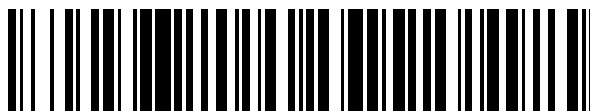


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 546 420**

51 Int. Cl.:

F16B 31/00 (2006.01)

B64G 1/64 (2006.01)

F42B 15/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.02.2011** **E 11712603 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.08.2015** **EP 2542473**

54 Título: **Dispositivo de unión con ruptura pirotécnica**

30 Prioridad:

02.03.2010 FR 1051497

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.09.2015

73 Titular/es:

AIRBUS DEFENCE AND SPACE SAS (100.0%)
51-61 Route de Verneuil
78130 Les Mureaux, FR

72 Inventor/es:

COUSIN, JEAN-YVES

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 546 420 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de unión con ruptura pirotécnica

La presente invención se refiere a un dispositivo de unión entre dos elementos con forma de placa, siendo apto este dispositivo para romperse por medio de una carga detonante, tal como una mecha (o un cordón) pirotécnico.

- 5 Aunque no exclusivamente, el dispositivo según la invención está particularmente destinado al dominio aeronáutico y espacial para permitir la separación de determinadas piezas de aeronaves o de lanzadores espaciales. Por ejemplo, dicho dispositivo puede asegurar la unión entre las diferentes piezas de estructuras altas de un lanzador (es decir de la caperuza protectora del satélite) y provocar, cuando el cordón pirotécnico es activado, la separación de dichas piezas.
- 10 Del documento EP 0 246 958, se conoce dicho dispositivo de unión, que funciona mediante doble placa de corte simétrica e incluye dos alas sensiblemente paralelas:
 - que unen los bordes enfrentados de dichos elementos, asegurando conjuntamente la solidez mecánica de dicha unión,
 - que preparan entre sí una garganta en la que está alojado un cordón pirotécnico de sección oblonga de flancos planos y extremidades redondeadas, dichos flancos planos son sensiblemente paralelos y están dispuestos respectivamente enfrentados a dichas alas, y
 - que están provistas cada una con una zona de ruptura, encontrándose dichas zonas de ruptura de las dos alas del mismo lado de dichos elementos.
- 20 En el dispositivo de unión de este documento anterior, las zonas de ruptura presentan una sección adelgazada en el plano perpendicular a los flancos del cordón, y por tanto una resistencia menor al brusco inflado de dicho cordón después de su activación. Estas zonas de ruptura son idénticas y están dispuestas de forma coplanaria, es decir al mismo nivel respecto del cordón pirotécnico, y más precisamente en la vecindad de la cima de la extremidad redondeada que se encuentra del lado de dichas zonas de ruptura. Las dos alas están, en cuanto a ellas, de forma paralela a los flancos planos del cordón y con el mismo espesor.
- 25 Desde la activación del cordón, este último se infla bruscamente y percute las dos alas, esto provoca la ruptura de dichas alas a nivel de sus zonas de ruptura, y por tanto la separación, y el alejamiento de los dos elementos inicialmente unidos por el dispositivo, este alejamiento se produce en una dirección paralela a los flancos planos del cordón.
- 30 Por el hecho de la perfecta simetría del dispositivo de unión anteriormente citado, las ondas de choque que aparecen durante el impacto del cordón, que se propagan en el seno de las alas y se transmiten a los elementos limítrofes para inducir vibraciones, son al menos en parte neutralizadas. En efecto, las zonas de ruptura se seccionan simultáneamente y del mismo modo bajo el efecto del inflado del cordón, lo que engendra en las dos alas unas ondas de choque no únicamente en la misma fase, sino igualmente de la misma naturaleza y del mismo nivel, por tanto rigurosamente idénticas. Se deduce que, durante la superposición de estas ondas a nivel de los elementos limítrofes en las alas, algunos de los armónicos se anulan mutuamente. La vibración resultante padecida por los distintos elementos, principalmente la que padecería un elemento solidario de un dispositivo espacial, se encuentra por tanto significativamente atenuada.
- 35 Este dispositivo de unión, de doble placa de cortes simétrica, permite por tanto la separación de dos elementos por medio de un cordón pirotécnico, mientras limita las vibraciones que han sido engendradas por el impacto del cordón y que padecen dichos elementos.
- 40 Sin embargo, si este dispositivo es perfectamente conveniente para un alejamiento axial de los elementos, es decir paralelo a los flancos planos del cordón, se choca con un inconveniente mayor cuando se trata de alejar dichos elementos según una dirección al menos parcialmente transversal a dichos flancos planos, como es el caso de la mayoría de las caperuzas protectoras de satélite en varias partes donde un empuje es ejercido en la dirección transversal a dichos flancos planos con vistas a facilitar que se desenchacen cada una de las partes de dichas caperuzas.
- 45 En efecto, a nivel de cada una de las alas, la superficie de ruptura de cada una de las dos partes separadas del ala, engendrada por la ruptura consecutiva en la activación del cordón, es irregular. Por lo tanto, cuando dichos dos elementos están alejados uno de otro al menos en una parte lateralmente, dichas dos partes separadas del ala corren el riesgo de engancharse mutuamente, a nivel de las irregularidades de las que están provistas sus superficies de ruptura respectivas. Se deduce por tanto un alejamiento relativo de dos elementos significativamente degradados.
- 50 Además, en el caso por ejemplo de la separación de un elemento invariable (inferior) y de un elemento eyectable (superior) que forma la caperuza de un dispositivo espacial, dicho dispositivo es propulsado hacia una dirección

paralela a los flancos planos del cordón y en un sentido que va desde el elemento invariable hacia el elemento eyectable. La fuerza de empuje engendrada por la propulsión de dicho dispositivo tiende entonces a aproximar dichos elementos después de su separación, siendo entonces dichos dos elementos susceptibles de percutirse y por tanto de engancharse mutuamente.

- 5 Para solucionar estos inconvenientes, el documento EP 1 319 920 A1, que constituye el estado de la técnica más próximo, describe un separador pirotécnico que incluye dos flancos de ensamblaje de piezas que encierran entre si un cordón pirotécnico y que incluyen unas zonas debilitadas dispuestas asimétricamente respecto del plano mediano de dicho separador, dichas zonas debilitadas definen conjuntamente una superficie de envoltorio de ruptura tangente al cordón pirotécnico y está inclinada en todos los puntos sobre la dirección predeterminada de separación de las
10 piezas.

La presente invención concierne un dispositivo de unión entre dos elementos con forma de placa:

-apta para ser rota mediante doble placa de corte,

-compatible con un alejamiento de los elementos que se produce al menos en parte transversalmente a los flancos planos del cordón pirotécnico, es decir cuyos elementos no se enganchan durante su alejamiento, y

- 15 -que beneficia la limitación de los choques inducidos que produce un dispositivo de conexión de doble placa de corte perfectamente simétrico.

Con este fin, según la invención, el dispositivo de unión entre dos elementos con forma de placa es apto para romperse e incluye dos alas sensiblemente paralelas y dispuestas una enfrente de la otra:

- 20 -que unen unos bordes enfrente de dichos elementos, asegurando conjuntamente la solidez mecánica de dicha conexión,

-que preparan entre si una garganta en la que está alojado un cordón pirotécnico de sección oblonga de flancos planos y extremidades redondeadas, siendo dichos flancos sensiblemente paralelos y estando respectivamente dispuestos enfrente de dichas alas, y

- 25 -que están provistas cada una con una zona de ruptura, dichas zonas de ruptura de las dos alas se encuentran de un mismo de dichos elementos y están dispuestos asimétricamente respecto al plano mediano de dicho dispositivo para no oponerse, después de la ruptura resultante de la activación de dicho cordón, al alejamiento relativo de dichos elementos al menos parcialmente transversalmente respecto de dichos flancos planos de dicho cordón,

destaca por que:

- 30 -la zona de ruptura del ala aguas arriba de la dirección de dicho alejamiento está dispuesta en la vecindad de la conexión entre, por una parte, el flanco plano de dicho cordón enfrente de dicha ala aguas arriba y, por otra parte, la extremidad redondeada de dicho cordón que se encuentran del lado de dichas zonas de ruptura,

-la parte de dicha ala aguas arriba, próxima de la zona de ruptura aguas arriba y del lado opuesto a dichas zonas de ruptura, presenta un espesor superior al de la parte correspondiente del ala aguas abajo de la dirección de dicho alejamiento, y

- 35 -la zona de ruptura de dicha ala aguas abajo:

- está dispuesta en la vecindad de la cima de la extremidad redondeada del cordón que se encuentra del lado de dichas zonas de ruptura, y
- presenta un espesor superior al de dicha zona de ruptura aguas arriba, de forma que compense el retardo entre las ondas de choque engendradas por la activación de dicho cordón y transmitidas respectivamente
40 por dichas alas al elemento que se encuentra al lado de dichas zonas de ruptura.

Así, gracias a la presente invención, la ruptura del ala aguas arriba está realizada mediante un cizallamiento puro, por el hecho de que:

-el posicionamiento adecuado de la zona de ruptura aguas arriba se encuentra en la vecindad de la unión entre el flanco plano aguas arriba del cordón y la extremidad redondeada del cordón del lado de las zonas de ruptura, y

- 45 -el sobre espesor de la parte del ala aguas arriba, próximo de la zona de ruptura aguas arriba y del lado opuesto a las zonas de ruptura, hace esta parte resistente a la deformación bajo el efecto del impacto del cordón.

De este modo, se asegura que la superficie de ruptura de cada una de las dos partes separadas del ala aguas arriba sea lo más plana posible, es decir en el plano perpendicular a los flancos planos del cordón, y que esta superficie presente un mínimo de asperezas. Se evita por tanto que las dos partes separadas de dicha ala aguas arriba no se

enganchen una a la otra, mediante sus superficies residuales respectivas, durante su alejamiento relativo al menos en la parte lateral.

Además, gracias igualmente a la invención, la ruptura del ala aguas abajo está realizada mediante una flexión pura, por el hecho de que el posicionamiento adecuado de la zona de ruptura aguas abajo se encuentra en la vecindad de la cima de la extremidad redondeada del cordón del lado de las zonas de ruptura. Este modo de corte tiende a deformar el ala aguas abajo bajo el efecto del impacto del cordón pirotécnico y provoca que se enrolle alrededor de dicho cordón. Las superficies de ruptura de cada una de las dos partes separadas de dicha ala aguas abajo están entonces inclinadas en un sentido que permite evitar que se enganchen dichas dos partes durante su alejamiento relativo al menos en la parte lateral.

Gracias también a la invención, los choques padecidos por el elemento que se encuentra al lado de las zonas de ruptura -y que se desea proteger de las vibraciones- son limitados, por el hecho de que se actúa sobre el espesor de la zona de ruptura aguas abajo con vistas a compensar el retraso entre las ondas de choque transmitidas a dicho elemento respectivamente por las dos alas. Este retraso, engendrado por la asimetría que se ha introducido, es por tanto corregido, de manera que las ondas de choque se transmitan a dicho elemento con la misma fase, lo que permite, durante su superposición sobre dicho elemento, la anulación mutua de al menos una parte de sus componentes.

Así, según la invención, se introduce una asimetría en las alas con el fin de evitar cualquier enganche mecánico entre los dos elementos durante su alejamiento al menos en la parte lateral, lo que puede parecer paradójico cuando se sabe que es justamente la simetría de las alas la que autoriza a la limitación de los choques padecidos por dichos dos elementos después de la activación del cordón pirotécnico. En efecto, según la invención, la ventaja que proporciona la simetría de las alas puede ser, de forma extraña, reproducida mediante la colocación particular conforme a la invención -siempre asimétrica- de las zonas de ruptura de las dos alas.

Según otra característica de la invención, el espesor de la zona de ruptura aguas abajo está determinado de forma que permita la ruptura simultánea de las dos alas después de la activación del cordón pirotécnico. En efecto se ha podido observar, mediante el estudio comparativo entre distintos tipos de configuraciones y las medidas de choques correspondientes, que el tiempo de ruptura y el parámetro que predomina en lo que concierne las vibraciones padecidas por elemento proteger, en perjuicio de otros parámetros tales como el tiempo de propagación de las ondas de choque en el seno de las alas. Pero, por el hecho de la asimetría del dispositivo, los esfuerzos aplicados sobre cada zona de ruptura son diferentes. Situando por tanto de forma adecuada las dos zonas de ruptura una respecto de la otra, se compensan las consecuencias de la asimetría, de manera que se obtenga, como para un dispositivo de doble corte simétrico, unas rupturas que sean simultáneas.

En el caso anteriormente citado de la separación de un elemento invariable y de un elemento eyectable que forma la caperuza de un dispositivo espacial, dicho dispositivo está propulsado en una dirección paralela a los flancos planos del cordón pirotécnico y en un sentido que va desde el elemento invariable hacia el elemento eyectable, es susceptible que se produzca, a nivel del ala aguas arriba y después de la separación de dos elementos, por una parte, la aproximación de la parte inferior hacia la parte superior por el hecho de que la propulsión del dispositivo, y, por otra parte, el arrastre de la parte superior hacia el interior de la caperuza las partes inferior y superior del ala aguas arriba son por tanto susceptibles de percutirse y sucede que la parte inferior puede bloquear la parte superior de tal forma que impida a dicha parte superior ser eyectada hacia el exterior de la caperuza. Para solucionar este tipo de riesgo, según otra característica de la invención, la parte del ala aguas arriba, próxima a la zona de ruptura aguas arriba y del lado de las zonas de ruptura, presenta un espesor sensiblemente igual al de la parte de dicha ala aguas arriba, próxima a dicha zona de ruptura aguas arriba y del lado opuesto a dichas zonas de ruptura. Así, la parte inferior del ala aguas arriba forma una ancha tabla sobre la cual la parte superior puede eventualmente apoyarse si estas dos partes son conducidas a percutirse. Se evita entonces cualquier bloqueo.

Según otra característica de la invención, el producto de los espesores de la zona de ruptura aguas arriba y de la parte del ala aguas arriba, próxima de dicha zona de ruptura aguas arriba y del lado opuesto a las zonas de ruptura, es sensiblemente proporcional al producto de los espesores de la zona de ruptura aguas abajo y de la parte del ala aguas arriba, próxima de dicha zona de ruptura aguas abajo y del lado opuesto a dichas zonas de ruptura. Las experiencias y ensayos llevados con estos parámetros permitido en efecto observar que, de forma extraña, la relación anterior produce un efecto de compensación de las ondas de choque.

Según otra característica de la invención, las alas forman dos partes que sobresalen de uno de los elementos o bien de un elemento de conexión único fijado a cada uno de dichos elementos. Así, las dos placas pueden estar realizadas a partir de una misma pieza, que puede ser bien directamente una de las piezas que se desea separar, bien indirectamente una pieza intermedia suplementaria, lo que facilita no únicamente la fabricación de las placas sino igualmente su ensamblaje mecánico al resto del sistema.

Aunque cada una de dichas alas puede extenderse a lo largo de la totalidad de la longitud de dicho cordón, preferentemente, el dispositivo según la invención incluye una pluralidad de pares de alas individuales o individualizadas repartidas a lo largo de dicho cordón.

Las figuras del dibujo adjunto lograrán que se comprenda como ha podido realizarse el invento. En estas figuras, unas referencias idénticas designan elementos similares.

La figura 1 es un corte longitudinal esquemático de un dispositivo de unión, según la invención, entre dos elementos con forma de placa.

5 La figura 2 es una vista agrandada de la parte inferior de este mismo dispositivo.

La figura 3 es un corte que se corresponde con la figura 1 en el momento de la ruptura de dicho dispositivo.

La figura 4 es un corte correspondiente a las figuras 1 y 3 durante el alejamiento relativo de los elementos unidos por dicho dispositivo.

10 El dispositivo de unión 1 de las figuras 1 y 2 está destinado a ensamblar, y a permitir separar dos elementos 2 y 3 con forma de placa, tales como por ejemplo los envoltorios cilíndricos externos que forman dos de las etapas de una estructura alta de un lanzador espacial. De entre estos dos elementos que se desea separar, el primer elemento 2 (inferior) debe permanecer solidario al lanzador espacial, mientras que el segundo elemento 3 (superior) puede ser eyectado, durante la ruptura del dispositivo, en una dirección de alejamiento representada por la flecha F1.

15 Para operar esta conexión, el dispositivo 1 incluye dos alas 4 y 5, paralelas entre sí y dispuestas una enfrente de la otra. Estas alas aseguran conjuntamente que sea solidaria mecánicamente la unión entre los elementos 2 y 3, uniéndolos por sus bordes enfrentados 2A y 3A, lo que se puede realizar de diferentes formas. En el presente ejemplo, se ha previsto realizar la extremidad superior del elemento inferior 2 de forma que dichas dos alas 4 y 5 formen unas partes que sobresalen de dicho borde 2A del elemento 2, presentando así una extremidad con forma de "U". El borde 3A del elemento superior 3, en cuanto a él, presenta una sección determinada de manera que
20 pueda ser insertado entre las dos alas que salen del elemento inferior 2. Desde este instante, después de la introducción del borde 3A del elemento 3 entre las dos alas 4 y 5 del borde 2A del elemento 2, es posible ensamblar dichos bordes 2A y 3A con la ayuda de un bulón que lo atraviesa 6 que coopera con una tuerca 7.

25 Este dispositivo de unión es apto para ser roto para permitir la separación de los elementos 2 y 3 y la eyección del elemento superior 3, con el fin por ejemplo de liberar un satélite que estaba hasta ahora encerrado en un envoltorio formado por los elementos 3. Para esta disposición, se define una primera ala aguas arriba 4, del lado aguas arriba del ala (AM), y una segunda ala aguas abajo 5, del lado aguas abajo del ala (AV), mediante la referencia a la dirección de alejamiento F1 al menos en la parte lateral.

30 Se tendrá en cuenta que dicho dispositivo puede ser fácilmente montado, en la medida donde, previamente a la fijación sobre los dos elementos, las dos alas y el cordón pirotécnico pueden estar ensamblados. Se forma así un subsistema que puede después ser fijado con un bloque a dichos elementos.

35 Las dos alas 4 y 5 preparan entre si una garganta 8 en la que, en más de al menos una parte del borde 3A del elemento 3, está alojado un cordón pirotécnico 9. El cordón 9 está insertado, de manera conocida, en un tubo expansible con el fin de evitar una contaminación posterior del espacio. Esta dispuesto de forma que rellene casi íntegramente la parte de la garganta 8 dejada libre por el borde 3A del elemento 3, con el fin de estar lo más próximo posible a dichas alas 4 y 5.

40 El cordón 9 presenta una sección oblonga, provista de dos flancos planos 10 y 11 unidos por dos extremidades redondeadas (una inferior 12 y una superior no numerada). Estos flancos 10 y 11 están principalmente unidos a la extremidad redondeada inferior 12 (del lado del elemento invariable 2) a nivel de las uniones respectivamente 13 y 14. Esta extremidad inferior 12 presenta una cima 15. Los flancos 10:11 son paralelos entre si y paralelos a un eje longitudinal X-X, de manera que puedan estar respectivamente dispuestos enfrente de las alas 4 y 5, ellas mismas paralelas al eje X-X.

45 El ala aguas arriba 4 está provista de una zona de ruptura 16 y el ala aguas abajo de una zona de ruptura 17. La sección de cada una de estas zonas de ruptura 16 y 17 está adelgazada según un eje Y-Y perpendicular a los flancos planos 10 y 11 del cordón 9, lo que hace igualmente disminuir la resistencia de dichas zonas 16 y 17, de cara al impacto y del brusco inflamamiento de dicho cordón 9. Así, después de la activación del cordón, este se infla y golpea las alas 4 y 5, lo que engendra la ruptura de dichas alas a nivel de sus zonas de ruptura respectivas 16 y 17 y, igualmente, la separación de los elementos 2 y 3. Estas zonas de ruptura están dispuestas del lado del elemento invariable 2 que se desea proteger de las vibraciones.

50 El dispositivo de conexión 1 según la presente invención está situado para que la ruptura resultante de la activación del cordón 9 permita el alejamiento relativo de los elementos 2 y 3 en la dirección y el sentido de la flecha F1, siendo dicha dirección parcialmente transversal a los flancos planos 10 y 11 de dicho cordón. Este dispositivo opera a este efecto un doble corte asimétrico a modo de ruptura mixta (cizallamiento aguas arriba, flexión aguas abajo), siendo las dos zonas de ruptura 16 y 17 no coplanareas, como se describe a continuación haciendo referencia a la figura 2, que se corresponde con una vista agrandada de la parte inferior del dispositivo de la figura 1.

- La zona de ruptura 16 del ala aguas arriba 4 está dispuesta, respecto del eje X-X de los flancos 10 y 11 del cordón 9, del lado del elemento inferior invariable 2. Más precisamente, esta zona de ruptura aguas arriba 16 está dispuesta en la vecindad de la conexión 13 entre, por una parte, el flanco plano 10 enfrente de dicha ala aguas arriba 4 y, por otra parte, la extremidad redondeada inferior 12 (es decir la extremidad que se encuentra del lado del elemento 2 y de las zonas de ruptura 16 y 17). Esta zona de ruptura 16 separa así el ala aguas arriba 4 en dos partes: una parte superior 18 y una parte inferior 19. Esta disposición es favorable para la obtención de una ruptura del ala aguas arriba 4 mediante cizallamiento puro.
- La zona de ruptura aguas arriba 16 es por ejemplo obtenida realizando una simple entalladura 20 con forma de "V" en el espesor del ala aguas arriba 4, de manera que la superficie inferior de la entalladura (y por tanto de la superficie superior de la parte 19 del ala aguas arriba) sea paralela al eje Y-Y. Por supuesto otras variantes de realización son posibles, principalmente una doble entalladura en "V" a ambos lados de dicha parte 19.
- La zona de ruptura 17 del ala aguas abajo 5 está dispuesta, respecto del eje X-X de los flancos 10 y 11 del cordón 9, del lado del elemento inferior invariable 2. Más concretamente, esta zona de ruptura aguas abajo 17 está dispuesta en la vecindad de la cima 15 de la extremidad redondeada inferior 12 del cordón 9 (es decir de la extremidad que se encuentra al lado del elemento 2 y de las zonas de ruptura 16 y 17). Esta zona 17 está así posicionada en la extremidad inferior del ala aguas abajo 5, de manera que realice la separación entre, por una parte, la parte superior 21 de dicha ala aguas abajo 5 y, por otra parte, el tronco común (no numerado) del elemento invariable 2, de donde salen las partes que sobresalen formando las alas 4 y 5. Esta disposición permite romper el ala aguas abajo 5 mediante una flexión pura.
- La zona de ruptura aguas abajo 17 es por ejemplo obtenida realizando un saliente 22, formando así una discontinuidad del espesor entre el ala aguas abajo 5 y el tronco común del elemento 2. Por supuesto que son posibles otras variantes de realización, principalmente una simple entalladura en "V".
- La parte superior 18 del ala aguas arriba 4, que corresponde con la parte del ala vecina de la zona de ruptura aguas arriba 16 y del lado opuesto al elemento inferior 2 y a las zonas de ruptura 16 y 17, presenta un espesor E_{18} superior al de E_{21} de la parte 21 correspondiente del ala aguas abajo 5 (es decir la parte superior 21 del ala aguas abajo 5, vecina de la zona de ruptura 17 y que se encuentra del lado opuesto al elemento inferior 2 y a las zonas de ruptura). Al menos, el sobre-espesor de esta parte 18 está determinado de manera que evite la deformación de la parte 18 bajo el efecto del impacto del cordón 9, como se ilustra a continuación haciendo referencia a las figuras 3 y 4.
- La parte inferior 19 del ala aguas arriba 4, próximo a la zona de ruptura aguas arriba 16 y que se encuentra del lado del elemento 2 y de las zonas de ruptura 16 y 17, presenta un espesor E_{19} sensiblemente igual al de E_{18} de la parte superior 18 de esta misma ala aguas arriba 4, próxima de la zona de ruptura aguas arriba 16 y se encuentra del lado opuesto a dichas zonas de ruptura 16 y 17. Al menos, el espesor E_{18} está determinado de manera que la parte inferior 19 pueda formar un apoyo eventual a la parte superior 18 después de su separación y durante su alejamiento relativo, en el caso donde una fuerza de empuje tienda a acercarlos uno al otro, como se ilustra a continuación haciendo referencia a las figuras 3 y 4.
- La zona de ruptura aguas abajo 17 presenta un espesor E_{17} superior al de E_{16} de la zona de ruptura aguas arriba 16, estos dos espesores están específicamente determinados uno respecto del otro - y respecto de otros parámetros tales como los espesores de las otras partes de las alas - con vistas a romper las alas 4 y 5 de forma simultánea después de la activación del cordón 9, lo que permite compensar el retraso entre las ondas de choque engendradas por la activación de dicho cordón y transmitidas respectivamente por dichas alas al elemento 2 que se desea proteger.
- Los efectos producidos por esta configuración están ilustrados mediante las figuras 3 y 4, que muestran la evolución del dispositivo de unión en dos instantes sucesivos después de la activación del cordón pirotécnico.
- Algunos instantes después de la activación, el cordón pirotécnico 9 se infla de forma significativa (figura 3). Ya no es por tanto oblongo, sino que adopta una forma casi circular, lo que conlleva que entra en contacto con las paredes de las dos alas 4 y 5. El cordón 9 golpea entonces dichas alas, hasta provocar su ruptura a nivel de sus zonas de ruptura respectivas 16 y 17.
- El elemento eyectable 3 es entonces eyectado según la dirección de la flecha F1 (figura 1), mientras padece las fuerzas representadas por las flechas F2 y F3:
- una fuerza de propulsión F2 del dispositivo, cuya dirección es paralela a los flancos planos 10 y 11 del cordón y el sentido tiende a aproximar el elemento 2 del elemento 3 después de su separación, y
 - una fuerza de eyección lateral F3 de las partes de la caperuza del dispositivo, cuya dirección es perpendicular a los flancos planos 10 y 11 del cordón y el sentido tiende a eyectar el elemento 3 hacia el exterior AV del dispositivo, del lado aguas abajo.
- A nivel del ala aguas arriba 4, por el hecho del posicionamiento de la zona de ruptura 16, el corte de esta última se produce mediante cizallamiento puro. Además, el sobre-espesor puesto en práctica en la parte superior 18 del ala

aguas arriba vuelve a esta resistente a la deformación bajo el efecto del brusco hinchamiento del cordón 9, lo que permite no deformar dicha ala 4 sino únicamente inclinarla. Sucede que el corte de la zona de ruptura aguas arriba 16 se hace de forma limpia, dejando una superficie de ruptura 23 sensiblemente plana a nivel de la parte inferior 19, y sucede lo mismo para la superficie de ruptura (no numerada) a nivel de la parte superior 18 del ala aguas arriba. Durante su alejamiento relativo que, en los primeros instantes siguientes a la activación del cordón (figura 3), se produce en el sentido opuesto al de la eyección de las caperuzas (F3) por el hecho de la inclinación del ala aguas arriba, las superficies de ruptura -sin irregularidades- de las partes 18 y 19 por tanto no se enganchan.

Siempre a nivel del ala 4, cuando las partes superior 18 e inferior 19 acaban de ser separadas, la fuerza de propulsión F2 aproxima la parte 19 de la parte 18. Como la parte 19 presenta un espesor al menos igual al de la parte 18, esta última puede entonces apoyarse sobre la parte 19 en el caso donde dichas dos partes se aproximen (figura 3), lo que permite evitar que dicha parte superior 18 no esté bloqueada por la parte inferior 19 y no pueda por tanto ser eyectada en el sentido de la fuerza de inyección F3 (figura 4).

Después a nivel del ala aguas abajo 5, por el hecho del posicionamiento de la zona de ruptura 17, el corte de esta última se produce mediante flexión pura. Además, siendo pequeño el espesor E_{21} de la parte superior 21 del ala aguas abajo 5, dicha parte superior 21 se deforma y se enrolla alrededor del cordón después de la rotura del ala aguas abajo. Por lo tanto, la superficie de rotura 24 a nivel del elemento 2 es sensiblemente plana e inclinada respecto del eje Y-Y, en un sentido que permite evitar el enganche del elemento 2 y de la parte 21 durante su alejamiento relativo, dicha parte 21 se deforma enrollándose alrededor de dicho cordón 9, lo que forma un juego axial respecto de la superficie de ruptura 24 del elemento 2 y permite evitar cualquier contacto a este nivel.

Durante el inflado del cordón pirotécnico 9, este último impacta contra las alas 4 y 5 y engendra el nacimiento de ondas de choque 25 y 26 en estas. Estas ondas se propagan respectivamente en las alas 4 y 5 para después, durante los primeros instantes según la separación (figura 3), ser transmitidas principalmente al elemento inferior 2, en el seno del cual dichas ondas 25 y 26 se propagan igualmente e inducen vibraciones. Por el hecho de la asimetría del dispositivo 1, si los espesores de las zonas de ruptura 16 y 17 fueran iguales, el ala aguas arriba 4 rompería más tarde que el ala aguas abajo 5, introduciendo un retardo entre las ondas de choque 25 y 26, lo que puede inducir un nivel elevado de vibraciones a nivel del elemento 2.

El espesor E_{17} de la zona de ruptura aguas abajo 17 está determinado para compensar los efectos de la asimetría del dispositivo. Más precisamente, está realizado de manera que este espesor E_{17} sea tal, respecto del espesor E_{16} y respecto de otros parámetros tales como los espesores de otras partes de las alas, que las alas 4 y 5 se rompan al mismo instante, aniquilando así el retraso entre las ondas de choque 25 y 26 engendradas por la activación del cordón 9 y transmitidas respectivamente por las alas 4 y 5 al elemento 2 que se desea proteger. Se ha observado en efecto que el desplazamiento entre los dos instantes de ruptura es el parámetro preponderante de entre los que influyen en el retraso entre las ondas 25 y 26, y por tanto sobre el impacto de los choques inducidos a nivel del elemento 2.

Se obtiene así, como para un dispositivo simétrico, unas rupturas simultáneas de las alas 4 y 5, y por tanto de las ondas de choque 25 y 26 sensiblemente en fase con el momento de su transmisión al elemento 2. Cuando estas ondas se superponen, se produce pues una anulación mutua de una parte de sus componentes, particularmente determinados armónicos, y las vibraciones inducidas se encuentran en consecuencia limitadas.

El experto comprenderá que la elección del espesor E_{17} depende del espesor E_{16} , pero igualmente de las posiciones de las zonas de ruptura, de los espesores de las partes de las alas fuera de la zona de ruptura, así como de los materiales que constituyen dichas alas.

En el modo de realización ilustrado en las figuras 1 a 4, el producto P_1 de los espesores, por una parte, de la zona de ruptura aguas arriba 16 (E_{16}) y, por otra parte, de la parte superior 18 del ala aguas arriba 4 (E_{18}), próximo de dicha zona de ruptura aguas arriba 16 y del lado opuesto a las zonas de ruptura 16 y 17, es igual al producto P_2 de los espesores, por una parte, de la zona de ruptura aguas abajo 17 (E_{17}) y, por otra parte, de la parte 21 del ala aguas abajo 5 (E_{21}), próxima de dicha zona de ruptura aguas abajo 17 y del lado opuesto a dichas zonas de ruptura.

En un modo de realización práctico, se han elegido los siguientes espesores:

- espesor de la parte 18 (fuera de la zona de ruptura) del ala 4: $E_{18} = 5$ mm,

-espesor de la zona de ruptura 16 del ala 4: $E_{16} = 1.2$ mm

-espesor de la parte 21 (fuera de la zona de ruptura) del ala 5: $E_{21} = 4$ mm, y

-espesor de la zona de ruptura 17 del ala 5: $E_{17} = 1.5$ mm.

Se obtiene entonces un primer producto $P_1 = E_{18} * E_{16} = 5 * 1.2 = 6$ y un segundo producto $P_2 = E_{21} * E_{17} = 4 * 1.5 = 6$. Se comprenderá que, por esta relación, si se modifica uno de los cuatro parámetros, entonces es importante compensar esto modificando otros parámetros, de forma que se conserve la proporcionalidad. Se tendrá en cuenta

que, en otros casos donde la configuración es un poco diferente, los productos P_1 y P_2 pueden siempre estar ligados por un coeficiente de proporcionalidad, pero este coeficiente no es necesariamente unitario.

5 Durante la implementación del dispositivo según la invención para constituir la caperuza de un satélite, los dos elementos 2 y 3 que se desea separar están dispuestos a lo largo de una línea circular de forma que cubra el satélite con la forma de una cúpula. Es importante por tanto que el dispositivo de unión pueda ser compatible con una disposición anular. A este efecto, se puede prever dotar el dispositivo con una pluralidad de pares de alas, en las que cada una, que incluye un ala aguas arriba y un ala aguas abajo enfrente una de otra, constituye una porción de corona, pudiendo estar estos pares de alas dispuestas de forma adyacente o espaciada unas de otras, a lo largo del cordón 9.

10 Con el fin de reducir el choque inducido en la estructura durante la deformación axial del cordón pirotécnico y por tanto proteger dicho cordón contra el riesgo de estallido, se puede prever posicionar puntualmente dicho cordón con la ayuda de bornes (o patines) de elastómero.

15 Con el fin, igualmente, de evitar determinados efectos circunferenciales, (por ejemplo una ruptura parásita), así como de facilitar el ensamblaje de la parte superior e inferior del dispositivo, se puede prever repartir unas ranuras, en la circunferencia de la estructura de dicho dispositivo, terminadas por unos agujeros con el fin de limitar la concentración de tensiones.

REIVINDICACIONES

- 1- Dispositivo (1) de unión entre dos elementos (2,3) con forma de placa, siendo dicho dispositivo (1) apto para ser roto e incluye dos alas (4,5) sensiblemente paralelas y dispuestas una enfrente de la otra:
-que unen unos bordes enfrentados de dichos elementos (2,3) asegurando conjuntamente la solidez mecánica de dicha unión,
-que preparan entre si una garganta (8) en la cual está alojado un cordón pirotécnico (9) de sección oblonga de flancos planos (10,11) y extremidades redondeadas (12), siendo dichos flancos planos (10,11) sensiblemente paralelos y respectivamente dispuestos enfrente de dichas alas (4,5), y
-que están provistas cada una con una zona de ruptura (16,17), encontrándose dichas zonas de ruptura (16,17) de las dos alas (4,5), del lado de un mismo (2) de dichos elementos (2,3) y estando dispuestas asimétricamente respecto del plano mediano de dicho dispositivo para no oponerse, después de la ruptura resultante de la activación de dicho cordón (9), del alejamiento relativo (F1) de dichos elementos (2,3) al menos parcialmente transversalmente respecto de dichos flancos planos (10,11) de dicho cordón (9),
-estando dispuesta la zona de ruptura (16) del ala (4) aguas arriba de la dirección de dicho alejamiento (F1) en la vecindad de la unión (13) entre, por una parte, el flanco plano (10) de dicho cordón (9) enfrente de dicha ala (4) y, por otra parte, la extremidad redondeada (12) de dicho cordón (9) que se encuentra del lado de dichas zonas de ruptura (16,17), caracterizado por que:
-la parte (18) de dicha ala aguas arriba (4), próxima de dicha zona de ruptura aguas arriba (16) y del lado opuesto a dichas zonas de ruptura (16,17), presenta un espesor (E_{18}) superior al de (E_{21}) de la parte (21) correspondiente del ala (5) aguas abajo de la dirección (F1) de dicho alejamiento, y
-la zona de ruptura (17) de dicha ala aguas abajo (5):
 - o esta dispuesta en la proximidad de la cima (15) de la extremidad redondeada (12) de dicho cordón (9) que se encuentra del lado de dichas zonas de ruptura (16,17), y
 - o presenta un espesor (E_{17}) superior al de (E_{16}) de dicha zona de ruptura aguas arriba (16),de forma que compense el retraso entre las ondas de choque (25,26) engendradas por la activación de dicho cordón (9) y transmitidas respectivamente por dichas alas (4,5) al elemento (2) que se encuentra del lado de dichas zonas de ruptura (16,17).
- 2- Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que el espesor (E_{17}) de la zona de ruptura aguas abajo (17) está determinado de forma que permita la ruptura simultánea de las alas (4,5) después de la activación del cordón pirotécnico (9).
- 3- Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la parte (19) del ala aguas arriba (4), próxima a la zona de ruptura aguas arriba (16) y del lado de las zonas de ruptura (16,17), presenta un espesor (E_{19}) sensiblemente igual al de (E_{18}) de la parte (18) de dicha ala aguas arriba (4), próxima de dicha zona de ruptura aguas arriba (16) y del lado opuesto a dichas zonas de ruptura (16,17).
- 4- Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el producto de los espesores
 - de la zona de ruptura aguas arriba (16) y
 - de la parte (18) del ala aguas arriba (4), próxima a dicha zona de ruptura aguas arriba (16) y del lado opuesto a las zonas de ruptura (16,17), es sensiblemente proporcional al producto de los espesores
 - de la zona de ruptura aguas abajo (17) y
 - de la parte (21) del ala aguas abajo (5), próxima de dicha zona de ruptura aguas abajo (17) y del lado opuesto a dichas zonas de ruptura (16,17).
- 5- Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las alas (4, 5) forman unas partes que sobresalen de uno de los elementos (2,3) o de un elemento de unión único fijado a cada uno de dichos elementos (2,3).
- 6- Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que incluye una pluralidad de pares de alas (4,5) individuales o individualizadas repartidas a lo largo de dicho cordón (9).

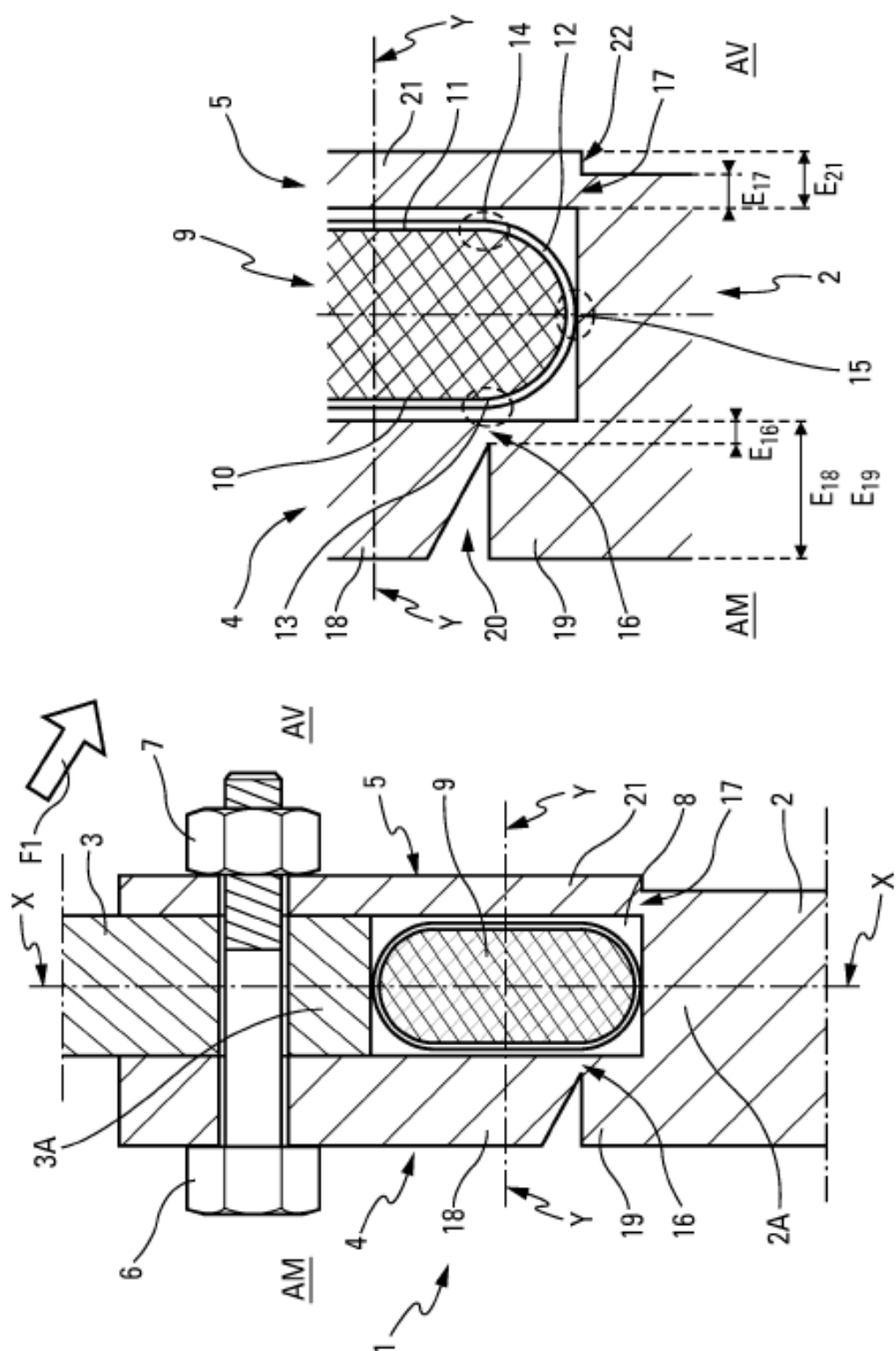


Fig. 2

