

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 585 933 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
26.07.2006 Bulletin 2006/30

(21) Numéro de dépôt: **04705109.9**

(22) Date de dépôt: **26.01.2004**

(51) Int Cl.:
F42B 15/38 ^(2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2004/050032

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2004/068062 (12.08.2004 Gazette 2004/33)

(54) **PROCEDE D ASSEMBLAGE D'UN DISPOSITIF DE SEPARATION PYROTECHNIQUE, ET
DISPOSITIF DE SEPARATION PYROTECHNIQUE OBTENU PAR CE PROCEDE**

VERFAHREN ZUR MONTAGE EINER PYROTECHNISCHEN TRENNVORRICHTUNG UND SO
ERHALTENE PYROTECHNISCHE TRENNVORRICHTUNG

METHOD OF ASSEMBLING A PYROTECHNIC SEPARATION DEVICE AND PYROTECHNIC
SEPARATION DEVICE THUS OBTAINED

(84) Etats contractants désignés:
CH ES IT LI

(30) Priorité: **24.01.2003 FR 0300778**

(43) Date de publication de la demande:
19.10.2005 Bulletin 2005/42

(73) Titulaire: **EADS SPACE Transportation SA
75781 Paris (FR)**

(72) Inventeur: **MORLIGHEM, Pierre
78300 Poissy (FR)**

(74) Mandataire: **Poulin, Gérard et al
BREVALEX
3, rue du Docteur Lancereaux
75008 Paris (FR)**

(56) Documents cités:
WO-A-87/07006 US-A- 3 698 281
US-A- 5 535 502 US-A- 5 898 123
US-A- 6 021 715

EP 1 585 933 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La présente invention se rapporte au domaine de la séparation pyrotechnique, notamment à la séparation de deux éléments d'engins aéronautiques ou spatiaux, comme par exemple la coiffe ou des panneaux de protection d'appareils de mesure d'une fusée et le corps de la fusée.

[0002] Elle vise un procédé d'assemblage d'un dispositif de séparation pyrotechnique selon la revendication 1, ainsi qu'un dispositif de séparation pyrotechnique selon la revendication 14 obtenu par la mise en oeuvre de ce procédé d'assemblage.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

[0003] Un tel procédé d'assemblage est connu du document US 5 535 502 A, qui décrit les caractéristiques du préambule de la revendication 1.

[0004] Le document *WO 87/07006* décrit un dispositif de séparation pyrotechnique qui comprend au moins un tube chargé formé d'une enveloppe contenant sur toute sa longueur un cordeau détonant. Le tube chargé est disposé entre deux éléments d'engin qui doivent être séparés l'un de l'autre, le long d'une zone de découpage entre les deux éléments d'engin.

[0005] L'enveloppe est constituée d'un matériau métallique déformable, et présente dans une première configuration de fonctionnement une section transversale aplatie, par exemple oblongue ou ovale. Elle est remplie d'un matériau souple au sein duquel se trouve placé le cordeau détonant.

[0006] Le dispositif de séparation est maintenu en place à l'intérieur d'un logement parcourant la zone de découpage. La paroi de ce logement présente, réparties sur toute sa longueur, des zones d'affaiblissement, qui sont des zones où ladite paroi est amincie.

[0007] La mise à feu du cordeau détonant à l'une au moins des extrémités du dispositif de séparation et la propagation d'une onde de choc subséquente à l'intérieur du tube chargé provoquent la déformation de celui-ci, de proche en proche. Ledit tube chargé tend alors à prendre une deuxième configuration de fonctionnement dans laquelle il présente une section transversale circulaire. Cette expansion radiale du tube chargé a pour conséquence que les zones d'affaiblissement du logement se rompent, le long de la zone de découpage entre les deux éléments d'engin, ce qui, de proche en proche, sépare ces deux éléments d'engin.

[0008] Le document *WO-87/07006* ne fournit pas d'indication sur les extrémités du dispositif de séparation pyrotechnique.

[0009] Un dispositif de séparation pyrotechnique classique de l'art antérieur, vu au niveau de ses extrémités, est illustré sur la figure 5 en vue de dessus. De manière connue en soi, le dispositif de séparation 110 comprend

à chacune de ses extrémités un embout d'initiation 120, qui est raccordé d'une part à une extrémité d'un tube chargé 112 et d'autre part à un cordon de mise à feu 180, lui-même raccordé à un dispositif de mise à feu (non représenté sur la figure 5), par l'intermédiaire duquel est initiée la mise à feu du cordeau détonant, et qui est éloigné du dispositif de séparation.

[0010] Le dispositif de séparation 110 est reçu dans un logement 106 qui est continu sur toute la longueur correspondant au tube chargé 112, et qui présente une discontinuité correspondant à l'emplacement de l'embout d'initiation 120 associé à ladite extrémité du dispositif de séparation 110. Cette discontinuité se traduit par une ouverture 108 pratiquée dans la paroi 109 de l'un au moins des deux éléments d'engin qui doivent être séparés.

[0011] Un inconvénient important de cette configuration réside dans le fait que, dans la zone de découpage, le bord de cette ouverture 108 est une zone de concentration de contraintes. Les contraintes sont d'autant plus élevées qu'est grande la longueur de ce bord dans le plan de découpage, ou dans un plan sensiblement parallèle au plan de découpage. On rappelle que le plan de découpage est défini comme étant un plan médian de la zone de découpage entre les deux éléments d'engins qui doivent être séparés.

[0012] De manière connue en soi, on provoque la mise à feu aux deux extrémités du tube chargé 112, afin de parer à l'éventualité d'une défaillance de mise à feu qui se produirait à une de ces extrémités, ce qui nécessite la présence de deux embouts d'initiation 120 et de deux raccords avec un cordon de mise à feu 180.

[0013] De plus, lorsque la zone de découpage présente sensiblement un contour fermé comme c'est le cas par exemple pour la séparation entre la coiffe et le corps d'une fusée, le positionnement du dispositif de séparation 110 dans le logement 106 est tel que les deux embouts d'extrémité 120 se trouvent à proximité immédiate l'un de l'autre, ce qui nécessite une ouverture 108 ayant une plus grande longueur dans le plan de découpage.

[0014] Enfin, dans le cas de structures d'engin à contour fermé de grand diamètre, pour des facilités de mise en oeuvre, il est connu par l'homme du métier de disposer deux dispositifs de séparation 110, ou trois, ou davantage, mis bout à bout et ayant chacun un embout d'initiation à chaque extrémité. Cela conduit à deux emplacements correspondant aux embouts d'initiation 120 disposés de manière à être sensiblement diamétralement opposés (ou trois, ou davantage), et donc à deux ouvertures 108 (ou trois, ou davantage) pratiquées dans la paroi 109 de l'un au moins des éléments qui doivent être séparés.

[0015] De manière classique, l'embout d'initiation 120 de l'art antérieur est un segment de tube sensiblement rectiligne, qui comporte à une extrémité un orifice d'assemblage 126 pour son assemblage avec l'enveloppe, et à l'autre extrémité un orifice de mise à feu 124 pour son raccordement avec le cordon de mise à feu 180.

[0016] De manière connue en soi, un procédé de fa-

brication d'un dispositif de séparation pyrotechnique classique de l'art antérieur se déroule de la manière suivante :

- on part d'une enveloppe, ayant une section circulaire,
- on assemble un embout d'initiation 120 à chaque extrémité de l'enveloppe, par un procédé d'assemblage classique, par exemple par vissage dans l'orifice d'assemblage 126 de l'embout d'initiation 120,
- on introduit ensuite la gaine contenant le cordeau détonant, par un orifice d'introduction 124 de l'embout d'initiation 120, ledit orifice d'introduction 124 étant à cet effet orienté de telle manière que son axe soit parallèle à la direction longitudinale commune à l'embout d'initiation et à l'enveloppe, puis on fait coulisser ladite gaine de proche en proche à l'intérieur de l'embout d'initiation et de l'enveloppe,
- on raccorde un cordon de mise à feu 180 à chaque embout d'initiation 120, par exemple par vissage, dans l'orifice de mise à feu 124 de l'embout d'initiation 120,
- on déforme enfin le tube chargé de la gaine souple contenant le cordeau détonant, pour l'amener dans sa première configuration de fonctionnement dans laquelle il présente une forme aplatie sur toute sa longueur, par un procédé approprié de déformation, par exemple par un procédé de pressage ou autre procédé d'écrasement calibré.

[0017] La forme de l'embout d'initiation 120 est conditionnée par le procédé de fabrication qui vient d'être rappelé. Pour des raisons de commodité, l'orifice d'introduction est confondu avec l'orifice de mise à feu 124.

[0018] L'orifice de mise à feu 124 et l'orifice d'assemblage 126 de l'embout d'initiation 120 sont alignés l'un avec l'autre selon la direction longitudinale de celui-ci, pour que l'on puisse introduire et faire coulisser la gaine souple contenant le cordeau détonant dans l'embout d'initiation 120 puis dans l'enveloppe, selon la direction longitudinale commune à l'embout d'initiation 120 et à l'enveloppe.

[0019] L'orifice de mise à feu 124 sert donc à la fois à raccorder le cordon de mise à feu sur l'embout d'initiation 120, et à introduire la gaine souple contenant le cordeau détonant. Cette fonction d'introduction nécessite que l'embout d'initiation ait une certaine longueur, désignée par D à la figure 5, pour pouvoir guider la gaine souple.

[0020] Le raccordement entre l'embout d'initiation et le cordon de mise à feu, se fait sur une portion de raccordement, désignée par 140 à la figure 5, qui occupe une certaine longueur D1, selon la direction longitudinale de l'embout d'initiation, qui augmente d'autant la longueur L, dans le plan de découpage, de l'ouverture 108 pratiquée dans ladite paroi 109 de l'un au moins des deux éléments d'engin qui doivent être séparés.

[0021] L'opération de déformation du tube se fait après son assemblage avec l'embout d'initiation, car sinon il

ne serait pas possible, ou en tout cas très difficile, d'introduire la gaine souple contenant le cordeau détonant dans une enveloppe déjà aplatie. Il en résulte que le tube chargé présente une portion transitoire, désignée par 150 à la figure 5, le long de laquelle sa section passe progressivement d'une forme sensiblement circulaire, à proximité de l'embout d'initiation, à une forme sensiblement aplatie, là où il a été déformé. Cette portion transitoire 150 occupe une certaine longueur D2, qui augmente d'autant la longueur L, dans le plan de découpage, de l'ouverture 108 pratiquée dans ladite paroi 109 de l'un au moins des deux éléments d'engin.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0022] Un but de la présente invention est d'obtenir un dispositif de séparation pyrotechnique qui conserve l'avantage principal du dispositif de séparation de l'art antérieur, à savoir permettre une séparation propre des éléments, c'est-à-dire que les résidus de matière explosive restent à l'intérieur du tube. En effet, l'un des deux éléments d'engin devant être séparés est très souvent un compartiment dans lequel se trouvent des équipements électroniques sophistiqués, fragiles et onéreux, qui ne doivent pas être pollués lors de la séparation des éléments.

[0023] Un autre but de la présente invention est de minimiser les contraintes sur les bords des ouvertures pratiquées dans la paroi de l'un au moins des éléments d'engin devant être séparés. Pour cela, il est nécessaire de réduire la longueur de ces ouvertures dans le plan de découpage.

[0024] Pour cela, on cherche à diminuer la longueur D de chaque embout d'initiation et/ou la longueur D1 de la portion de raccordement associée, et/ou à diminuer la longueur D2 de la portion transitoire associée.

[0025] Or ces trois longueurs D, D1, D2 sont liées au procédé de fabrication du dispositif de séparation pyrotechnique de l'art antérieur, qui consiste à assembler un embout d'initiation rectiligne sur une enveloppe vide, puis à charger ladite enveloppe avec la gaine de matériau souple contenant le cordeau détonant par un orifice d'extrémité de l'embout d'initiation, puis à déformer le tube résultant, une fois qu'il a été chargé et raccordé.

[0026] Pour diminuer ces trois longueurs D, D1, D2, une solution consiste à charger préalablement une enveloppe ayant une section transversale sensiblement circulaire avec la gaine souple contenant le cordeau détonant, puis à déformer le tube chargé pour conférer à sa section transversale une forme aplatie sur toute sa longueur, et enfin à assembler l'embout d'initiation sur une extrémité dudit tube chargé, par l'orifice d'assemblage de l'embout d'initiation. Par conséquent, l'orifice de mise à feu de l'embout d'initiation ne sert qu'à raccorder celui-ci avec le cordon de mise à feu, et ne sert plus à introduire la gaine souple contenant le cordeau détonant.

[0027] Il en résulte d'une part que la portion transitoire est supprimée, puisque la déformation du tube chargé

se fait sur toute sa longueur. La longueur D2 peut ainsi être supprimée. Il en résulte d'autre part qu'il n'est plus nécessaire de placer l'orifice de mise à feu de manière à ce qu'il soit aligné avec l'orifice d'assemblage selon la direction longitudinale du tube chargé. La longueur D1 peut ainsi être supprimée. Il en résulte enfin que l'embout d'initiation peut être raccourci, et sa longueur D diminuée, puisqu'il n'a plus pour rôle de guider la gaine souple contenant le cordeau détonant pour son introduction dans l'enveloppe.

[0028] La suppression de la portion transitoire a aussi pour avantage de réduire les coûts de fabrication du dispositif de séparation.

[0029] Un autre but de la présente invention est de garantir que l'assemblage entre le tube chargé et l'embout d'initiation assure de bonnes conditions d'étanchéité pour préserver le cordeau détonant de l'humidité de l'air ambiant.

[0030] Par conséquent, pour la fabrication d'un dispositif de séparation pyrotechnique, on est confronté au double problème suivant :

- utiliser un tube préalablement chargé et ayant une section transversale préalablement aplatie, avant de l'assembler avec un embout d'initiation à au moins une de ses extrémités,
- garantir l'étanchéité de cet assemblage entre l'embout d'initiation et ladite extrémité du tube préalablement chargé et préalablement déformé.

[0031] Ce double problème peut être résolu au moyen d'un assemblage par soudage.

[0032] Mais un problème dérivé survient alors. L'échauffement des pièces lors du soudage ne doit pas provoquer la mise à feu intempestive ou la destruction du cordeau détonant qui se trouve déjà à l'intérieur de l'enveloppe au moment de l'assemblage.

[0033] La présente invention propose donc un procédé d'assemblage d'un dispositif de séparation pyrotechnique par lequel on assemble directement au moins un embout d'initiation à une extrémité d'un tube préalablement chargé et déformé, ledit embout d'initiation ayant une dimension longitudinale réduite par rapport aux embouts d'initiation de l'art antérieur, et ledit procédé d'assemblage garantissant l'étanchéité de l'assemblage. Elle propose aussi un dispositif de séparation pyrotechnique obtenu par ce procédé.

[0034] Selon un premier aspect de l'invention, le procédé d'assemblage d'un dispositif de séparation pyrotechnique comprend :

- une étape au cours de laquelle on emboîte un tube chargé, comprenant une enveloppe contenant un cordeau détonant, dans un embout d'initiation,
- une étape au cours de laquelle on solidarise ledit tube chargé et ledit embout d'initiation par soudage par fusion, en réalisant des points de soudure successifs qui se chevauchent de manière à former au

moins un cordon de soudure périphérique, continu et fermé.

[0035] De manière préférée, le procédé comprend une étape préalable au cours de laquelle on a déformé le tube chargé pour conférer à sa section transversale une forme aplatie sur toute sa longueur.

[0036] De manière préférée, ladite section transversale aplatie a une forme oblongue ou ovale ou elliptique.

[0037] De manière préférée, le procédé comprend une étape initiale au cours de laquelle on a chargé une enveloppe ayant une section transversale de forme sensiblement circulaire avec un matériau souple et un cordeau détonant, ledit matériau souple formant une gaine pour ledit cordeau détonant.

[0038] Si le dispositif de séparation comporte plus d'un embout d'initiation, la succession des étapes ci-dessus mentionnées est renouvelée pour chaque assemblage d'un embout d'initiation avec une extrémité de tube préalablement chargé et déformé.

[0039] De préférence, ledit cordon de soudure est réalisé entre une zone périphérique amincie d'une paroi d'assemblage entourant un orifice d'assemblage de l'embout d'initiation et l'enveloppe. Lesdits points de soudure traversent la zone périphérique amincie de la paroi d'assemblage et pénètrent dans l'enveloppe sans la traverser.

[0040] De préférence, ce soudage par points est effectué au moyen d'un appareil de soudage au laser de type laser YAG pulsé. Ses paramètres de fonctionnement sont réglés de telle manière que l'élévation de température au niveau du cordeau détonant soit parfaitement maîtrisée.

[0041] Selon un deuxième aspect de l'invention, le dispositif de séparation pyrotechnique comprend au moins un tube chargé avec un cordeau détonant et au moins un embout d'initiation assemblé sur ledit tube chargé par la mise en oeuvre d'un procédé d'assemblage conforme au premier aspect de l'invention.

[0042] De préférence, l'embout d'initiation est doté d'un orifice d'assemblage délimité par une paroi d'assemblage qui comporte une zone périphérique amincie.

[0043] De préférence, l'embout d'initiation présente une forme coudée, formant par exemple sensiblement un angle droit.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0044] D'autres caractéristiques et avantages du procédé d'assemblage et du dispositif de séparation pyrotechnique apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre d'un exemple de réalisation de l'invention, fourni à titre purement illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'une partie d'une zone de découpage entre deux éléments d'engin, montrant deux embouts d'initiation assemblés

sur deux extrémités respectives mises bout à bout de deux tubes chargés d'un dispositif de séparation pyrotechnique ;

- la figure 2 illustre en coupe longitudinale un embout d'initiation assemblé sur une extrémité d'un tube chargé d'un dispositif de séparation pyrotechnique ;
- la figure 3 est une vue partielle agrandie illustrant l'assemblage par soudage entre l'embout d'initiation et le tube chargé de la figure 2 ; et
- la figure 4 est une vue en gros plan d'un point de soudure permettant d'illustrer sa forme et ses dimensions ;
- la figure 5, déjà décrite, est une vue de dessus d'une partie d'une zone de découpage entre deux éléments d'engin, montrant deux embouts d'initiation assemblés sur deux extrémités mises bout à bout d'un tube chargé d'un dispositif de séparation pyrotechnique de l'art antérieur.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ D'UN MODE DE RÉALISATION PARTICULIER

[0045] En se référant à la figure 1, un premier élément d'engin 2 et un deuxième élément d'engin 4 destinés à être séparés sont accolés l'un à l'autre le long d'une zone de découpage. La figure 1 illustre seulement une partie des deux éléments 2, 4, qui présentent chacun une forme globale de couronne sensiblement circulaire. Cette zone de découpage est parcourue par un logement périphérique 6 qui comprend, dans l'exemple illustré, une paroi 62 appartenant à l'élément d'engin 2 et une paroi 64 appartenant à l'élément d'engin 4.

[0046] Ledit logement périphérique 6 reçoit des dispositifs 10 de séparation pyrotechnique. Ceux-ci sont, dans le présent exemple, au nombre de deux et disposés bout à bout. Ils comprennent chacun un tube chargé 12 et deux embouts d'initiation 20. Du fait de la configuration sensiblement circulaire de la zone de découpage du présent exemple, celle-ci présente deux emplacements sensiblement diamétralement opposés, dans lesquels se trouvent deux embouts d'initiation 20 appartenant chacun à l'un des dispositifs de séparation 10. Au niveau de ces deux emplacements, l'élément d'engin 4 présente des ouvertures 8 destinées à loger les embouts d'initiation 10 et des cordons de mise à feu 80 (représentés par des traits discontinus à la figure 1) qui connectent les embouts d'initiation 20 à un dispositif de mise à feu (non représenté), qui est éloigné de la zone de découpage.

[0047] La figure 2 illustre, en coupe longitudinale, une extrémité d'un dispositif de séparation pyrotechnique 10, qui comprend un tube chargé 12 et un embout d'initiation 20.

[0048] Le tube chargé 12 comprend une enveloppe métallique 13, de préférence en acier inoxydable. Il est équipé sur toute sa longueur d'un cordeau détonant 14 constituant une âme dudit tube chargé 12, et d'une gaine souple 16 qui remplit l'espace compris entre l'enveloppe 13 et le cordeau détonant 14. Le tube chargé 12 a été

obtenu en introduisant dans l'enveloppe 13 un matériau souple contenant le cordeau détonant 14, ledit matériau souple formant une gaine 16 pour ledit cordeau détonant 14. Ladite gaine souple 16 est réalisée en un matériau amortisseur, comme par exemple du silicone.

[0049] Le tube chargé 12 a été préalablement déformé sur toute sa longueur. Il présente une section transversale de forme aplatie, par exemple oblongue, ovale ou elliptique. Une mise à feu du cordeau détonant provoquera une expansion radiale du tube chargé 12 qui tendra à adopter une configuration dans laquelle il présentera une section transversale sensiblement circulaire.

[0050] L'embout d'initiation 20 est un embout métallique, de préférence en acier inoxydable affiné sous vide, qui présente une longueur D selon sa direction longitudinale qui est aussi la direction longitudinale du tube chargé 12. Il comprend :

- un corps d'embout 22,
- un orifice de mise à feu 24 destiné au raccordement avec un cordon de mise à feu 80 (représenté par des traits discontinus à la figure 1), qui est sur l'exemple illustré un raccordement de type vissé, et
- un orifice d'assemblage 26 pour son assemblage avec le tube chargé 12.

[0051] Le corps d'embout 22 présente de préférence une forme coudée. L'orifice de mise à feu 24 et l'orifice d'assemblage 26 ont des axes qui se coupent en formant, dans l'exemple illustré, un angle sensiblement égal à 90°.

[0052] L'orifice d'assemblage 26 présente une section transversale dont la forme et les dimensions sont adaptées à celles de la section transversale de l'extrémité du tube chargé 12. Il est délimité par une paroi d'assemblage 28 qui fait partie du corps d'embout 22. La paroi d'assemblage 28 présente une zone périphérique amincie 30 et se termine par un anneau de renfort 32.

[0053] La zone périphérique amincie 30 est représentée à plus grande échelle à la figure 3, qui illustre l'assemblage proprement dit de l'embout d'initiation 20 sur le tube chargé 12.

[0054] Le procédé d'assemblage du dispositif de séparation 10 comprend une étape d'emboîtement de l'extrémité du tube chargé 12 dans l'orifice d'assemblage 26, et une étape de solidarisation par soudage de la zone périphérique amincie 30 sur l'enveloppe aplatie 13.

[0055] Ces deux étapes peuvent être précédées par une étape de chargement de l'enveloppe 13 avec le cordeau détonant 14 entouré de sa gaine souple 16, et/ou par une étape de déformation de la section transversale du tube chargé 12. Cette déformation est effectuée sur toute la longueur du tube chargé 12, et tend à aplatir sa section transversale, pour lui conférer une forme oblongue, ou ovale, ou elliptique, ou autre forme aplatie.

[0056] Le soudage est un soudage par fusion de métal, qui est effectué au moyen d'un appareil de soudage au laser de type laser YAG pulsé, dont on règle les paramètres de fonctionnement, de sorte que la température

générée au niveau du cordeau détonant ne dépasse pas une valeur maximale T_M . De préférence, cette valeur maximale T_M est fixée à 100°C. Les principaux paramètres de fonctionnement sont la vitesse de soudage, l'énergie de soudage, la durée des impulsions, la fréquence des impulsions du faisceau laser, la focale de l'objectif, et la distance de tir.

[0057] Le procédé de soudage influence le choix du matériau constitutif de l'embout d'initiation. En effet, un acier inoxydable affiné sous vide présente comme avantage, par rapport à un acier inoxydable qui ne serait pas affiné sous vide, une moindre sensibilité à la fissuration qui se produit parfois au cours d'un soudage au laser, du fait de la solidification rapide des zones fondues.

[0058] L'étape de soudage consiste à réaliser des points de soudure 40 successifs sur la zone périphérique amincie 30, en faisant se chevaucher les points de soudure 40 le long de la périphérie de la zone périphérique amincie 30, de manière à former un ou plusieurs cordon(s) de soudure 42 périphérique(s) et continu(s).

[0059] De préférence, les points de soudure 40 d'un même cordon de soudure 42 sont régulièrement répartis sur la totalité de la circonférence de la zone périphérique amincie 30, de sorte que ledit cordon de soudure 42 est fermé.

[0060] Comme on le voit distinctement sur la figure 3, les points de soudure 40 traversent la zone périphérique amincie 30 de la paroi d'assemblage 28, et pénètrent dans l'enveloppe 13 sans la traverser.

[0061] L'assemblage de l'embout d'initiation 20 sur l'extrémité du tube chargé 12 est obtenu dès que l'on a réalisé un cordon de soudure 42 périphérique et continu. Pour améliorer la tenue mécanique et l'étanchéité de l'assemblage, on préfère réaliser plusieurs cordons de soudure 42 périphériques et continus, qui sont sensiblement parallèles entre eux. Le nombre de cordons de soudure 42 est limité par la largeur de la zone périphérique amincie 30. Il est de préférence compris entre deux et six, et de manière encore plus préférée égal à quatre. Ladite largeur de la zone périphérique amincie est notée a.

[0062] Selon une variante de réalisation, les cordons de soudure 42 sont espacés les uns des autres selon la direction de la largeur a de la zone périphérique amincie 30. Selon une autre variante préférée, illustrée à la figure 3, les cordons de soudure 42 sont jointifs selon la direction de la largeur a de la zone périphérique amincie 30.

[0063] La hauteur de la zone périphérique amincie est notée h1, la distance axiale entre deux cordons de soudure 42 adjacents est notée c, la distance entre chaque cordon de soudure 42 d'extrémité et chaque bord de la zone périphérique amincie 30 est notée b, et la largeur totale de soudage est notée 1.

[0064] Sur la figure 4 est illustré en coupe et de manière agrandie un point de soudure 40. Il comporte une partie formant base 44 qui débouche à l'extérieur à la surface de la zone périphérique amincie 30, et une partie formant pied 46 qui pénètre dans l'enveloppe 13. La base 44 présente sensiblement une forme de dôme et le pied

46 présente sensiblement une forme cylindrique ou une forme tronconique s'amenuisant en s'éloignant de la base 44. L'extrémité du pied 46 pénétrant dans l'enveloppe 13 se termine par un bout 47 sensiblement arrondi. La surface de la base 44 qui débouche à l'extérieur présente un creux 45. La jonction entre la base 44 et le pied 46 présente sensiblement un profil en forme d'entonnoir. La base 44 présente un diamètre d1 et son creux 45 présente une hauteur e. Le pied 46 présente un diamètre d2. Lorsque le pied 46 présente une forme sensiblement tronconique, son diamètre d2 est axialement variable. On désigne par d2p le diamètre d2 au niveau du plan de joint entre la zone périphérique amincie 30 et l'enveloppe 13. Le point de soudure 40 présente une hauteur totale h2 qui est la somme d'une hauteur traversante h1 égale à la hauteur de la zone périphérique amincie 30 traversée par les points de soudure 40 et d'une hauteur pénétrante h3 qui correspond à la hauteur de pénétration des points de soudure 40 dans l'enveloppe 13.

Exemple

[0065] On a utilisé un embout d'initiation 20 en acier inoxydable de type EZ2 CN 18-10, hypereffort et affiné sous vide, comportant une paroi d'assemblage 28 ayant une zone périphérique amincie 30 d'une largeur a = 6,2 mm, et d'une hauteur h1 = 0,95 mm.

[0066] On a également utilisé une enveloppe cylindrique 13 en acier inoxydable de type Z2 CN 18-10, hypereffort et non affiné sous vide.

[0067] L'enveloppe 13 a été chargée avec une gaine de silicone 13 contenant un cordeau détonant 14. Le tube chargé ainsi formé a été écrasé pour avoir une section transversale de forme oblongue, avec deux parties droites et deux parties arrondies.

[0068] On a utilisé un procédé de soudage par laser YAG pulsé, avec un centre de microsoudage connu sous la dénomination LASAG PM 300.

[0069] On a réglé ses paramètres de fonctionnement de la manière suivante :

- vitesse de soudage sur les parties droites : 45 millimètres/minute
- vitesse de soudage sur les parties arrondies : 540 degrés/minute
- énergie impulsionnelle : 18 joules
- durée des impulsions : 6 millisecondes
- fréquence des impulsions : 3 hertz
- focale de l'objectif : 150 millimètres
- distance de tir : 125,6 millimètres

[0070] On a appliqué une protection gazeuse au moyen d'un flux d'azote ayant un débit de 10 litres/minute.

[0071] La température générée au niveau du cordeau détonant est restée inférieure à 80°C.

[0072] On a réalisé des points de soudure 40 se chevauchant selon la direction périphérique de manière à

former quatre cordons de soudure 42 périphériques, continus, et fermés. Les cordons de soudure 42 étaient joints. La distance axiale entre deux cordons de soudure 42 adjacents était $c = 0,9$ mm. La distance entre chaque cordon de soudure le plus extérieur et le bord correspondant de la zone périphérique amincie était $b = 1,75$ mm. La largeur totale de soudage était $1 = 4,2$ mm.

[0073] Les points de soudure 40 présentait les dimensions suivantes :

- hauteur totale : $h_2 = 1,2$ à $1,4$ mm,
- hauteur traversante : $h_1 = 0,95$ mm,
- hauteur pénétrante : $h_3 = h_2 - h_1 = 0,25$ à $0,45$ mm,
- diamètre de base : $1,2 \text{ mm} \leq d_1 \leq 1,6 \text{ mm}$,
- hauteur moyenne du creux dans la base : $e \leq 0,2$ mm,
- diamètre de pied au niveau du plan de joint entre la zone périphérique amincie 30 et l'enveloppe 13 : $d_{2p} \geq 0,4$ mm.

[0074] On a utilisé un embout d'initiation 20 dont la longueur D selon la direction longitudinale du tube chargé était sensiblement comprise entre 30 et 35 millimètres, plus précisément sensiblement égale à 32,7 millimètres, alors que selon l'art antérieur on aurait utilisé un embout d'initiation comportant un orifice de mise à feu et d'introduction axialement aligné avec l'orifice d'assemblage, et présentant une longueur D de 58,4 mm.

[0075] On a réduit la longueur L, dans le plan de découpage, de l'ouverture pratiquée dans la paroi de l'élément d'engin à 116 millimètres, alors qu'avec un dispositif de séparation de l'art antérieur, on aurait dû pratiquer une ouverture ayant une longueur L de 230 mm.

[0076] L'invention n'est pas limitée au mode de réalisation et à l'exemple qui viennent d'être décrits. Elle englobe des modifications et adaptations qui sont à la portée de l'homme du métier.

Revendications

1. Procédé d'assemblage d'un dispositif de séparation pyrotechnique (10), comprenant:

- une étape au cours de laquelle on emboîte un tube chargé (12), comprenant une enveloppe (13) contenant un cordeau détonant (14), dans un embout d'initiation (20),
- une étape au cours de laquelle on solidarise ledit tube préalablement chargé (12) et ledit embout d'initiation (20) par soudage **caractérisé en ce que** la solidarisation dudit tube et dudit embout est effectuée par soudage par fusion, en réalisant des points de soudure (40) successifs qui se chevauchent de manière à former au moins un cordon de soudure (42) périphérique, continu, et fermé.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comprend une étape préalable au cours de laquelle on déforme le tube chargé.

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'on** déforme le tube chargé (12) pour conférer à sa section transversale une forme aplatie sur toute sa longueur.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ledit tube chargé (12) présente une section transversale ayant une forme oblongue ou ovale ou elliptique.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'il** comprend une étape initiale au cours de laquelle on charge l'enveloppe avec un matériau souple contenant le cordeau détonant de manière à former ledit tube chargé.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** ledit cordon de soudure (42) est réalisé entre l'enveloppe (13) et une zone périphérique amincie (30) d'une paroi d'assemblage (28) entourant un orifice d'assemblage (26) de l'embout d'initiation (20).

7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les points de soudure (40) traversent la zone périphérique amincie (30) de la paroi d'assemblage (28) et pénètrent dans l'enveloppe (13).

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'on réalise des cordons de soudure (42) sensiblement parallèles, dont le nombre est compris entre deux et six.

9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** l'on réalise quatre cordons de soudure (42).

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** lorsque l'on réalise plus d'un cordon de soudure (42), ces cordons de soudure (42) sont espacés les uns des autres.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** lorsque l'on réalise plus d'un cordon de soudure (42), ces cordons de soudure (42) sont joints.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** le soudage est réalisé au moyen d'un laser YAG pulsé dont les paramètres de fonctionnement sont réglés de sorte que la température générée au niveau du cordeau détonant ne dépasse une valeur de température maximale (T_M).

13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en**

ce que l'on fixe la valeur de température maximale (T_M) à 100° C.

14. Dispositif de séparation pyrotechnique (10), comprenant un embout d'initiation (20) et un tube chargé (12) avec un cordeau détonant (14), **caractérisé en ce que** ledit embout d'initiation (20) est assemblé sur ledit tube chargé (12), par la mise en oeuvre d'un procédé d'assemblage selon l'une quelconque des revendications 1 à 13. 5
15. Dispositif (10) selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** le tube chargé (12) est formé d'une enveloppe (13) dans laquelle a été introduite une gaine souple (16) contenant le cordeau détonant (14). 10
16. Dispositif (10) selon la revendication 14 ou 15, **caractérisé en ce que** ledit tube chargé (12) présente une section transversale ayant une forme aplatie. 15
17. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 14 à 16, **caractérisé en ce que** ledit tube chargé (12) présente une section transversale ayant une forme oblongue ou ovale ou elliptique. 20
18. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 14 à 17, **caractérisé en ce que** l'enveloppe (13) et l'embout d'initiation (20) sont tous deux réalisés en acier inoxydable. 25
19. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 14 à 18, **caractérisé en ce que** l'enveloppe (13) est réalisée en acier inoxydable de type Z2 CN 18-10, hyperefforté. 30
20. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 14 à 19, **caractérisé en ce que** l'embout d'initiation (20) est réalisé en acier inoxydable affiné sous vide de type EZ2 CN 18-10, hyperefforté et affiné sous vide. 35
21. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 14 à 20, **caractérisé en ce que** l'embout d'initiation (20) est doté d'un orifice d'assemblage (26) entouré d'une paroi d'assemblage (28) qui comporte une zone périphérique amincie (30). 40
22. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 14 à 21, **caractérisé en ce que** l'embout d'initiation (20) présente une forme coudée. 45

Claims

1. Method for the assembly of a pyrotechnic separation device (10), comprising a stage during which a filled tube (12), comprising an envelope (13) containing a detonating cord (14), is fitted into an initiating end 55

cap (20) and a stage during which said previously filled tube (12) and said initiating end cap (20) are joined by welding, **characterized in that** the joining of said tube and said end cap takes place by fusion welding, by implementing successive weld points (40) overlapping so as to form at least one peripheral, continuous and closed bead (42).

2. Method according to claim 1, **characterized in that** it comprises a prior stage during which the filled tube is deformed. 10
3. Method according to claim 2, **characterized in that** the filled tube (12) is deformed in order to give its cross-section a flattened shape over its entire length. 15
4. Method according to any one of the claims 1 to 3, **characterized in that** said filled tube (12) has a cross-section with an oblong or oval or elliptical shape. 20
5. Method according to any one of the claims 1 to 4, **characterized in that** it comprises an initial stage during which the envelope is filled with a flexible material containing the detonating cord in such a way as to form the said filled tube. 25
6. Method according to any one of the claims 1 to 5, **characterized in that** said bead (42) is formed between the envelope (13) and a thinned down, peripheral zone (30) of an assembly wall (28) surrounding an assembly orifice (26) of the initiating end cap (20). 30
7. Method according to claim 6, **characterized in that** the weld points (40) traverse the thinned down, peripheral zone (30) of assembly wall (28) and penetrate envelope (13). 35
8. Method according to any one of the claims 1 to 7, **characterized in that** substantially parallel beads (42) are formed and there are between two and six such beads. 40
9. Method according to claim 8, **characterized in that** four beads (42) are formed. 45
10. Method according to any one of the claims 1 to 9, **characterized in that** on producing more than one bead (42), said beads (42) are spaced from one another. 50
11. Method according to any one of the claims 1 to 9, **characterized in that** when more than one bead (42) is produced, said beads (42) are contiguous.
12. Method according to any one of the claims 1 to 11, **characterized in that** welding is carried out by

means of a pulsed YAG laser, whose operating parameters are governed in such a way that the temperature generated at the detonating cord does not exceed a maximum temperature value (T_M).

13. Method according to claim 12, **characterized in that** the maximum temperature value (T_M) is fixed at 100°C.
14. Pyrotechnic separation device (10) comprising an initiating end cap (20) and a filled tube (12) with a detonating cord (14), **characterized in that** said initiating end cap (20) is assembled with said filled tube (12) by implementing an assembly method according to any one of the claims 1 to 13.
15. Device (10) according to claim 14, **characterized in that** the filled tube (12) is formed by an envelope (13) into which has been introduced a flexible sheath (16) containing the detonating cord (14).
16. Device (10) according to claim 14 or 15, **characterized in that** said filled tube (12) has a cross-section with a flattened shape.
17. Device (10) according to any one of the claims 14 to 16, **characterized in that** said filled tube (12) has a cross-section with an oblong or oval or elliptical shape.
18. Device (10) according to any one of the claims 14 to 17, **characterized in that** the envelope (13) and initiating end cap (20) are both made from stainless steel.
19. Device (10) according to any one of the claims 14 to 18, **characterized in that** the envelope (13) is made from hyperhardened stainless steel of type Z2 CN 18-10.
20. Device (10) according to any one of the claims 14 to 19, **characterized in that** the initiating end cap (20) is made from a vacuum refined, hyperhardened stainless steel type EZ2 CN 18-10.
21. Device (10) according to any one of the claims 14 to 20, **characterized in that** the initiating end cap (20) has an assembly orifice (26) surrounded by an assembly wall (28) having a thinned down, peripheral zone (30).
22. Device (10) according to any one of the claims 14 to 21, **characterized in that** the initiating end cap (20) has an angled shape.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Zusammenbauen einer pyrotechnischen Trennvorrichtung (10), das umfasst:
 - einen Schritt, in dem eine Rohrladung (12), die eine Zündschnur (14) enthaltende Hülle (13) aufweist, in einen Zündansatz (20) eingesetzt wird,
 - einen Schritt, in dem das bereits geladene Rohr (12) und der Zündansatz (20) durch Schweißen verbunden werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindung des Rohrs und des Ansatzes durch Schmelzschweißen erfolgt, indem aufeinander folgende Schweißpunkte (40), die gegenseitig überlappen, verwirklicht werden, derart, dass wenigstens ein ununterbrochener und geschlossener Umfangsschweißwulst (42) gebildet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen vorherigen Schritt umfasst, in dem die Rohrladung verformt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrladung (12) verformt wird, um ihrem Querschnitt auf der gesamten Länge eine abgeflachte Form zu verleihen.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrladung (12) einen Querschnitt aufweist, der eine längliche oder ovale oder elliptische Form hat.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen anfänglichen Schritt umfasst, in dem die Hülle mit einem nachgiebigen Werkstoff gefüllt wird, der die Zündschnur enthält, so dass die Rohrladung gebildet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schweißwulst (42) zwischen der Hülle (13) und einer verjüngten Umfangszone (30) einer Montagewand (28), die eine Montageöffnung (26) des Zündansatzes (20) umgibt, verwirklicht ist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schweißpunkte (40) durch die verjüngte Umfangszone (30) der Montagewand (28) verlaufen und in die Hülle (13) eindringen.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Wesentlichen parallele Schweißwulste (42) verwirklicht werden, deren Anzahl im Bereich von zwei bis sechs liegt.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet,**

zeichnet, dass vier Schweißwulste (42) verwirklicht werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese Schweißwulste (42) dann, wenn mehr als ein Schweißwulst (42) verwirklicht wird, voneinander beabstandet sind. 5
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese Schweißwulste dann, wenn mehr als ein Schweißwulst (42) verwirklicht werden, aneinandergrenzen. 10
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schweißen mittels eines gepulsten YAG-Lasers verwirklicht wird, dessen Betriebsparameter in der Weise geregelt werden, dass die auf Höhe der Zündschnur erzeugte Temperatur einen vorgegebenen maximalen Temperaturwert (T_M) nicht übersteigt. 15
20
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wert der Maximaltemperatur (T_M) auf 100 °C festgelegt ist. 25
14. Pyrotechnische Trennvorrichtung (10), die einen Zündansatz (20) und eine Rohrladung (12) mit einer Zündschnur (14) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zündansatz (20) an der Rohrladung (12) durch Ausführen eines Montageverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13 angebracht wird. 30
15. Vorrichtung (10) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrladung aus einer Hülle (13) gebildet ist, in die eine elastische Abschirmung (16) eingeführt ist, die die Zündschnur (14) enthält. 35
16. Vorrichtung (10) nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrladung (12) einen Querschnitt aufweist, der eine abgeflachte Form besitzt. 40
17. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrladung (12) einen Querschnitt aufweist, der eine längliche oder ovale oder elliptische Form hat. 45
18. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** sowohl die Hülle (13) als auch der Zündansatz (20) aus rostfreiem Stahl verwirklicht sind. 50
19. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 14 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülle (13) aus überhärtetem rostfreiem Stahl des Typs Z2 CN 18-10 verwirklicht ist. 55
20. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 14 bis

19, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zündansatz (20) aus vakuumgefrischtem überhärtetem und im Vakuum gefrischtem rostfreiem Stahl des Typs EZ2 CN 18-10 verwirklicht ist.

21. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 14 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zündansatz (20) mit einer Montageöffnung (26) versehen ist, die von einer Montagewand (28) umgeben ist, die eine verjüngte Umfangszone (30) aufweist.
22. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 14 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zündansatz (20) eine gekrümmte Form aufweist.

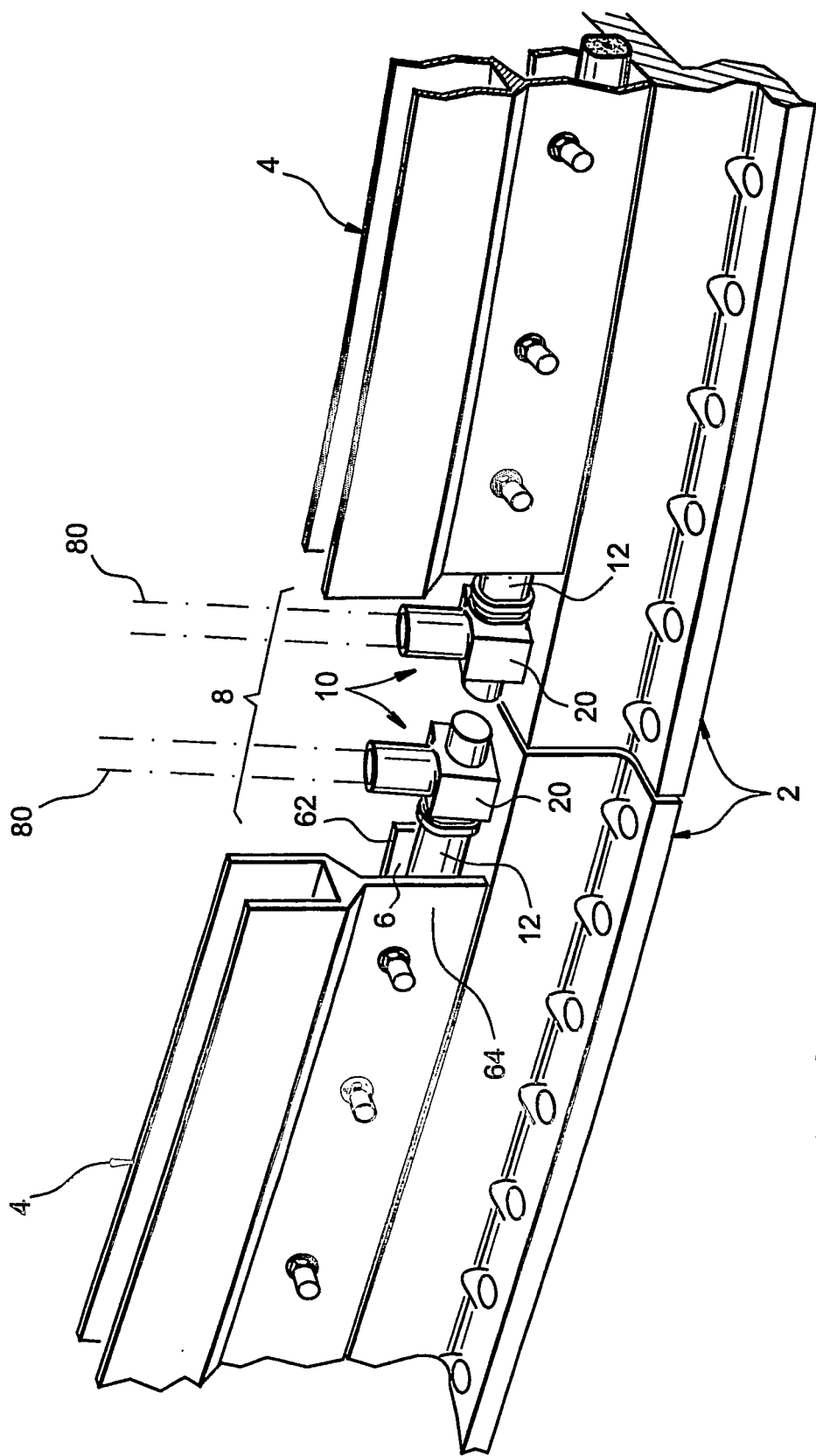


FIG. 1

