



(22) 1991/11/04

(43) 1992/05/07

(45) 2001/07/03

(72) Halm, Rudolf, NL

(72) Edwards, Peter Gerald, NL

(73) AGENCE SPATIALE EUROPEENNE, FR

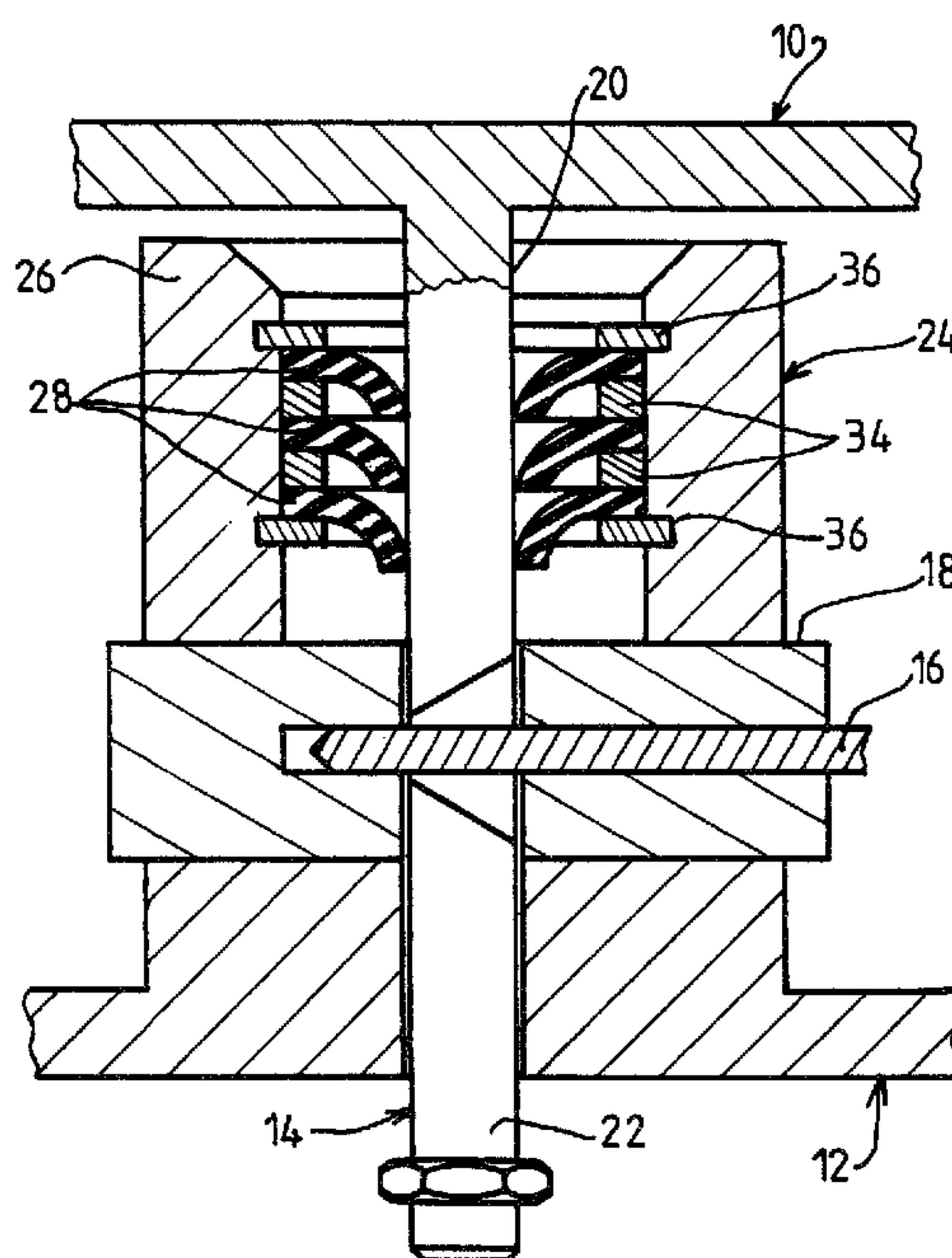
(51) Int.Cl.⁵ F16B 31/00

(30) 1990/11/06 (90 13706) FR

(54) **DISPOSITIF DE PROTECTION CONTRE LES ECLATS**

PRODUITS PAR UN BOULON A RUPTURE COMMANDEE

(54) **SPRINGING BOLT SPLINTER PROTECTION DEVICE**



(57) Dispositif de protection contre les éclats produits par le sectionnement d'un boulon du type utilisé pour la fixation d'antennes et d'autres instruments aux satellites et aux engins spatiaux, où le boulon traverse un mécanisme de sectionnement et où une partie du boulon fait saillie hors du mécanisme. Le dispositif comprend un enceinte de confinement formée d'une paroi captant la partie en saillie du boulon et d'une section élastiquement déformable. La section élastiquement déformable est composée de pièces flexibles, chacune de ces pièces flexibles pouvant alterner entre une première position où la section élastiquement déformable forme un passage pour la partie en saillie du boulon et où les pièces flexibles viennent s'appuyer très hermétiquement contre la partie en saillie du boulon, et une seconde position où le passage est refermé chacune des pièces flexibles passant automatiquement de la première à la seconde position quant le boulon est retiré, de manière à piéger les éclats de sectionnement dans l'enceinte de confinement, la paroi de l'enceinte est de plus munie de deux gorges. Les gorges comprennent chacune une rondelle flexible, et la section élastiquement déformable comprend une pile de membranes retenues entre les rondelles et fournies avec les pièces flexibles du dispositif.

PRÉCIS

Dispositif de protection contre les éclats produits par le sectionnement d'un boulon du type utilisé pour la fixation d'antennes et d'autres instruments aux satellites et aux engins spatiaux, où le boulon traverse un mécanisme de sectionnement et où

5 une partie du boulon fait saillie hors du mécanisme. Le dispositif comprend un enceinte de confinement formée d'une paroi captant la partie en saillie du boulon et d'une section élastiquement déformable. La section élastiquement déformable est composée de pièces flexibles, chacune de ces pièces flexibles pouvant alterner entre une première position où la section élastiquement déformable forme un passage pour

10 la partie en saillie du boulon et où les pièces flexibles viennent s'appuyer très hermétiquement contre la partie en saillie du boulon, et une seconde position où le passage est refermé chacune des pièces flexibles passant automatiquement de la première à la seconde position quant le boulon est retiré, de manière à piéger les éclats de sectionnement dans l'enceinte de confinement, la paroi de l'enceinte est de

15 plus munie de deux gorges. Les gorges comprennent chacune une rondelle flexible, et la section élastiquement déformable comprend une pile de membranes retenues entre les rondelles et fournies avec les pièces flexibles du dispositif.

a) **TITRE DE L'INVENTION**

DISPOSITIF DE PROTECTION CONTRE LES ECLATS PRODUITS PAR
UN BOULON A RUPTURE COMMANDEE

5 b) **TERRAIN TECHNIQUE DE L'INVENTION**

L'invention concerne un dispositif de protection contre les éclats produits par un boulon à rupture comandée, du type utilisable en particulier dans des mécanismes de maintien et de largage d'antennes ou d'instruments équipant des satellites ou des engins spatiaux.

10

c) **MILIEU DE L'INVENTION**

Dans ces engins, les équipements à structure déployable, tels que des antennes, des supports de capteurs, des panneaux solaires, etc., qui sont relativement fragiles et encombrants, doivent être fixés à l'état replié ou rétracté sur des structures rigides
15 pour être protégés pendant la phase de lancement des engins. A l'issue de cette phase, lorsque le satellite ou l'engin spatial est mis sur orbite, ces équipements doivent être libérés et déployés pour remplir leurs fonctions.

Les boulons à rupture commandée, en général par mise à feu d'une charge pyrotechnique, sont les moyens les plus communément utilisés dans ces mécanismes
20 pour fixer des éléments mobiles sur des éléments fixes. Ces boulons sont du type pré-contraint ou à zone de fragilisation et produisent lors de leur rupture des éclats ou des fragments métalliques à haute énergie cinétique qui sont susceptibles de provoquer des dégâts divers, e.g., des court-circuits, des blocages de mécanisme, des détériorations de guides d'ondes, etc.

25 Pour tenter de pallier ces inconvénients, on a déjà proposé de remplacer ces boulons par des câbles métalliques à torons, éventuellement pourvus d'un revêtement extérieur en matière plastique. La rupture de ces câbles produit des fragments qui sont de plus petite taille que dans le cas de la rupture des boulons métalliques mais qui sont toujours en quantité importante. De plus, les contraintes mécaniques liées à
30 l'utilisation de ces câbles relativement flexibles limitent leurs possibilités d'utilisation.

On a également proposé d'utiliser des boulons en matière synthétique, qui peuvent être coupés par fusion au moyen d'un fil conducteur chauffé par effet Joule. Cette coupe ne produit pas d'éclats ou de fragments de matière, mais provoque la vaporisation de composés organiques qui sont une cause de pollution non admissible dans un satellite ou dans un engin spatial et qui risquent, notamment, de se déposer sur des composants optiques.

d) MEMOIRE DESCRIPTIF DE L'INVENTION

L'invention a pour but d'éviter les inconvénients liés dans la technique antérieure à l'utilisation de boulons à rupture commandée. Elle a pour objet un dispositif de protection contre les éclats produits par un boulon métallique à rupture commandée, en particulier, du type pyrotechnique, qui permette de piéger dans un espace restreint tous les éclats, fragments et débris métalliques produits par un boulon lors de sa rupture.

Elle a également pour objet un dispositif de ce type, qui puisse être utilisé avec une fiabilité très élevée dans les satellites ou engins spatiaux.

Elle propose, à cet effet, un dispositif de protection contre les éclats produits par le sectionnement d'un boulon du type utilisé pour la fixation d'antennes et d'autres instruments aux satellites et aux engins spatiaux, où le boulon fait saillie hors du mécanisme, le dispositif comprenant une enceinte de confinement formée d'une paroi captant la partie en saillie du boulon et d'une section élastiquement déformable composée de pièces flexibles, chacune de ces pièces flexibles pouvant alterner entre une première position où la section élastiquement déformable forme un passage pour la partie en saillie du boulon et où les pièces flexibles viennent s'appuyer très hermétiquement contre la partie en saillie du boulon, et une seconde position où le passage est refermé, chacune des pièces flexibles passant automatiquement de la première à la seconde position quand le boulon est retiré, de manière à piéger les éclats de sectionnement dans l'enceinte de confinement, la paroi de l'enceinte étant de plus munie de deux gorges comprenant chacune une rondelle flexible, et la section

élastiquement déformable comprenant une pile de membranes retenues entre les rondelles et fournies avec les pièces flexibles du dispositif.

Elle encore propose, à cet effet, un dispositif de protection contre les éclats produits par un boulon à rupture comandée, du type utilisable en particulier dans des mécanismes de maintien et de largage d'antennes ou d'instruments équipant des satellites ou des engins spatiaux. Dans lesquels mécanismes, un élément mobile est maintenu sur un élément fixe par un boulon dont la tige traverse des moyens de rupture à commande pyrotechnique, par exemple. Cet dispositif comprend une enceinte de confinement entourant la tige de boulon à sa sortie des moyens de rupture et comportant des moyens élastiquement déformables dans lesquels est formé un passage traversé de façon sensiblement étanche par la tige de boulon. Cette enciente de confinement est susceptible de s'obturer automatiquement quand la tige de boulon en sort, de façon à piéger dans l'enceinte de confinement les éclats produits par la rupture du boulon.

Cette enceinte de confinement peut être formée d'une douille ou bague qui entoure la tige de boulon et qui est solidaire à sa base d'un boîtier renfermant les moyens de rupture tandis que son extrémité opposée à ce boîtier comporte les moyens élastiquement déformables précités.

Une telle enceinte de confinement peut donc avoir un encombrement faible, compatible avec l'espace disponible pour son installation en liaison avec des mécanismes de maintien et de largage d'instruments sur des satellites ou des engins spatiaux.

Elle permet par ailleurs d'utiliser des boulons métalliques à rupture commandée d'un type traditionnel éprouvé, tout en évitant les inconvénients liés à l'utilisation de ces boulons dans la technique antérieure.

Dans un mode de réalisation l'invention, chacune des membranes est munie de fentes centrales également espacées, qui définissent la portion flexible de la seciton élastiquement déformable. De préférence, l'angle des fentes est décalé d'une membrane à l'autre.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention, les membranes sont munies d'arêtes extérieures et séparées l'une de l'autre à leur périphérie par des entretoises.

La matière de ces membranes élastiquement déformable est déterminée en fonction de ses conditions d'utilisation. Dans un mode de réalisation préféré d'l'invention, les membranes sont faites de caoutchouc de silicone. Ces membranes comprennent en leur centre des fentes de longueur limitée formant le passage précité, ces fentes étant, par exemple, au nombre de quatre et espacées de 90° les unes des autres. De préférence, ces fentes sont décalées angulairement d'une membrane à l'autre, pour améliorer l'étanchéité vis-à-vis des éclats ou fragments métalliques produits par la rupture de la tige de boulon. Dans le cas des satellites ou des engins spatiaux, cette matière peut être un caoutchouc silicone répondant à un certain nombre de caractéristiques déterminées.

Dans encore un autre mode de réalisation de l'invention, l'enceinte de confinement est constituée d'un manchon dont l'une des extrémités est fixée à un boîtier contenant le mécanisme de sectionnement, l'autre extrémité contenant la section élastiquement déformable.

e) **DESCRIPTION DE LES DESSINS**

Relativement aux dessins qui illustrent la réalisation de l'invention:

La figure 1 est une vue schématique en coupe axiale d'un dispositif selon l'invention, associé à un boulon à rupture commandée; et

la figure 2 est une vue en plan d'une membrane faisant partie du dispositif selon l'invention.

f) **UNE FACON DE LA REALISATION DE L'INVENTION**

Dans l'exemple de la figure 1, un élément mobile 10 est retenu rigidement sur une structure fixe 12 au moyen d'un boulon métallique 14 associé à des moyens de rupture comprenant par exemple une lame ou un ciseau de coupe 16 guidé perpendiculairement à l'axe du boulon 14 dans un boîtier 18 solidaire de la structure fixe 12.

De façon bien connue, la mise à feu d'une charge pyrotechnique provoque le déplacement du ciseau 16 dans sa position représentée en figure 1 et la rupture de la tige du boulon 14 en deux parties dont l'une 20 reste reliée à l'élément mobile 10 qui est ainsi libéré, et dont l'autre 22 reste du côté intérieur de la structure fixe 12.

5 La rupture du boulon métallique 14 par le ciseau produit une quantité d'éclats ou de fragments métalliques à énergie cinétique élevée, qui sont susceptibles d'être éjectés à l'extérieur du boîtier 18 et qui provoquent des dégâts divers, comme indiqué plus haut.

10 L'invention, dans un mode de réalisation, prévoit de piéger ces éclats et fragments métalliques, au moyen d'une enceinte de confinement 24 qui entoure la tige du boulon 14 à sa sortie du boîtier 18 comprenant les moyens de rupture. Dans l'exemple représenté, cette enceinte de confinement 24 comprend une douille ou bague métallique 26 de forme cylindrique, qui est coaxiale à la tige de boulon 14 et dont la base est solidaire du boîtier 18, tandis que son extrémité peut former appui de
15 l'élément mobile 10 lorsque celui-ci est retenu par le boulon 14.

L'enceinte de confinement 24 est fermée, du côté opposé au boîtier 18, par une série de membranes élastiquement déformables 28 comprenant chacune une ouverture de passage de la partie 20 de la tige de boulon reliée à l'élément mobile 10.

20 Comme on le voit mieux en figure 2, chaque membrane 28 est de forme circulaire et comprend des fentes radiales 30, partant de son centre 32 et ayant une longueur qui est fonction du rayon de la tige de boulon bloquant à l'étanchéité chaque membrane 28, sans la déchirer, et sans la membrane 28 gêner le déplacement de la partie 20 de la tige du boulon lors du largage et du déploiement de l'équipement dont fait partie l'élément mobile 10. Dans l'exemple représenté en figure 2, les fentes 30
25 sont au nombre de quatre et sont espacées angulairement de 90° les unes des autres.

Les membranes 28 ont un diamètre extérieur sensiblement égal au diamètre interne de la douille ou bague 26 et sont empilées à l'intérieur de celle-ci en étant séparées les unes des autres par des entretoises annulaires 34 d'épaisseur appropriée. L'empilement de membranes 28 d'entretoises 34 est positionné à l'intérieur de la
30 douille ou bague 26 entre deux rondelles élastiques fendues 36 d'un type classique qui

sont engagées dans des gorges de la paroi cylindrique interne de la douille ou bague 26.

Ce dispositif fonctionne de la façon suivante:

5 Lorsque l'élément mobile 10 est retenu sur l'élément fixe 12 par le boulon 14, les parties centrales des membranes 28 délimitées par les fentes 30 sont fléchies le long de la tige de boulon en direction du boîtier 18 comme représenté en figure 1. La distance entre la base de la douille 26 et la rondelle inférieure 36 est suffisante pour ne pas gêner la flexion de la partie centrale de la membrane inférieure 28. Dans cette position, les parties centrales des membranes sont traversées de façon à peu près étanche par la partie 20 de la tige du boulon.

10 Par mise à feu de la charge pyrotechnique, le ciseau 16 vient couper la tige de boulon et libère l'élément mobile 10. Les éclats et fragments métalliques qui sont produits lors de la rupture de la tige de boulon sont piégés à l'intérieur de l'enceinte 24 par les membranes 28, aussi bien lorsque la partie 20 de la tige de boulon est encore engagée dans les fentes de ces membranes, que lorsqu'elle en est extraite, ces membranes se refermant automatiquement par élasticité dès qu'elles sont libérées par la tige de boulon.

15 De préférence, les fentes radiales 30 des membranes 28 sont décalées angulairement les unes par rapport aux autres autour de l'axe de la douille ou bague 26 de telle sorte que leurs fentes ne soient pas alignées d'une membrane à l'autre.

Les membranes 28 sont réalisées, par exemple, en un caoutchouc silicone ayant une élasticité élevée et un faible coefficient de friction sur la tige de boulon, pour ne pas gêner le mouvement de celle-ci.

20 Lorsque des dispositifs selon modes de réalisation de l'invention sont utilisés dans des satellites ou des engins spatiaux, la matière des membranes est choisie pour satisfaire à un certain nombre de critères:

les membranes doivent pouvoir rester dans un état de déformation élastique (correspondant au passage de la tige de boulon à travers elles) pendant une durée relativement importante qui peut atteindre un an, sans détérioration de leurs caractéristiques;

elles doivent pouvoir être utilisées à des températures très basses (jusqu'à - 50°C;

leurs caractéristiques mécaniques et leur comportement en friction doivent être compatibles avec les caractéristiques de fonctionnement des mécanismes d'antennes ou d'instruments équipement des satellite ou des engins spatiaux;

elles ne doivent pas produire ou libérer par dégazage des composés condensables susceptibles de polluer l'environnement (par dépôt sur des composants optiques par exemple); et

elles doivent être compatibles avec les autres matières avec lesquelles elles sont en contact (notamment pas de corrosion ou d'interaction chimique avec le métal du boulon).

Des tests systématiques ont révélé qu'une matière particulièrement adaptée à l'usage de ces membranes dans l'industrie aérospatiale est le caoutchouc silicone commercialisé sous la dénomination ERIKA_{MD}. La capacité de dégazage de cette matière peut être réduite par passage dans une étuve à 200°C pendant vingt-quatre heures.

Des essais dans des conditions extrêmes de température et de pression ont permis de vérifier le bon fonctionnement et la fiabilité du dispositif selon modes de réalisation de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de protection contre les éclats produits par le sectionnement d'un boulon du type utilisé pour la fixation d'antennes et d'autres instruments aux satellites et aux engins spatiaux, où le boulon traverse un mécanisme de sectionnement et où une partie du boulon fait saillie hors du mécanisme, le dispositif comprenant: une enceinte de confinement formée d'une paroi captant la partie en saillie du boulon et d'une section élastiquement déformable composée de pièces flexibles, chacune de ces pièces flexibles pouvant alterner entre une première position où la section élastiquement déformable forme un passage pour la partie en saillie du boulon et où les pièces flexibles viennent s'appuyer très hermétiquement contre la partie en saillie du boulon, et une seconde position où le passage est refermé, chacune des pièces flexibles passant automatiquement de la première à seconde position quand le boulon est retiré, de manière à piéger les éclats de sectionnement dans l'enceinte de confinement; la paroi de l'enceinte étant de plus munie de deux gorges comprenant chacune une rondelle flexible, et la section élastiquement déformable comprenant une pile de membranes retenues entre les rondelles et fournies avec les pièces flexibles du dispositif.

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel chacune des membranes est munie de fentes centrales également espacées, que définissent la portion flexible de la section élastiquement déformable.

3. Dispositif selon la revendication 2, dans lequel l'angle des fentes est décalé, d'une membrane à l'autre.

4. Dispositif selon la revendication 1, la revendication 2 ou la revendication 3, dans lequel les membranes sont munies d'arêtes extérieures et séparées l'une de l'autre à leur périphérie par des entretoises.

5. Dispositif selon l'un des revendications 1-4, dans lequel les membranes sont faites de caoutchouc de silicone.

6. Dispositif selon l'un des revendications 1-5, dans lequel l'enceinte de confinement est constituée d'un manchon dont l'une des extrémités est fixée à un

boîtier contenant le mécanisme de sectionnement, l'autre extrémité contenant la section élastiquement déformable.

FIG.1

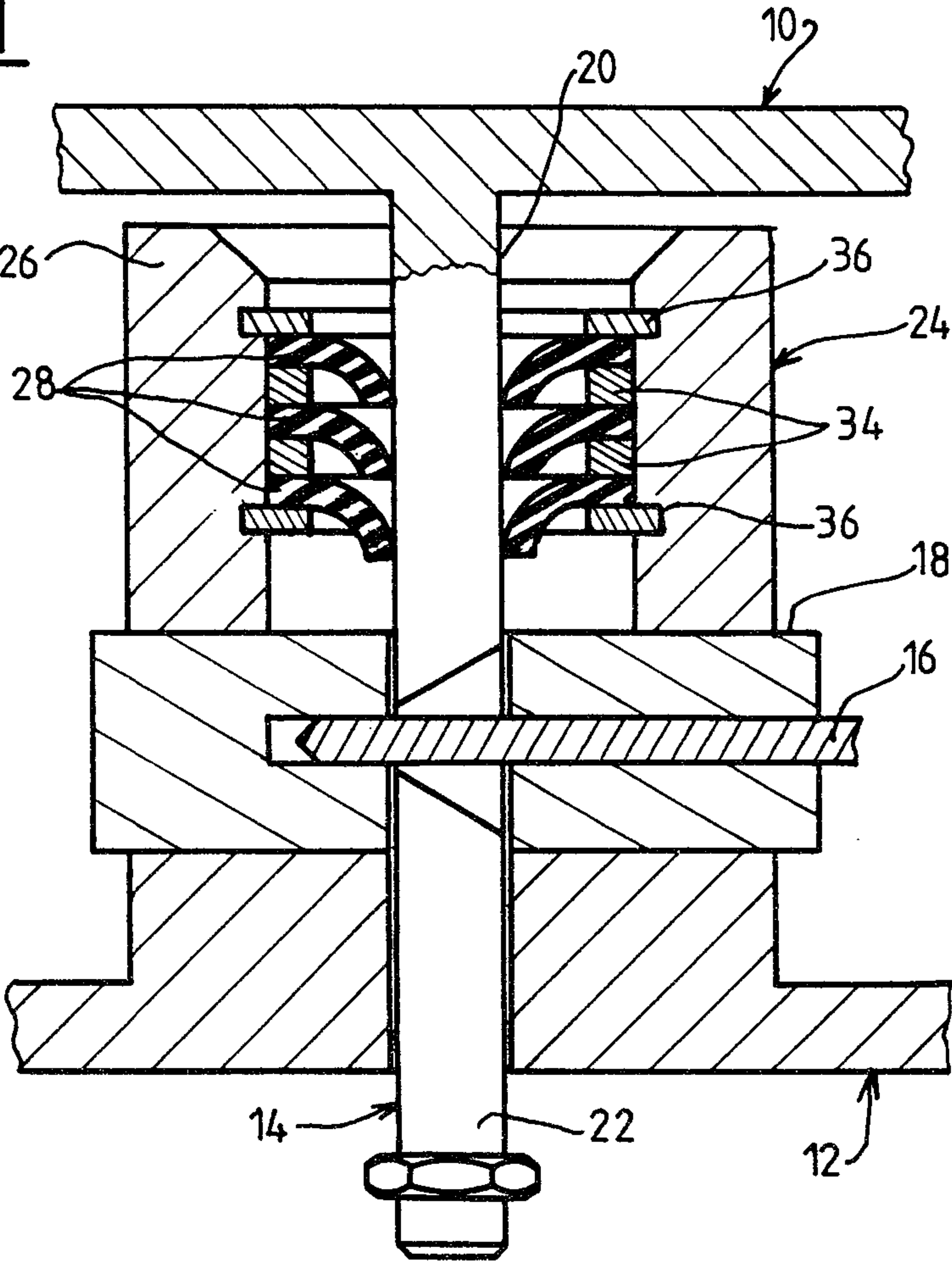


FIG.2

