

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 962 743 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

08.12.1999 Bulletin 1999/49(51) Int Cl.⁶: **F42B 15/38**(21) Numéro de dépôt: **99401322.5**(22) Date de dépôt: **01.06.1999**

(84) Etats contractants désignés:

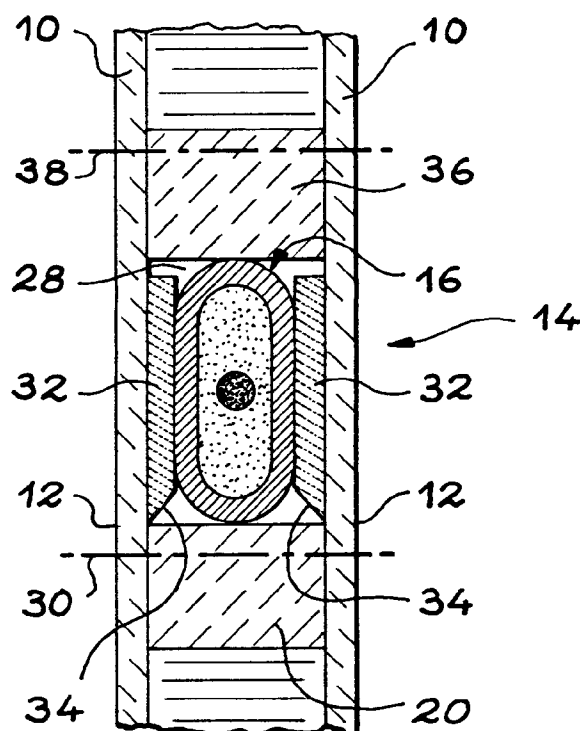
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

Etats d'extension désignés:

AL LT LV MK RO SI(30) Priorité: **02.06.1998 FR 9806899**(71) Demandeur: **AEROSPATIALE Société Nationale
Industrielle****75781 Paris Cédex 16 (FR)**(72) Inventeur: **Salort, Cédric****78955 Carrieres sous Poissy (FR)**(74) Mandataire: **Poulin, Gérard****Société de Protection des Inventions****3, rue du Docteur Lancereaux****75008 Paris (FR)****(54) Dispositif de découpe pyrotechnique de pièces non métalliques**

(57) Un dispositif (14) de découpe pyrotechnique est conçu pour découper directement une ou deux pièces (10) en un matériau non métallique tel qu'un matériau composite. Le dispositif (14) comprend un tube (16) à expansion pyrotechnique, qui agit sur la ou les pièces (10) à découper par l'intermédiaire d'un organe de dé-

coupe (32). Cet organe peut agir à la manière d'un poinçon ou d'une cisaille simple ou double. Il peut aussi être indéformable ou déformable. Dans ce dernier cas, l'organe de découpe (32) peut être intégré à la pièce (10) lors de sa fabrication, notamment lorsque cette pièce est en matériau composite.

**FIG. 2****EP 0 962 743 A1**

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 des tubes 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, 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, risque d'engendrer une pollution importante de l'environnement ainsi qu'une diminution sensible des caractéristiques mécaniques des structures attenantes. Cette diminution peut avoir 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 instruments parfois très sensibles qui se trouvent à proximité. Au contraire, les caractéristiques mécaniques très

différentes des matériaux non métalliques permettaient, 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 organe de découpe étant interposé entre celle-ci et le tube à expansion pyrotechnique.

[0019] L'organe de découpe qui est interposé entre la pièce à découper et le tube à expansion pyrotechnique se comporte comme une cisaille ou comme un poinçon lors de la mise à feu du cordeau détonant. Une découpe 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 organe de découpe comprend un bord de découpe adjacent à l'entretoise et s'étendant selon la ligne de découpe. L'organe de découpe se comporte alors à la manière d'une cisaille simple.

[0022] Selon une deuxième forme de réalisation de l'invention, chaque organe de découpe comprend deux bords de découpe opposés dont l'un est adjacent à l'entretoise. Ces bords de découpe sont alors aptes à découper une bande dans la pièce à découper, selon deux lignes de découpe sensiblement parallèles. Dans ce cas, l'organe de découpe se comporte à la manière d'une cisaille double.

[0023] Selon une troisième forme de réalisation de l'invention, chaque organe de découpe comprend au moins une arête saillante de découpe, en contact avec la pièce à découper selon la ligne de découpe. L'organe de découpe se comporte alors comme un poinçon.

[0024] Chaque organe de découpe peut être réalisé avantageusement en un matériau sensiblement indéformable et logé en totalité dans l'espace dans lequel est monté le tube à expansion pyrotechnique. L'organe de découpe se comporte alors comme une cisaille ou un poinçon rigide.

[0025] En variante, chaque organe de découpe peut aussi être réalisé en un matériau déformable, lié à la pièce à découper. Il se prolonge alors en éloignement de l'entretoise. Dans ce cas, l'organe de découpe se comporte comme une cisaille simple ou comme un poinçon déformable.

[0026] Afin d'améliorer encore la localisation et la netteté de la découpe, un contrefort est avantageusement fixé sur chaque pièce à découper, 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. Le contrefort se comporte alors comme une enclume sur laquelle prend appui la pièce lors de la découpe.

[0027] 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 composite, un organe de maintien en un matériau déformable est, de préférence, fixé sur chaque pièce à découper, à l'opposé et en face de l'organe de découpe. L'organe de maintien comprend alors un bord qui s'étend selon la ligne de découpe et se prolonge en éloignement de ce bord.

[0028] Lorsque le dispositif comprend à la fois un organe de découpe, un contrefort et un organe de maintien, ces trois 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 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.

[0029] 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.

[0030] A l'inverse, l'entretoise peut être fixée entre les pièces par des moyens de fixation tels que des boulons traversant celles-ci.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] Dans le second cas, l'espace dans lequel est logé le tube à expansion pyrotechnique est délimité par

deux entretoises et un organe de découpe est placé entre le tube et chacune des pièces à découper. Lorsque l'organe de découpe constitue une cisaille simple, la deuxième entretoise est alors fixée entre les pièces en un emplacement éloigné du tube à expansion pyrotechnique.

[0034] Au contraire, lorsque chaque organe de découpe constitue une cisaille double, les deux entretoises sont fixées entre les pièces à proximité de cet organe.

Brève description des dessins

[0035] 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 un dispositif de découpe pyrotechnique conforme à l'invention dans le cas où une seule pièce non métallique doit être découpée et où l'organe de découpe se présente sous la forme d'une cisaille simple ;
- la figure 2 est une vue en coupe schématique comparable à la figure 1, représentant un dispositif de découpe conforme à l'invention, appliqué à la découpe simultanée de deux pièces non métalliques à l'aide de deux organes de découpe de type cisaille simple ;
- la figure 3 est une vue en coupe comparable à la figure 1, illustrant le cas de la découpe d'une seule pièce en matériau non métallique au moyen d'un organe de découpe formant poinçon ;
- les figures 4A et 4B sont des vues en coupe schématique illustrant un dispositif de découpe conforme à l'invention, dans le cas de la découpe d'une seule pièce non métallique au moyen d'un organe de découpe de type cisaille double, respectivement avant et après la découpe ;
- les figures 5A et 5B sont des vues en coupe schématique représentant un dispositif de découpe conforme à l'invention, dans le cas où deux pièces non métalliques sont découpées simultanément par deux organes de découpe formant cisaille double ;
- la figure 6 est une vue en coupe schématique illustrant une variante de la forme de réalisation de la figure 1, dans le cas où l'organe de découpe est déformable et où le dispositif comprend de plus un contrefort et un organe de maintien ; et
- la figure 7 est une vue en coupe comparable à la figure 6, dans le cas où le dispositif de découpe assure la découpe simultanée de deux pièces non métalliques.

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

[0036] 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.

[0037] 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.

[0038] 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.

[0039] 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).

[0040] 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.

[0041] 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.

[0042] 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 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.

[0043] Dans la forme de réalisation illustrée sur la figure 1, la pièce d'appui 18 et l'entretoise 20 forment une pièce 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.

[0044] 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.

[0045] 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.

[0046] Par ailleurs, la face de l'entretoise 20 tournée vers l'espace 28 est alignée avec la ligne de découpe 12 de la pièce 10.

[0047] Conformément à l'invention, un organe de découpe 32 est également placé dans l'espace 28, entre le tube 16 à expansion pyrotechnique et la pièce 10 à découper. Cet organe de découpe 32 se présente sous la forme d'une plaque qui épouse la forme de la pièce 10 dans sa partie adjacente à l'entretoise 20. Dans la forme de réalisation illustrée sur la figure 1, l'organe de découpe 32 est sensiblement indéformable. A cet effet, il est réalisé en un matériau rigide tel qu'un métal.

[0048] Il est à noter que l'épaisseur cumulée du tube 16 à expansion pyrotechnique et de l'organe de découpe 32 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 et de l'organe de découpe 32.

[0049] Dans la forme de réalisation illustrée sur la figure 1 l'organe de découpe 32 se comporte comme une cisaille simple vis-à-vis de la pièce 10 à découper. A cet effet, l'organe de découpe 32 présente un bord de découpe 34 adjacent à l'entretoise 20 et s'étendant selon la ligne de découpe 12 de la pièce 10. Ce bord de découpe 34 peut présenter une forme droite, biseautée ou

autre, sans sortir du cadre de l'invention. Il définit une arête vive avec la face de l'organe de découpe 32 en contact avec la pièce 10, afin qu'un effet de cisaille soit obtenu le long de la ligne de découpe 12, lors de la mise en oeuvre du tube 16 à expansion pyrotechnique.

[0050] 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 l'organe de découpe 32, qui la transmet à la pièce 10 en dirigeant et localisant la découpe précisément le long de la ligne de découpe 12 définie préalablement. En outre, l'organe de découpe 32 permet d'amplifier la découpe en retransmettant l'énergie pyrotechnique à la pièce par son bord 34.

[0051] On réalise ainsi une découpe nette et parfaitement localisée de la pièce 10 en matériau non métallique. De plus, cette découpe est relativement propre.

[0052] Dans cette forme de réalisation, 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.

[0053] 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 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.

[0054] 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.

[0055] Dans la variante de réalisation de la figure 2, l'espace 28 contient à la fois le tube 16 à expansion pyrotechnique et deux organes de découpe 32 interposés entre ce tube et chacune des pièces 10 à découper.

[0056] Dans l'exemple de réalisation illustré sur la figure 2, les deux organes de découpe 32 sont réalisés sous la forme de cisailles simples, conçues pour découper simultanément les deux pièces 10 selon des lignes de découpe 12 alignées avec la face de l'entretoise 20 tournée vers l'espace 28. A cet effet, chacun des organes de découpe 32 présente un bord de découpe 34 adjacent à l'entretoise 20 et s'étendant selon la ligne de découpe 12 de la pièce 10 correspondante.

[0057] 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 les organes de découpe 32 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 pièces 10 sur l'entretoise 20, illustrée par les traits mixtes 30, soit aussi proche que possible des lignes de découpe 12.

[0058] Dans le cas de la variante de la figure 2, les organes de découpe 32 sont sensiblement indéformables et placés librement dans l'espace 28, comme dans la forme de réalisation décrite précédemment en se référant à la figure 1.

[0059] 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.

[0060] Par rapport à la première forme de réalisation décrite en référence à la figure 1, la deuxième forme de réalisation de l'invention illustrée sur la figure 3 diffère essentiellement par la forme de l'organe de découpe 32. En effet, au lieu d'être conçu comme une cisaille simple, cet organe de découpe se comporte dans ce cas comme un poinçon. A cet effet, il présente une arête saillante de découpe 34, par exemple à section en forme de V ou de pointe, sur sa face tournée vers la pièce 10 à découper. Cette arête saillante 34 est en contact avec la pièce 10 par son extrémité, selon la ligne de découpe 12 prévue dans cette pièce.

[0061] Dans l'exemple de réalisation illustrée sur la figure 3, l'organe de découpe 32 est un organe indéformable, comme dans le cas de la figure 1.

[0062] L'arête saillante de découpe 34 peut être plus ou moins éloignée de l'entretoise 20, de sorte que la découpe s'effectue alors selon une ligne 12 écartée de la surface de l'entretoise 20 tournée vers l'espace 28. Lorsque cette distance augmente, la contribution de l'allongement à la découpe augmente, au détriment de celle du cisaillement. Compte tenu des avantages procurés par le cisaillement lors de la découpe d'une pièce en matériau composite (diminution de l'énergie nécessaire à la découpe et de la pollution) on a donc tout intérêt à placer l'arête saillante de découpe 34 aussi près que possible de l'entretoise 20.

[0063] Il est à noter que les deux organes de découpe 32 utilisés afin de découper simultanément les deux pièces 10 dans la variante de la figure 2 peuvent être réalisés conformément à la deuxième forme de réalisation

de l'invention, c'est-à-dire sous forme de poinçons muni d'une arête saillante de découpe. Dans ce cas, l'arête saillante de découpe doit également être aussi proche que possible de l'entretoise 20 et aussi éloignée que possible de l'entretoise 36.

[0064] Sur les figures 4A et 4B, on a représenté une troisième forme de réalisation de l'invention, appliquée dans ce cas à la découpe d'une seule pièce 10. L'agencement est, pour l'essentiel, comparable à celui qui a été décrit précédemment en se référant à la figure 1. La différence essentielle concerne l'organe de découpe 32, qui se comporte ici comme une cisaille double.

[0065] De façon plus précise, dans cette troisième forme de réalisation de l'invention, l'organe de découpe 32 est un organe indéformable, par exemple métallique, qui se présente sous la forme d'une plaque apte à découper la pièce 10 simultanément selon deux lignes de découpe 12 par son bord 34 adjacent à l'entretoise 20 et par son bord 35 opposé et parallèle au bord 34. La largeur de l'organe de découpe 32 entre ses bords 34 et 35 est alors relativement limitée, afin qu'un même effet de cisaillement puisse être obtenu lors de l'expansion du tube 16 provoquée par la mise à feu de son cordeau détonant.

[0066] Pour faciliter la double découpe de la pièce 10, celle-ci peut aussi présenter une raideur réduite dans la région située entre les deux lignes de découpe 12 si les caractéristiques mécaniques exigées avant la découpe le permettent.

[0067] Comme on l'a illustré sur la figure 4B, la mise en oeuvre du tube 16 à expansion pyrotechnique a alors pour effet de découper simultanément la pièce 10 selon les deux lignes de découpe 12, ce qui se traduit par l'éjection d'une bande 10a de la pièce 10, délimitée entre les deux lignes de découpe 12.

[0068] Les figures 5A et 5B illustrent l'application de la troisième forme de réalisation de l'invention à la découpe simultanée de deux pièces 10.

[0069] L'agencement est alors comparable à celui qu'on a décrit précédemment en se référant à la figure 2, c'est-à-dire qu'un organe de découpe 32 est interposé entre le tube 16 à expansion pyrotechnique et chacune des pièces 10 à découper. Par ailleurs, les organes de découpe 32 sont réalisés d'une manière comparable à celle qui vient d'être décrite en se référant aux figures 4A et 4B.

[0070] Dans le cas des figures 5A et 5B, le dispositif de découpe 14 présente en outre une symétrie par rapport à un plan médian du tube 16 à expansion pyrotechnique, orienté perpendiculairement aux deux pièces 10 à découper. En d'autres termes, l'entretoise 36 est montée et fixée entre les pièces 10 à proximité des bords 35 des organes de découpe 32, de telle sorte que ces bords 35 soient adjacents à la face de l'entretoise 36 tournée vers l'espace 28 et s'étendent le long des lignes de découpe 12 correspondantes.

[0071] Comme on l'a représenté sur la figure 5B, la mise en oeuvre du tube 16 à expansion pyrotechnique

se traduit alors par la double découpe simultanée de chacune des pièces 10 et par l'éjection d'une bande 10a découpée dans celles-ci.

[0072] Sur la figure 6, on a représenté une autre variante de la première forme de réalisation, appliquée à la découpe d'une seule pièce 10.

[0073] Pour l'essentiel, l'agencement illustré sur la figure 6 reprend les caractéristiques décrites précédemment en se référant à la figure 1.

[0074] Une première différence réside dans le fait qu'au lieu d'être réalisé dans un matériau sensiblement indéformable, l'organe de découpe 32 est réalisé dans un matériau déformable, de préférence identique ou très proche du matériau non métallique dans lequel est réalisée la pièce 10 à découper.

[0075] Ainsi, lorsque la pièce 10 est réalisée en un matériau composite formé de nappes de fibres longues noyées dans une matrice de résine, l'organe de découpe 32 peut être obtenu par drapage de couches supplémentaires de fibres imprégnées de résine thermodurcissable. L'organe de découpe 32 est alors lié à la pièce 10 sur toute sa surface adjacente à celle-ci, lors de la fabrication de la pièce.

[0076] Dans ce cas, l'orientation des fibres dans l'organe de découpe 32 peut être sensiblement différente de celle des fibres situées dans la pièce 10, pour tenir compte de la fonction spécifique de l'organe de découpe 32. Ainsi, les fibres placées dans l'organe de découpe 32 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 leur sont appliqués principalement dans cette direction.

[0077] Lorsque l'organe de découpe 32 est réalisé en un matériau déformable, comme l'illustre la figure 6, son bord de découpe 34 adjacent à l'entretoise 20 est pratiquement en contact avec celle-ci. Par ailleurs, l'organe 32 se prolonge sur une certaine distance en éloignement de ce bord de découpe 34.

[0078] Sur la figure 6, on a également représenté deux perfectionnements au dispositif de découpe conforme à l'invention. Il est à noter que ces perfectionnements peuvent aussi être utilisés dans l'une quelconque des formes et variantes de réalisation décrites précédemment.

[0079] Selon un premier des perfectionnements illustrés sur la figure 6, 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.

[0080] Le contrefort 40 peut être réalisé en un matériau sensiblement indéformable tel qu'un métal. Toutefois, dans l'exemple de réalisation illustré sur la figure 6, le contrefort 40 est réalisé dans le même matériau

non métallique que celui dans lequel est formée la pièce 10 à découper. Comme l'organe de découpe 32, il peut alors être intégré à la pièce 10 lors de sa fabrication, notamment lorsque cette pièce est réalisée en matériau composite.

[0081] 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.

[0082] La présence du contrefort 40 permet d'améliorer encore la localisation et la précision de la découpe, en agissant à la manière d'une enclume sur laquelle prend appui la pièce 10 à découper.

[0083] Selon un deuxième perfectionnement illustré sur la figure 6, un organe de maintien 44 est également fixé sur la pièce 10, à l'opposé de l'organe de découpe 32 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, lorsque celui-ci existe.

[0084] 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. Comme l'organe de découpe 32 dans la forme de réalisation de la figure 6, l'organe de maintien 44 s'étend sur une certaine distance à l'opposé de son bord 46.

[0085] 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 l'organe de découpe 32 et le contrefort 40 dans l'exemple de réalisation illustré sur la figure 6.

[0086] 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.

[0087] Sur la figure 7, on a représenté un dispositif de découpe pyrotechnique comparable à celui qui vient d'être décrit en référence à la figure 6, appliqué à la découpe simultanée de deux pièces 10.

[0088] Dans ce cas, les organes de découpe 32 ainsi que 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, des organes de découpe 32 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. Cette caractéristique 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.

[0089] 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.

[0090] 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.

[0091] 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.

[0092] Enfin, lorsque le dispositif comprend deux paires de pièces et réalise une seule découpe (figure 2), les lignes de découpe 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 organe de découpe (32) étant interposé entre celle-ci et le tube (16) à expansion pyrotechnique.
2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel chaque organe de découpe (32) comprend un bord de découpe (34) adjacent à l'entretoise (20) et s'étendant selon la ligne de découpe (12).
3. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel chaque organe de découpe (32) comprend deux bords de découpe opposés (34, 35) dont l'un (34) est ad-

jacent à l'entretoise, aptes à découper une bande (10a) dans la pièce (10) à découper, selon deux lignes de découpe (12).

4. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel chaque organe de découpe (32) comprend au moins une arête saillante de découpe (34), en contact avec la pièce (10) à découper selon la ligne de découpe (12).
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque organe de découpe (32) est réalisé en un matériau sensiblement indéformable et logé en totalité dans l'espace (28).
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 et 4, dans lequel chaque organe de découpe (32) est réalisé en un matériau déformable, lié à la pièce (10) à découper, et se prolonge en éloignement de l'entretoise (20).
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un contrefort (40) est fixé sur chaque pièce (10) à découper, 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).
8. 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 de l'organe de découpe (32), 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.
9. Dispositif selon les revendications 6, 7 et 8 combinées, dans lequel l'organe de découpe (32), le contrefort (40) et l'organe de maintien (44), sont réalisés dans le même matériau que la pièce à découper (10), et ce matériau est un matériau composite formé de nappes de fibres longues noyées dans une matrice de résine.
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel lesdites pièces (10) et l'entretoise (20) sont réalisées dans le même matériau non métallique, sous forme monolithique.
11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel l'entretoise (20) est fixée entre les pièces (10, 18) par des moyens de fixation (30) traversant celles-ci.
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel une seule (10) des deux

pièces est à découper, l'autre pièce étant une pièce d'appui (18) sensiblement indéformable.

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel les deux pièces (10) sont à découper, ledit espace (28) étant délimité par deux entretoises (20,36) et un organe de découpe (32) étant placé entre le tube (16) à expansion pyrotechnique et chacune desdites pièces (10).
14. Dispositif selon les revendications 2 et 13 combinées, dans lequel la deuxième entretoise (36) est fixée entre les pièces (10) en un emplacement éloigné du tube (16) à expansion pyrotechnique.
15. Dispositif selon les revendications 3 et 13 combinées, dans lequel les deux entretoises (20,36) sont fixées entre les pièces (10) à proximité de chaque organe de découpe (32).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

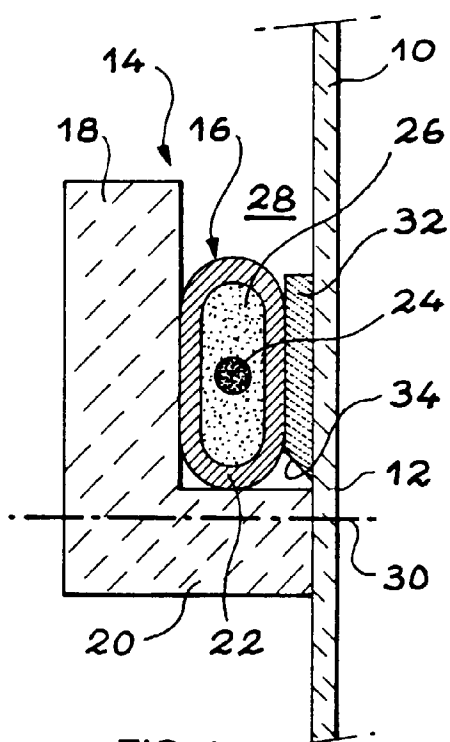


FIG. 1

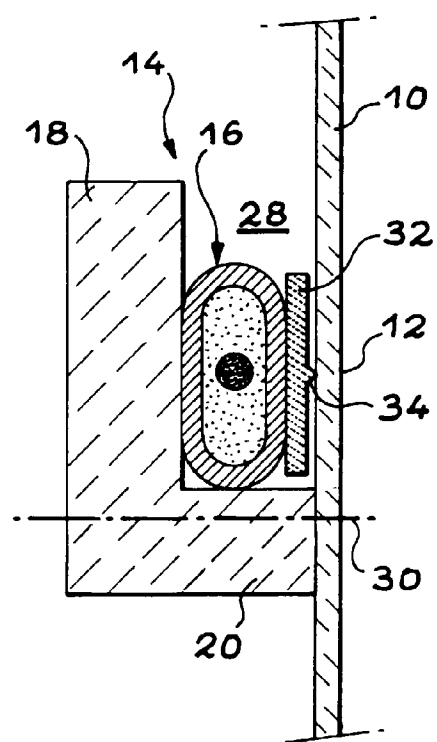


FIG. 3

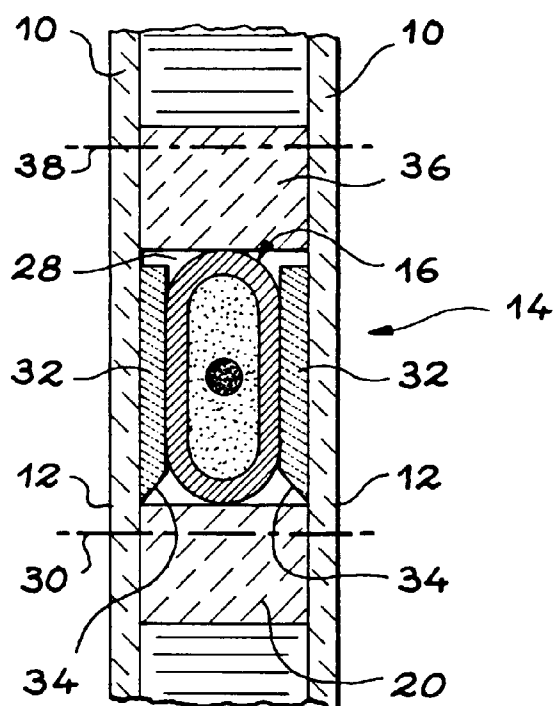


FIG. 2

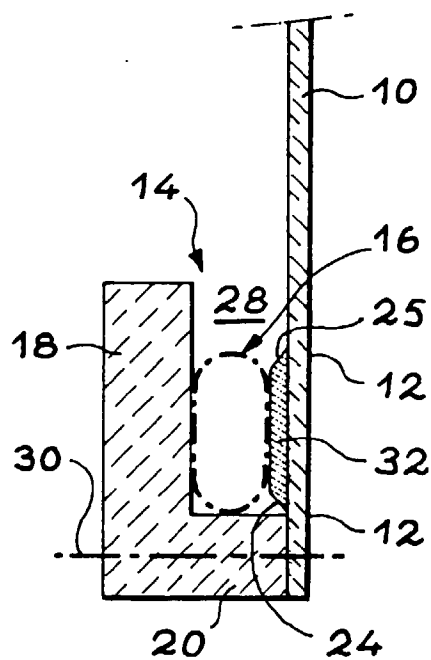


FIG. 4 A

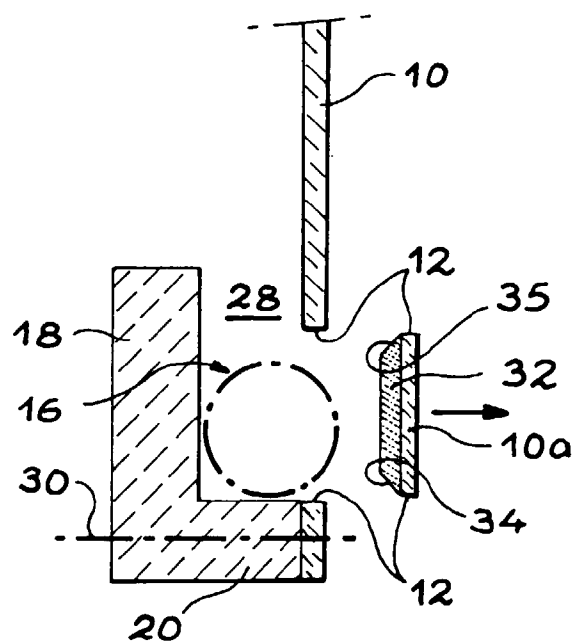


FIG. 4 B

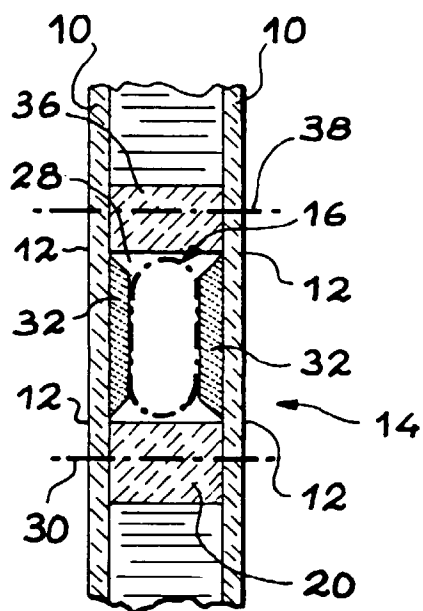


FIG. 5 A

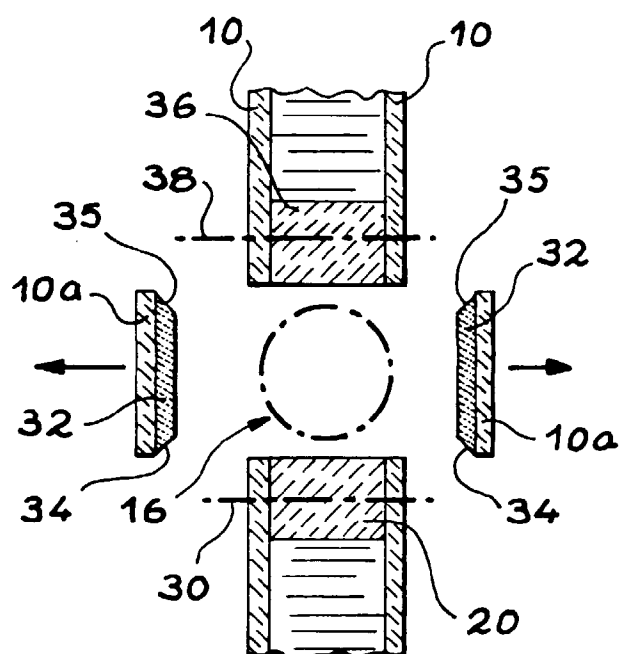


FIG. 5 B

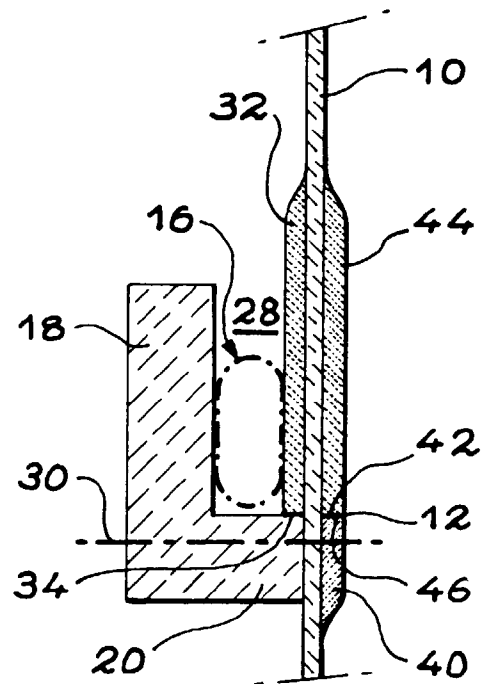


FIG. 6

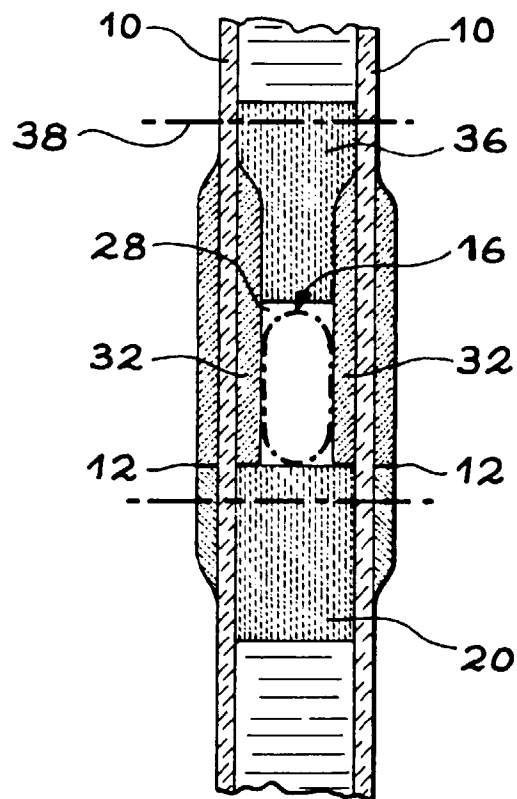


FIG. 7



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 99 40 1322

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	US 4 314 500 A (HOPPE) 9 février 1982 (1982-02-09) * abrégé * * colonne 3, ligne 41 - colonne 4, ligne 13; figures 1-5 *	1	F42B15/38
A,D	EP 0 273 061 A (MCDONNELL DOUGLAS) 6 juillet 1988 (1988-07-06) * abrégé; figures 2,3 *	1	
A,D	US 3 486 410 A (DREXELIUS) 30 décembre 1969 (1969-12-30) * colonne 5, ligne 51 - colonne 6, ligne 20; figures 1-6 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			F42B B23D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 9 septembre 1999	Examineur Rodolause, P
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03/82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 99 40 1322

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

09-09-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4314500 A	09-02-1982	AUCUN	
EP 273061 A	06-07-1988	US 4685376 A	11-08-1987
US 3486410 A	30-12-1969	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82