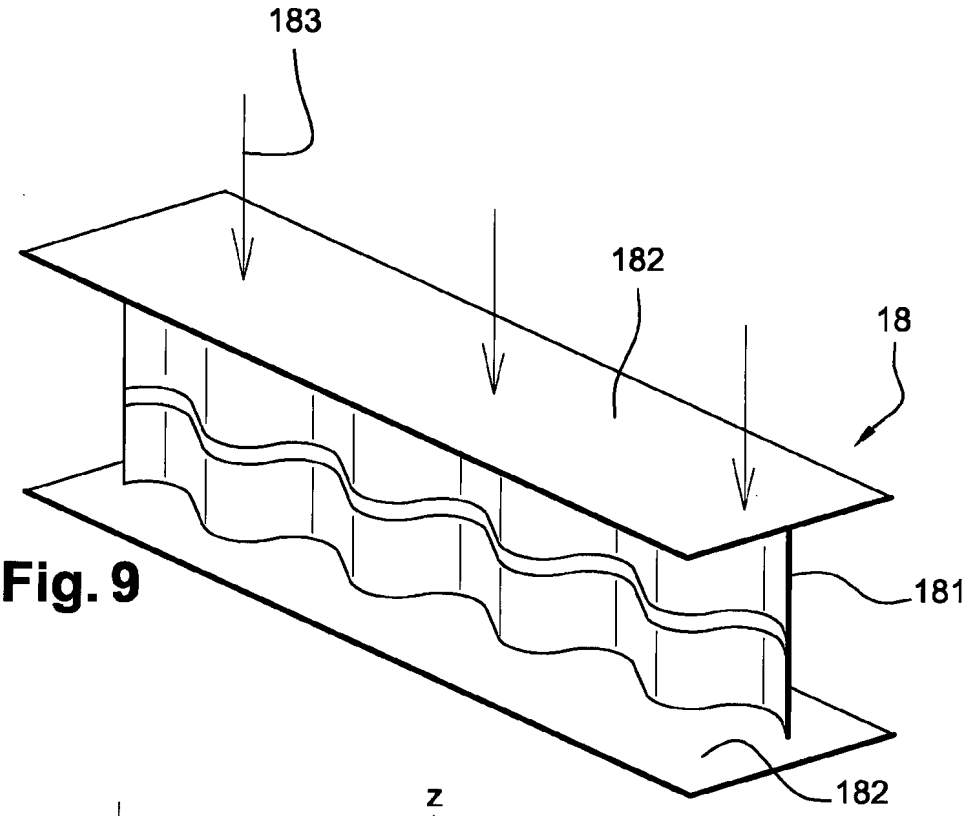

Fig. 9

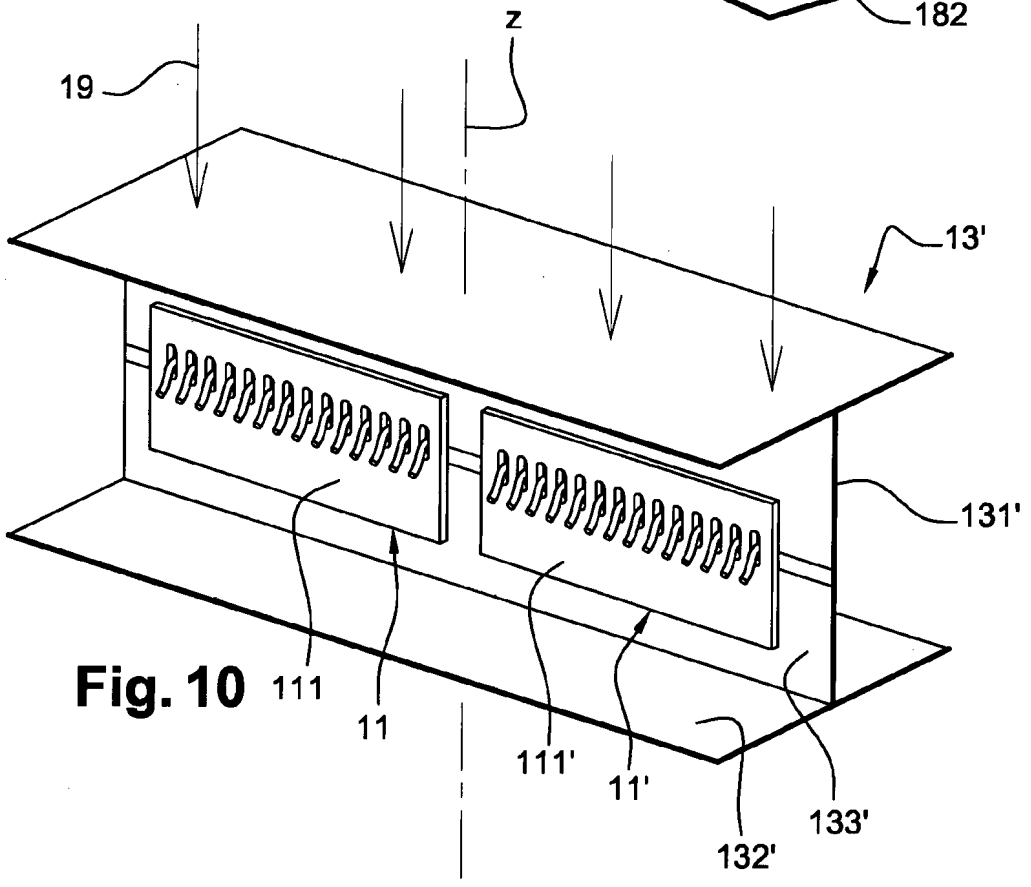

Fig. 10

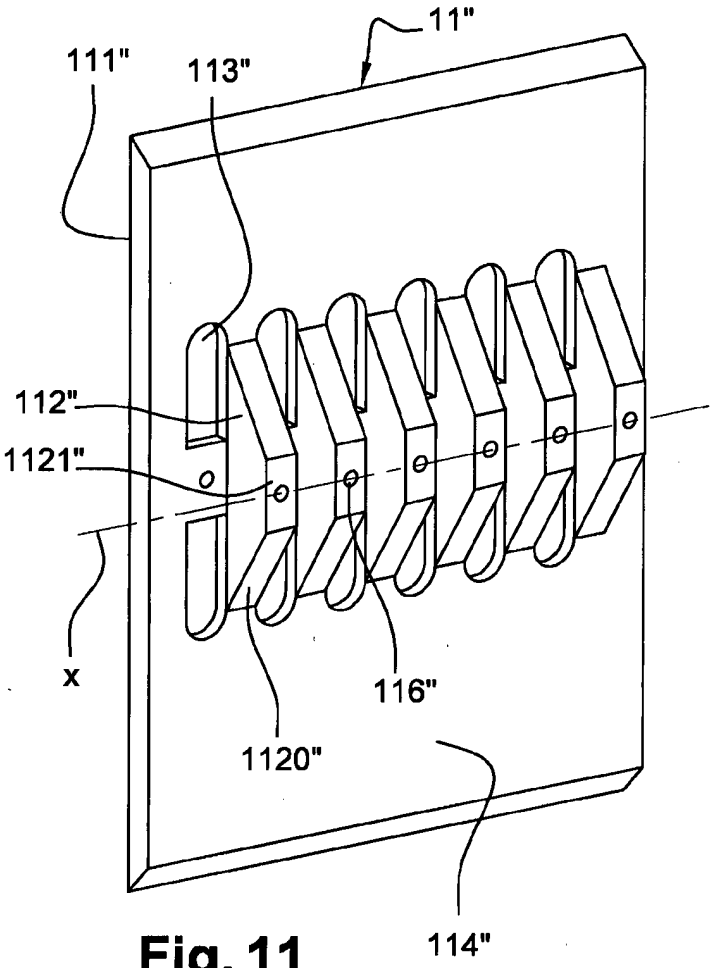
11"
111"
113"
112"
1121"
x
116"
1120"
114"

Fig. 11

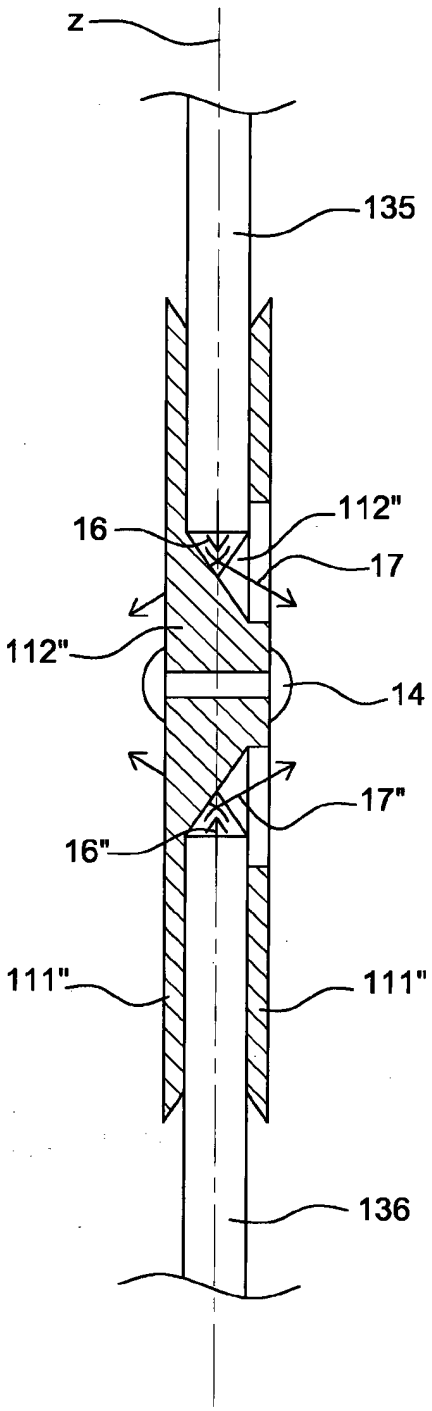
z
135
112"
16
17
112"
14
17"
16"
111"
111"
136

Fig. 12