

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 962 742 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
11.12.2002 Bulletin 2002/50

(51) Int Cl.7: **F42B 15/38**

(21) Numéro de dépôt: **99401321.7**

(22) Date de dépôt: **01.06.1999**

(54) **Dispositif de découpe de pièces non métalliques au moyen d'un tube à expansion pyrotechnique**

Vorrichtung zum Schneiden von nicht-metallischen Stücken mittels eines pyrotechnischen Ausdehnungsrohres

Cutting device for non-metallic parts by means of a pyrotechnically expanding tube

(84) Etats contractants désignés:
CH DE ES GB IT LI SE

(30) Priorité: **02.06.1998 FR 9806898**

(43) Date de publication de la demande:
08.12.1999 Bulletin 1999/49

(73) Titulaire: **AEROSPATIALE MATRA**
75016 Paris (FR)

(72) Inventeur: **Salort, Cédric**
92410 Ville D'Avray (FR)

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

(56) Documents cités:
EP-A- 0 273 061 **US-A- 3 486 410**
US-A- 4 314 500

EP 0 962 742 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] L'invention concerne un dispositif de découpe utilisant un tube à expansion pyrotechnique pour découper au moins une pièce, selon une ligne de découpe donnée.

[0002] Un tel dispositif peut notamment être utilisé dans les industries aéronautique et spatiale, pour commander en un temps très bref la séparation de deux éléments structurels, tout en assurant la transmission d'efforts parfois importants entre ces deux éléments, avant que la découpe ne soit effectuée.

Etat de la technique

[0003] Lorsque deux structures métalliques, entre lesquelles passent des efforts, doivent être séparées de façon irréversible, en un temps très bref et au moyen d'une commande à distance, on utilise couramment des dispositifs de découpe pyrotechnique intégrés dans la zone de jonction entre les deux structures.

[0004] Lorsqu'on désire effectuer une découpe propre, c'est-à-dire avec une libération de poussières aussi réduite que possible, on utilise généralement un dispositif de découpe incluant un tube à expansion pyrotechnique.

[0005] L'expression "tube à expansion pyrotechnique" désigne un tube métallique étanche et déformable, dans lequel chemine un cordeau détonant. Un matériau souple tel que du caoutchouc silicone est interposé entre le cordeau détonant et l'enveloppe. Avant la mise à feu, l'enveloppe présente une section oblongue, par exemple en forme d'ellipse ou de cercle aplati.

[0006] Lorsque le cordeau détonant est mis à feu, l'onde de choc qui se propage à très grande vitesse le long du tube déforme l'enveloppe et tend à lui donner une section sensiblement circulaire.

[0007] Habituellement, un dispositif de découpe pyrotechnique incluant un tube à expansion pyrotechnique est utilisé pour découper des pièces métalliques. A cet effet, il est monté dans un espace formé entre deux pièces métalliques ou entre deux parties d'une même pièce métallique. La ou les pièces à découper sont préalablement usinées, de façon à présenter une zone d'épaisseur réduite selon chaque ligne de découpe désirée. L'expansion de l'enveloppe provoquée par la mise à feu du cordeau détonant se traduit par la découpe de la ou des pièces selon la ligne de découpe correspondant à la zone usinée.

[0008] Des dispositifs de découpe d'une ou deux pièces métalliques au moyen d'un tube à expansion pyrotechnique sont décrits notamment dans les documents US-A-3 486 410, US-A-3 453 960, US-A-3 698 281, FR-A-2 598 796 et EP-A-0 273 061.

[0009] Les éléments structurels utilisés dans les industries aéronautique et spatiale sont réalisés de plus

en plus fréquemment en des matériaux non métalliques. En particulier, les matériaux utilisés sont souvent des matériaux composites, c'est-à-dire des matériaux formés de fibres longues disposées en nappes superposées selon des orientations préférentielles, noyées dans une matrice de résine.

[0010] Lorsque de tels matériaux non métalliques sont utilisés, il n'est actuellement pas possible de les découper directement au moyen d'un tube à expansion pyrotechnique comme on a l'habitude de le faire dans le cas des structures métalliques.

[0011] En premier lieu, l'usinage d'une zone de moindre épaisseur dans un matériau non métallique, et notamment dans un matériau composite, actuellement indispensable pour localiser et limiter la découpe produite par le tube à expansion pyrotechnique, n'est pas acceptable dans un matériau non métallique, notamment de type composite. En effet, un tel usinage conduirait à amoindrir de façon inacceptable les caractéristiques mécaniques de la pièce avant sa découpe, en coupant les fibres longues qui lui procurent ces caractéristiques.

[0012] Par ailleurs, la découpe d'un matériau non métallique, notamment de type composite, au moyen d'un dispositif de découpe risquerait d'engendrer une pollution importante de l'environnement ainsi qu'une diminution sensible des caractéristiques mécaniques des structures attenantes. Cette diminution aurait notamment pour origine des phénomènes dits de "délaminage", c'est-à-dire un décollement des nappes de fibres à proximité de la ligne de découpe.

[0013] Pour ces différentes raisons, lorsqu'un dispositif de découpe pyrotechnique doit être intégré actuellement dans une structure non métallique, on interpose entre les deux éléments structurels à séparer une structure métallique dont on commande la découpe à l'aide d'un tube à expansion pyrotechnique. En d'autres termes, la séparation est assurée en découpant une ou plusieurs pièces métalliques rapportées sur les ensembles structurels en matériau non métallique que l'on désire séparer.

[0014] Cet agencement classique complique la structure et en augmente le coût.

[0015] Par ailleurs, il va à l'encontre de l'un des avantages essentiels procurés par les matériaux non métalliques qui est le gain de masse. En effet, l'adjonction de pièces métalliques dans la zone de liaison entre les deux ensembles structurels à séparer se traduit par un accroissement non négligeable de la masse. Cet accroissement de masse a notamment pour origines le caractère métallique des pièces ajoutées et la présence indispensable d'organes de fixation assurant la liaison entre les pièces métalliques et les pièces non métalliques. Il s'agit d'un inconvénient particulièrement pénalisant dans certaines applications telles que l'industrie spatiale.

[0016] En outre, la découpe pyrotechnique de pièces métalliques impose d'engendrer un choc relativement important. Ce choc est appliqué sur les appareils et ins-

truments parfois très sensibles qui se trouvent à proximité. Au contraire, les caractéristiques mécaniques très différentes des matériaux non métalliques permettraient, si leur découpe directe était possible, de réaliser la séparation en engendrant un choc sensiblement moindre. Cela constituerait un avantage pour les appareils et instruments embarqués.

Exposé de l'invention

[0017] L'invention a précisément pour objet un dispositif de découpe pyrotechnique, permettant de découper directement des pièces non métalliques, et notamment des pièces en matériau composite, au moyen d'un tube à expansion pyrotechnique, en préservant les propriétés mécaniques de ces pièces avant et après leur découpe, et en limitant la pollution engendrée lors de la découpe.

[0018] Conformément à l'invention, ce résultat est obtenu au moyen d'un dispositif de découpe pyrotechnique comprenant un tube à expansion pyrotechnique monté dans un espace ménagé entre deux pièces et délimité par au moins une entretoise reliant ces deux pièces, de façon à découper au moins l'une des pièces selon au moins une ligne de découpe lorsque le tube est mis en oeuvre, caractérisé par le fait que chaque pièce à découper est en matériau non métallique, un contrefort étant fixé sur celle-ci, à l'opposé et en face de l'entretoise, de telle sorte qu'un bord du contrefort s'étende le long de la ligne de découpe.

[0019] Le contrefort qui est fixé à l'extérieur de la pièce à découper, en face de l'entretoise, agit à la manière d'une enclume contre laquelle prend appui la partie correspondante de la pièce, lors de la mise à feu du cordeau détonant. Une découpe relativement propre et bien localisée est ainsi assurée, sans usinage des pièces. De ce fait, la tenue mécanique des pièces avant la découpe n'est pas remise en cause. De plus, la netteté de la découpe préserve l'intégrité des pièces après leur découpe et limite fortement la pollution.

[0020] En rendant possible la découpe directe de matériaux non métalliques, et notamment de matériaux composites, le dispositif selon l'invention permet d'alléger très sensiblement les ensembles non métalliques qui doivent être découpés à l'aide d'un tube à expansion pyrotechnique. De plus, le dispositif selon l'invention permet de réduire sensiblement le choc engendré lors de la découpe, par rapport à celui qui est engendré lors de la découpe de pièces métalliques.

[0021] Dans une première forme de réalisation de l'invention, chaque contrefort est sensiblement indéformable.

[0022] Au contraire, dans une deuxième forme de réalisation de l'invention, chaque contrefort est réalisé en un matériau déformable.

[0023] Afin de préserver encore mieux l'intégrité de la pièce découpée et notamment de s'opposer à son délaminage dans le cas d'une pièce en matériau compo-

site, un organe de maintien en un matériau déformable est, de préférence, fixé sur chaque pièce à découper, à l'opposé et en face du tube à expansion pyrotechnique. L'organe de maintien comprend alors un bord qui s'étend selon la ligne de découpe et se prolonge en éloignement de ce bord.

[0024] Lorsque le dispositif comprend à la fois un contrefort et un organe de maintien, ces deux organes peuvent être réalisés dans le même matériau que la pièce à découper et ce matériau est avantageusement un matériau composite formé de nappes de fibres longues noyées dans une matrice de résine. L'ensemble est alors réalisé directement par drapage, lors de la fabrication de la pièce.

[0025] Par ailleurs, les pièces et l'entretoise peuvent être réalisées dans le même matériau non métallique, sous forme monolithique. En d'autres termes, le tube à expansion pyrotechnique est alors intégré à l'ensemble lors de la fabrication des pièces.

[0026] A l'inverse, l'entretoise peut être fixée entre les pièces par des moyens de fixation tels que des boulons traversant celles-ci.

[0027] Toutes les formes et variantes de réalisation de l'invention sont applicables à la fois lorsqu'une seule des deux pièces est à découper et lorsque les deux pièces doivent être découpées.

[0028] Dans le premier cas, l'autre pièce est une pièce d'appui sensiblement indéformable, reliée à la pièce à découper par une ou deux entretoises.

[0029] Dans le second cas, l'espace dans lequel est logé le tube à expansion pyrotechnique est délimité par deux entretoises et un contrefort est placé sur chacune des pièces à découper, en face d'une première des entretoises.

[0030] Dans une forme de réalisation particulièrement avantageuse de l'invention, les deux pièces forment alors les peaux d'une première structure sandwich incluant une âme, et les deux contreforts forment les peaux d'une deuxième structure sandwich, incluant également une âme. Des parties terminales des pièces formant les peaux de la première structure sandwich pénètrent alors dans la deuxième structure sandwich, entre les contreforts et la deuxième entretoise.

[0031] Dans ce cas, la deuxième entretoise est fixée entre les pièces en un emplacement de préférence éloigné du tube à expansion pyrotechnique.

Brève description des dessins

[0032] On décrira à présent, à titre d'exemples non limitatifs, différentes formes de réalisation de l'invention, en se référant aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe qui représente schématiquement une première forme de réalisation du dispositif de découpe pyrotechnique conforme à l'invention, selon laquelle le contrefort est sensiblement indéformable, dans le cas où une seule

- pièce non métallique doit être découpée ;
- la figure 2 est une vue en coupe schématique représentant une variante de réalisation du dispositif de découpe de la figure 1, appliquée à la découpe simultanée de deux pièces non métalliques ;
- la figure 3 est une vue en coupe schématique comparable à la figure 1, illustrant une deuxième forme de réalisation de l'invention, selon laquelle le contrefort est déformable, dans le cas où le dispositif comprend de plus un organe de maintien ;
- la figure 4 est une vue en coupe schématique représentant une variante de réalisation du dispositif de découpe de la figure 3, appliqué la découpe simultanée de deux pièces non métalliques ; et
- la figure 5 est une vue en coupe schématique illustrant une autre forme de réalisation de l'invention, dans laquelle deux pièces à découper et deux contreforts forment respectivement les peaux de deux structures sandwich que l'on désire pouvoir séparer.

Description détaillée de plusieurs formes de réalisation préférées de l'invention

[0033] Sur la figure 1, la référence 10 désigne une pièce en un matériau non métallique, que l'on désire découper selon une ligne de découpe 12. Le matériau non métallique dans lequel est formée la pièce 10 peut être de différentes natures, sans sortir du cadre de l'invention. Une application préférée concerne le cas où ce matériau est un matériau composite, formé de nappes de fibres longues noyées dans une matrice de résine. Comme cela est bien connu de l'homme du métier, de telles pièces peuvent être obtenues par drapage de nappes de fibres imprégnées de résine thermodurcissable, puis polymérisation de la résine.

[0034] Par ailleurs, la pièce 10 à découper peut être de formes diverses, sans sortir du cadre de l'invention. Dans le cas illustré sur la figure 1, la pièce 10 se présente sous la forme d'une plaque d'épaisseur sensiblement uniforme. Cette plaque peut être plane, incurvée, ou présenter toute autre forme adaptée à l'application envisagée.

[0035] Les observations qui viennent d'être faites à propos de la pièce 10 s'appliquent également à la ligne de découpe 12. En d'autres termes, la découpe de la pièce 10 peut se faire selon une ligne droite, courbe ou autre, sans sortir du cadre de l'invention.

[0036] Sur la figure 1, le dispositif de découpe conforme à l'invention est désigné de façon générale par la référence 14. Ce dispositif de découpe comprend dans ce cas un tube 16 à expansion pyrotechnique, une pièce d'appui 18 et une entretoise 20 (ces deux dernières pièces peuvent être séparées, ou réalisées d'un seul tenant, comme on l'a représenté).

[0037] Le tube 16 à expansion pyrotechnique est réalisé de la même manière que dans les dispositifs appliqués à la découpe de pièces métalliques. Cependant,

il présente un dimensionnement réduit adapté à la nature du matériau constituant la pièce 10 à découper, de façon à engendrer une onde de choc sensiblement moindre que dans les dispositifs de découpe de pièces métalliques. Une description détaillée du tube 16 à expansion pyrotechnique n'est donc pas nécessaire.

[0038] Pour faciliter la compréhension, il est simplement rappelé que le tube 16 à expansion pyrotechnique comprend une enveloppe métallique 22 étanche et déformable, un cordeau détonant 24 logé à l'intérieur de l'enveloppe 22, ainsi qu'un matériau souple 26 interposé entre le cordeau détonant 24 et l'enveloppe 22. Le matériau souple 26 a notamment pour fonction de centrer le cordeau détonant à l'intérieur de l'enveloppe. A titre d'exemple, il peut être réalisé en caoutchouc silicone. Avant la mise à feu, l'enveloppe 22 présente une section oblongue, par exemple en forme de cercle aplati ou d'ovale, comme l'illustre la figure 1.

[0039] Le tube 16 à expansion pyrotechnique est reçu dans un espace 28 formé entre la pièce 10 à découper et la pièce d'appui 18, cet espace 28 étant délimité d'un côté par une face 21 de l'entretoise 20. Plus précisément, la section de plus grande longueur de l'enveloppe 22 est orientée parallèlement à la direction définie par la pièce 10 à découper.

[0040] Dans la forme de réalisation illustrée sur la figure 1, la pièce d'appui 18 et l'entretoise 20 forment une pièce unique, distincte de la pièce 10 à découper. Cette pièce unique est fixée sur la pièce à découper par des moyens de fixation tels que des boulons (non représentés) dont l'emplacement est illustré schématiquement par le trait mixte 30.

[0041] La nature et l'épaisseur des matériaux constituant la pièce d'appui 18 et l'entretoise 20 sont telles que ces deux pièces soient pratiquement indéformables lors de la mise en oeuvre du tube 16 à expansion pyrotechnique. Ce résultat est obtenu soit en utilisant des matériaux indéformables d'épaisseur limitée, tels que des métaux, soit en utilisant des matériaux relativement souples mais de plus forte épaisseur, tels que des matériaux non métalliques, comme on l'a illustré sur la figure 1. Dans ce dernier cas, il est à noter qu'en variante, la pièce d'appui 18 ainsi que l'entretoise 20 peuvent être réalisées d'un seul tenant avec la pièce 10 à découper. Les moyens de fixation tels que les boulons 30 ne sont alors plus nécessaires.

[0042] Dans tous les cas, la face de la pièce d'appui 18 tournée vers la pièce 10 à découper constitue une surface sensiblement indéformable, généralement parallèle à la pièce 10 et sur laquelle prend appui le tube 16 à expansion pyrotechnique, lors de la mise à feu du cordeau détonant 24. Par conséquent, l'expansion de l'enveloppe 22 s'effectue en totalité en direction de la pièce 10 à découper.

[0043] Par ailleurs, la face 21 de l'entretoise 20 tournée vers l'espace 28 est alignée avec la ligne de découpe 12 de la pièce 10.

[0044] Il est à noter que l'épaisseur du tube 16 à ex-

pansion pyrotechnique est sensiblement égale, au jeu de montage près, à la largeur de l'espace 28, entre la pièce 10 à découper et la pièce d'appui 18. Un élément (non représenté) peut être rapporté sur la pièce d'appui 18, ou formé directement sur cette pièce afin de fermer l'espace 28 à l'opposé de l'entretoise 20, si cela est nécessaire pour empêcher l'échappement du tube 16.

[0045] Conformément à l'invention, un contrefort 40 est fixé sur la pièce 10 à découper, en face de l'entretoise 20 et à l'opposé de celle-ci. Ce contrefort 40 se présente sous la forme d'une plaque dont un bord 42 s'étend selon la ligne de découpe 12 de la pièce 10.

[0046] Dans la forme de réalisation illustrée sur la figure 1, le contrefort 40 est sensiblement indéformable. Le caractère indéformable du contrefort peut être obtenu soit en utilisant un matériau non métallique relativement épais, comme on l'a représenté, soit en utilisant un matériau métallique de moindre épaisseur.

[0047] Les moyens de fixation (non représentés) dont l'emplacement est illustré par le trait mixte 30 assurent un maintien efficace du contrefort 40 contre la pièce 10, à proximité de la ligne de découpe 12.

[0048] La présence du contrefort 40 permet d'assurer une découpe localisée et précise, en agissant à la manière d'une enclume sur laquelle prend appui la pièce 10 à découper.

[0049] Lorsque le cordeau détonant 24 est mis à feu, l'onde de choc qui en découle provoque l'expansion de l'enveloppe 22, qui tend à prendre une section sensiblement circulaire. Etant donné que le tube 16 à expansion pyrotechnique est en appui sur une pièce 18 sensiblement indéformable, son expansion se produit essentiellement en direction de la pièce 10 à découper. Elle est donc appliquée en totalité sur la pièce 10. Etant donné que celle-ci est en appui sur le contrefort 40 dans sa partie située en face de l'entretoise 20, l'expansion du tube 16 a donc pour effet de découper la pièce 10 de façon précise, le long de la ligne de découpe 12 définie préalablement.

[0050] On réalise ainsi une découpe nette et parfaitement localisée de la pièce 10 en matériau non métallique. De plus, cette découpe est relativement propre.

[0051] Il est à noter que la découpe s'effectue pour l'essentiel par cisaillement, ce qui limite la pollution. De plus, une telle découpe par cisaillement nécessite une énergie pyrotechnique relativement faible dans le cas d'un matériau non métallique et notamment d'un matériau composite.

[0052] Sur la figure 2, on a représenté une variante de la première forme de réalisation de l'invention qui vient d'être décrite en se référant à la figure 1. Cette variante concerne le cas où le dispositif de découpe pyrotechnique 14 est utilisé pour découper simultanément deux pièces 10, sensiblement parallèles l'une à l'autre, délimitant entre elles un espace 28. Dans ce cas, l'espace 28 est fermé, à l'opposé de l'entretoise 20, par exemple par une deuxième entretoise 36. L'entretoise 36 est fixée aux pièces 10 par des moyens de fixation

tels que des boulons (non représentés), dont l'emplacement est illustré schématiquement par le trait mixte 38 sur la figure 2.

[0053] Il est à noter qu'en variante, l'entretoise 36 peut être réalisée d'un seul tenant avec les deux pièces 10 ou remplacée par la jonction directe de ces deux pièces, alors accolées l'une à l'autre.

[0054] Dans la variante de réalisation de la figure 2, un contrefort 40 est fixé sur la face extérieure de chacune des pièces 10, en face de l'entretoise 20. Plus précisément, un bord 42 de chacun des contreforts 40 est aligné avec la ligne de découpe 12 prévue dans chacune des pièces 10 et, par conséquent, avec la face 21 de l'entretoise 20, tournée vers l'espace 28.

[0055] Il est à noter que la localisation de la découpe le long des lignes de découpe 12 est d'autant plus efficace que les parties des pièces 10 qui sont en contact avec le tube 16 à expansion pyrotechnique fléchissent aisément vers l'extérieur en pivotant autour de leur point d'ancrage schématisé par les traits mixtes 38 sur la figure 2. A cet effet, la fixation des pièces 10 sur l'entretoise 36 doit être aussi éloignée que possible du tube 16 et des lignes de découpe 12 prévues dans les pièces. A l'inverse, comme dans la forme de réalisation de la figure 1, il est souhaitable que la fixation des contreforts 40 et des pièces 10 sur l'entretoise 20, illustrée par les traits mixtes 30, soit aussi proche que possible des lignes de découpe 12.

[0056] Dans le cas de la variante de la figure 2, les contreforts 40 sont sensiblement indéformables, comme dans la forme de réalisation décrite précédemment en se référant à la figure 1.

[0057] Sur la figure 3, on a représenté schématiquement une deuxième forme de réalisation d'un dispositif de découpe pyrotechnique 14 conforme à l'invention. Comme dans le cas de la figure 1, la figure 3 illustre le cas le plus simple où la découpe concerne une seule pièce 10. L'agencement général est donc comparable à celui qui a été décrit précédemment en se référant à la figure 1, de sorte qu'une description détaillée des différentes pièces qui constituent dans ce cas le dispositif de découpe 14 n'est pas nécessaire.

[0058] Une première différence réside dans le fait qu'au lieu d'être sensiblement indéformable, le contrefort 40 est déformable et réalisé dans un matériau de préférence identique ou très proche du matériau non métallique dans lequel est réalisée la pièce 10 à découper.

[0059] Ainsi, lorsque la pièce 10 est réalisée en un matériau composite formé de nappes de fibres longues noyées dans une matrice de résine, le contrefort 40 peut être obtenu par drapage de couches supplémentaires de fibres imprégnées de résine therm durcissable. Le contrefort est alors lié à la pièce 10 sur toute sa surface adjacente à celle-ci, lors de la fabrication de la pièce.

[0060] Dans ce cas, l'orientation des fibres dans le contrefort 40 peut être sensiblement différente de celle des fibres situées dans la pièce 10, pour tenir compte

de la fonction spécifique du contrefort 40. Ainsi, les fibres placées dans le contrefort 40 sont avantageusement entrecroisées afin d'assurer la reprise des efforts radiaux qui leur sont appliqués, lors de la mise en oeuvre du tube 10 à expansion pyrotechnique. Au contraire, les fibres placées dans la pièce 10 sont généralement orientées en majeure partie dans le sens longitudinal, afin d'assurer la transmission des efforts qui leurs sont appliqués principalement dans cette direction.

[0061] Sur la figure 3, on a également représenté un perfectionnement au dispositif de découpe conforme à l'invention. Il est à noter que ce perfectionnement peut aussi être utilisé dans la forme de réalisation et dans la variante décrites précédemment.

[0062] Selon ce perfectionnement, un organe de maintien 44 est également fixé sur la pièce 10, à l'opposé du tube 16 à expansion pyrotechnique et en face de celui-ci. L'organe de maintien 44 comprend un bord 46 qui s'étend selon la ligne de découpe 12. Ce bord 46 est pratiquement en contact avec le bord 42 du contrefort 40.

[0063] L'organe de maintien 44 est réalisé en un matériau déformable; afin de suivre la déformation de la pièce 10 lors de sa découpe commandée par la mise en oeuvre du tube 16 à expansion pyrotechnique, et il s'étend sur une certaine distance à l'opposé de son bord 46.

[0064] L'organe de maintien 44 est avantageusement réalisé en un matériau analogue à celui dans lequel est formée la pièce 10 à découper. Dans le cas où cette dernière est en matériau composite, l'organe de maintien 44 peut donc être intégré directement à la pièce lors de sa fabrication, de la même manière que le contrefort 40 dans la forme de réalisation illustré sur la figure 3.

[0065] L'organe de maintien 44 a pour fonctions de maintenir l'intégrité de la partie correspondante de la pièce 10 et d'absorber le choc lors de la découpe. Il permet donc d'améliorer encore la propreté de la découpe. En particulier, dans le cas d'un matériau composite, l'organe de maintien 44 préserve l'intégrité de la partie adjacente de la pièce 10 après la découpe, en s'opposant à son délaminage.

[0066] Sur la figure 4, on a représenté un dispositif de découpe pyrotechnique comparable à celui qui vient d'être décrit en référence à la figure 3, appliqué à la découpe simultanée de deux pièces 10.

[0067] Dans ce cas, les organes de maintien 44 associés aux pièces 10 à découper sont fixés sur une entretoise 36 par des moyens de fixation tels que des boulons (non représentés) dont l'emplacement est illustré par les traits mixtes 38, en respectant les mêmes conditions que celles qui ont été décrites précédemment en se référant à la figure 2. Plus précisément, la fixation des pièces 10 et des organes de maintien 44 sur l'entretoise 36 est faite en un emplacement 38 relativement éloigné du tube 16 et des lignes de découpe 12 adjacentes à l'entretoise 20 et aux contreforts 40. Cette ca-

ractéristique facilite la flexion des pièces 10 par pivotement autour des moyens de fixation précités, nécessaire à une bonne découpe par cisailage des deux pièces le long de l'entretoise 20 et des contreforts 40.

[0068] Lorsque le dispositif de découpe 14 conforme à l'invention assure la découpe simultanée de deux pièces 10, comme c'est le cas dans les variantes de réalisation des figures 2 et 4, les pièces 10 peuvent prendre des formes très variées, en dehors de la zone de jonction dans laquelle se trouve le dispositif de découpe.

[0069] Ainsi, comme on l'a représenté sur les figures 2 et 4, les deux pièces 10 peuvent rester parallèles l'une à l'autre et être reliées par une structure alvéolaire 48, par exemple en nid d'abeilles. Les pièces 10 constituent alors les peaux d'une structure sandwich dont l'âme est formée par la structure alvéolaire 48.

[0070] En variante, les pièces 10 peuvent aussi être reliées l'une à l'autre pour former une structure monobloc, à l'extérieur de la zone de jonction matérialisée par le dispositif 14. Dans ce cas, les entretoises 20 et 36 peuvent éventuellement faire parties intégrantes de ces pièces 10.

[0071] Sur la figure 5, on a représenté une autre forme de réalisation, particulièrement avantageuse, de l'invention. Cette forme de réalisation se distingue des précédentes par le fait que le dispositif de découpe 14 selon l'invention y assure la jonction de deux structures sandwich 50 et 52, avant sa mise en oeuvre.

[0072] Ainsi, dans la forme de réalisation de la figure 5, les deux pièces 10 à découper forment les peaux d'une première structure sandwich 50, dont l'âme est constituée par un matériau alvéolaire 48, par exemple en nid d'abeilles. Le tube 16 à expansion pyrotechnique est logé dans un espace 28, dépourvu de matériau alvéolaire, ménagé à proximité de l'un des bords de la structure sandwich 50. Une entretoise 36 délimite l'espace 28, du côté du matériau alvéolaire 48. Cette entretoise 36 est fixée entre les pièces 10 par des moyens de fixation tels que des boulons (non représentés) dont l'emplacement 38 est aussi éloigné que possible du tube 16 à expansion pyrotechnique.

[0073] Au delà de l'espace 28 et du tube 16, des parties terminales des deux pièces 10 pénètrent dans la deuxième structure sandwich 52.

[0074] Plus précisément, la deuxième structure sandwich 52 comprend deux peaux 40, une âme 56 en un matériau alvéolaire, par exemple en nid d'abeilles, et une entretoise 20 remplaçant l'âme 56 le long du bord de cette structure attenant à la première structure sandwich 50.

[0075] Les parties terminales des deux pièces 10 pénètrent entre les peaux 40 et l'entretoise 20 et des moyens de fixation tels que des boulons (non représentés) relient l'empilement ainsi formé par les peaux 40, les pièces 10 et l'entretoise 20. Ces moyens de fixation sont localisés en un emplacement 30 aussi proche que possible des bords 42 des peaux 40 et de la face 21 de l'entretoise 20 tournée vers l'espace 28. De plus, les

bords 42 et la face 21 sont alignés selon les lignes de découpe 12 prévues dans les pièces 10.

[0076] Dans cette forme de réalisation de la figure 5, les peaux 40 de la deuxième structure sandwich 52 remplissent la même fonction que les contreforts dans les formes de réalisation décrites précédemment. C'est pourquoi elles ont été désignées par les mêmes références numériques.

[0077] Il est à noter que la forme de réalisation qui vient d'être décrite en référence à la figure 5 permet d'intégrer le tube 16 à expansion pyrotechnique dans la structure, lors de la fabrication de celle-ci.

[0078] De façon générale, le dispositif de découpe pyrotechnique 14 selon l'invention permet, dans tous les cas, une découpe directe d'une ou deux pièces en matériau non métallique, et notamment en matériau composite, selon une ou des lignes de découpe nettes et bien localisées, dans des conditions de propreté généralement satisfaisantes.

[0079] Il est à noter que la découpe simultanée de deux pièces est préférable, lorsque cela est possible, du fait de la parfaite symétrie présentée alors par le dispositif. En effet, l'énergie requise pour assurer la découpe est alors minimale.

[0080] Dans tous les cas, la découpe des pièces en matériau non métallique est assurée en préservant la tenue mécanique de celles-ci avant la découpe du fait de l'absence d'usinage. De plus, la découpe directe de matériaux non métalliques se traduit par une diminution sensible de l'énergie nécessaire à la découpe, par rapport à la technique antérieure dans laquelle des pièces intermédiaires métalliques étaient découpées. Par conséquent, le choc engendré par la découpe est très sensiblement réduit, ce qui constitue un avantage important vis-à-vis des installations et équipements éventuellement embarqués à proximité du dispositif.

[0081] Enfin, lorsque le dispositif comprend deux paires de pièces (figures 2 et 4), les lignes de découpe 12 peuvent être soit alignées avec la même entretoise 20, comme on l'a représenté, soit alignées avec chacune des entretoises 20 et 36.

Revendications

1. Dispositif de découpe pyrotechnique comprenant un tube (16) à expansion pyrotechnique monté dans un espace (28) ménagé entre deux pièces (10,18) et délimité par au moins une entretoise (20) reliant ces deux pièces, de façon à découper au moins l'une des pièces selon au moins une ligne de découpe (12) lorsque le tube est mis en oeuvre, **caractérisé par le fait que** chaque pièce (10) à découper est en matériau non métallique, un contrefort (40) étant fixé sur celle-ci, à l'opposé et en face de l'entretoise (20), de telle sorte qu'un bord (42) du contrefort s'étende le long de la ligne de découpe (12).

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le contrefort (40) est sensiblement indéformable.

3. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le contrefort (40) est réalisé en un matériau déformable.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un organe de maintien (44), réalisé en un matériau déformable, est fixé sur chaque pièce (10) à découper, à l'opposé et en face du tube (16) à expansion pyrotechnique, l'organe de maintien (44) comprenant un bord (46) qui s'étend selon la ligne de découpe (12), et se prolongeant en éloignement de ce bord.

5. Dispositif selon les revendications 3 et 4 combinées, dans lequel le contrefort (40) et l'organe de maintien (44) sont réalisés dans le même matériau que la pièce (10) à découper et ce matériau est un matériau composite formé de nappes de fibres longues noyées dans une matrice de résine.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel lesdites pièces (10,28) et l'entretoise (20) sont réalisées dans le même matériau non métallique, sous forme monolithique.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel l'entretoise (20) est fixée entre les pièces (10,18) par des moyens de fixation (30) traversant celles-ci.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel une seule (10) des deux pièces est à découper, l'autre pièce étant une pièce d'appui (18) sensiblement indéformable.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel les deux pièces (10) sont à découper, ledit espace (28) étant délimité par deux entretoises (20,36) et un contrefort (40) étant placé sur chacune desdites pièces (10), en face d'une première (20) des entretoises.

10. Dispositif selon la revendication 9 combinées, dans lequel les deux pièces (10) forment des peaux d'une première structure sandwich (50), et les deux contreforts (40) forment des peaux d'une deuxième structure sandwich (51) dans laquelle pénètrent des parties terminales desdites pièces (10).

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 et 10, dans lequel la deuxième entretoise (36) est fixée entre les pièces (10) en un emplacement éloigné du tube (16) à expansion pyrotechnique.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum pyrotechnischen Trennen, mit einem pyrotechnischen Expansionsrohr (16), das in einem zwischen zwei Teilen (10,18) angeordneten und von mindestens einem diese beiden Teile verbindenden Zwischenstück (20) begrenzten Raum (28) derart angebracht ist, dass mindestens eines der Teile an mindestens einer Trennlinie (12) getrennt wird, wenn das Rohr betätigt wird, wobei ein Gegenstück (40) an diesem entgegengesetzt zum Zwischenstück (20) und gegenüber diesem derart befestigt ist, dass sich ein Rand (42) des Gegenstücks längs der Trennlinie (12) erstreckt. 5
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Gegenstück (40) im Wesentlichen unverformbar ist. 10
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Gegenstück (40) aus einem verformbaren Material gefertigt ist. 15
4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei ein aus einem verformbaren Material gefertigtes Halteelement (44) an jedem zu trennenden Teil (10) entgegengesetzt zum pyrotechnischen Expansionsrohr (16) und gegenüber diesem befestigt ist, wobei das Halteelement (44) einen Rand (46) aufweist, der sich längs der Trennlinie (12) und über diesen Rand hinaus erstreckt. 20
5. Vorrichtung nach den Ansprüchen 3 und 4 in Kombination, wobei das Gegenstück (40) und das Halteelement (44) aus dem gleichen Material gefertigt sind wie das loszutrennende Teil (10), und dieses Material ein Verbundmaterial ist, das aus in eine Härzmatrix eingebetteten Schichten langer Fasern gebildet ist. 25
6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Teile (10,18) und das Zwischenstück (20) aus dem gleichen, nicht-metallischen Material in monolithischer Form gefertigt sind. 30
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Zwischenstück (20) zwischen den Teilen (10,18) mittels diese durchsetzenden Befestigungsmitteln (30) befestigt ist. 35
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei ein einziges (10) der beiden Teile zu trennen ist und das andere Teil ein im Wesentlichen unverformbares Stützteil (18) ist. 40
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die beiden Teile (10) zu trennen sind, der Raum (28) durch zwei Zwischenstücke (20, 36) begrenzt ist und ein Gegenstück (40) an jedem der Teile (10) 45

gegenüber einem ersten (20) der Zwischenstücke angeordnet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9 kombiniert, wobei die beiden Teile (10) Außenschichten einer ersten Sandwich-Struktur (50) bilden und die beiden Gegenstücke (40) Schichten einer zweiten Sandwich-Struktur (51) bilden, in welche Endabschnitte der Teile (10) eindringen. 50
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 oder 10, wobei das zweite Zwischenstück (36) zwischen den Teilen (10) an einer von dem pyrotechnischen Expansionsrohr (16) entfernten Stelle befestigt ist. 55

Claims

1. Pyrotechnic cutting device comprising a pyrotechnic expansion tube (16) installed in a space (28) formed between two parts (10, 18) and defined by at least one spacer (20) linking said two parts, so as to cut at least one of the parts along at least one cutting line (12) when the tube is used, **characterized in that** each part (10) to be cut is made from a nonmetallic material, an abutment (40) being fixed thereto, opposite to and facing the spacer (20), so that one edge (42) of the abutment extends along the cutting line (12).
2. Device according to claim 1, wherein the abutment (40) is substantially non-deformable.
3. Device according to claim 1, wherein the abutment (40) is made from a deformable material.
4. Device according to any one of the preceding claims, wherein a maintaining member (44), made from a deformable material, is fixed to each part (10) to be cut, opposite to and facing the pyrotechnic expansion tube (16), the maintaining member (44) comprising an edge (46) extending along the cutting line (12) and being prolonged on moving away from said edge.
5. Device according to claims 3 and 4, wherein the abutment (40) and maintaining member (44) are made from the same material as the part (10) to be cut and said material is a composite material formed from sheets of long fibres embedded in a resin matrix.
6. Device according to any one of the preceding claims, wherein said parts (10, 28) and the spacer (20) are made from the same nonmetallic material in monolithic form.
7. Device according to any one of the claims 1 to 5,

wherein the spacer (20) is fixed between the parts (10, 18) by fixing means (30) traversing the same.

8. Device according to any one of the claims 1 to 7, wherein only one (10) of the two parts is to be cut, the other part being a substantially non-deformable support part (18). 5
9. Device according to any one of the claims 1 to 7, wherein both parts (10) are to be cut, said space (28) being defined by two spacers (20, 36) and an abutment (40) being placed on each of said parts (10) facing a first (20) of the spacers. 10
10. Device according to claim 9, wherein the two parts (10) form skins of a first sandwich structure (50) and the two abutments (40) form skins of a second sandwich structure (51) penetrated by the terminal portions of said parts (10). 15 20
11. Device according to either of the claims 9 and 10, wherein the second spacer (36) is fixed between the parts (10) at a location remote from the pyrotechnic expansion tube (16). 25

30

35

40

45

50

55

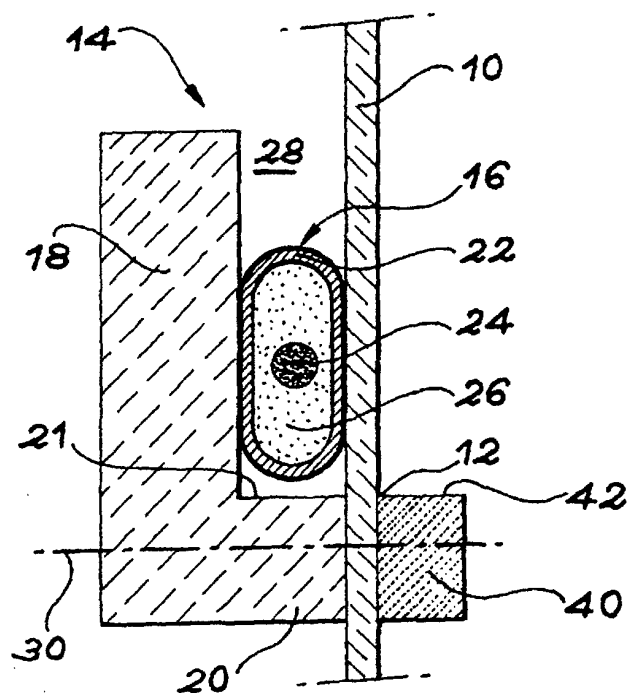


FIG. 1

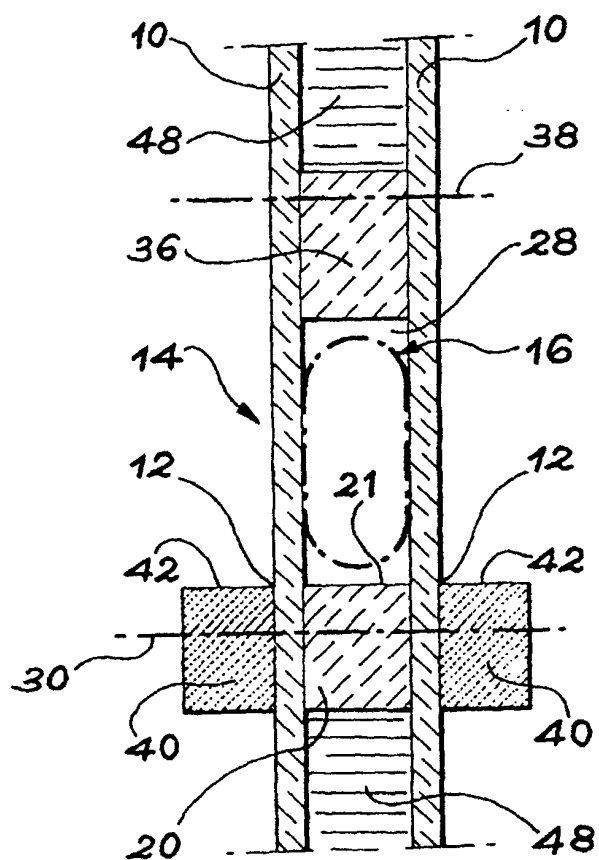


FIG. 2

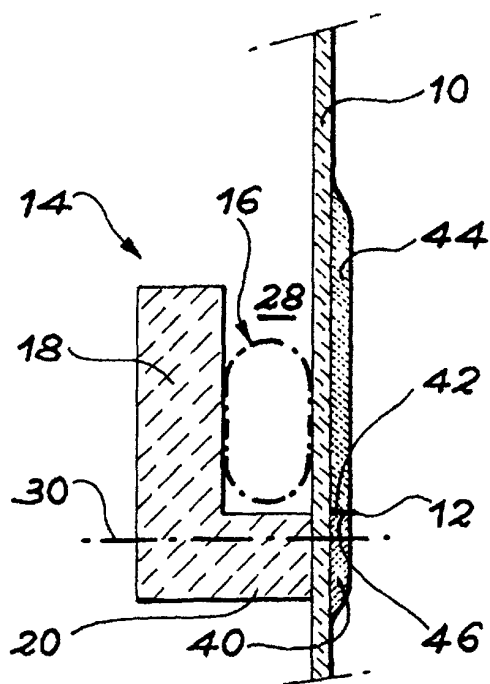


FIG. 3

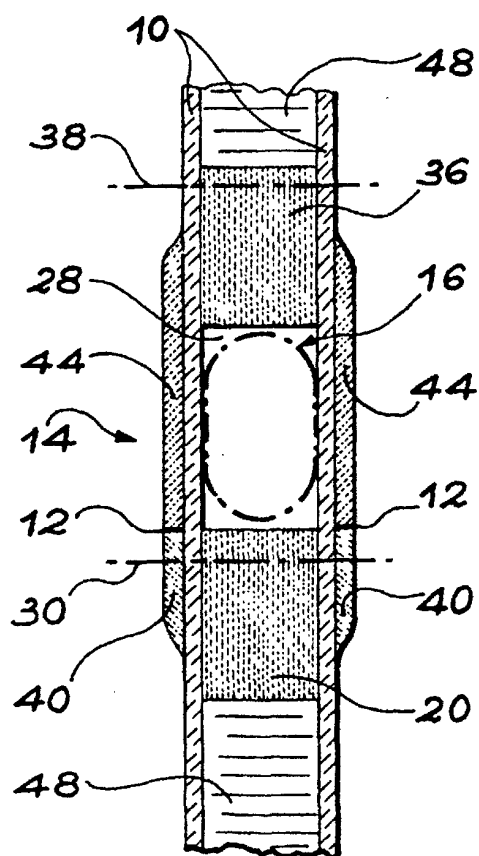


FIG. 4

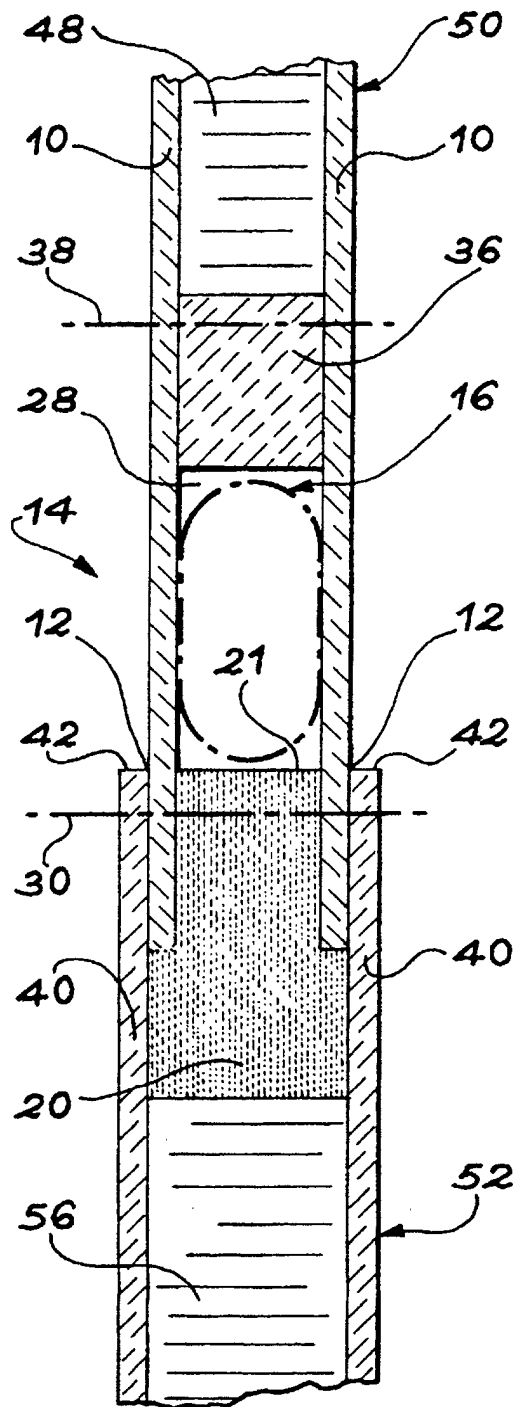


FIG. 5