(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 075 525 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
01.07.2009 Bulletin 2009/27

(51) Int Cl.:
F42B 1/028 *(2006.01)* ***F42B 1/036*** *(2006.01)*
C06C 5/04 *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **08291238.7**

(22) Date de dépôt: **24.12.2008**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA MK RS

(30) Priorité: **26.12.2007 FR 0709085**

(71) Demandeur: **Nexter Munitions**
78000 Versailles (FR)

(72) Inventeurs:
- **Tanguy, Gérard**
  18023 Bourges Cedex (FR)
- **Eches, Nicolas**
  18023 Bourges Cedex (FR)

(74) Mandataire: **Célanie, Christian**
Cabinet Célanie
5, avenue de Saint Cloud
BP 214
78002 Versailles Cedex (FR)

(54) **Cordeau de découpe pyrotechnique et procédé de fabrication d'un tel cordeau**

(57) L'invention a pour objet un cordeau de découpe pyrotechnique (1) comprenant un matériau explosif (5) disposé dans un boîtier (2) et contre lequel est appliqué un profil métallique formant revêtement de découpe. Ce cordeau (1) est **caractérisé en ce que** le boîtier (2) comporte au moins deux parties, une partie arrière ou enveloppe (2a) relativement mince et une partie avant (2b) plus épaisse que la partie arrière (2a), partie avant comportant deux ailes latérales (3a,3b) formant support pour l'enveloppe (2a) et reliées par une zone médiane (4) plus mince formant le revêtement de découpe.

L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'un tel cordeau.

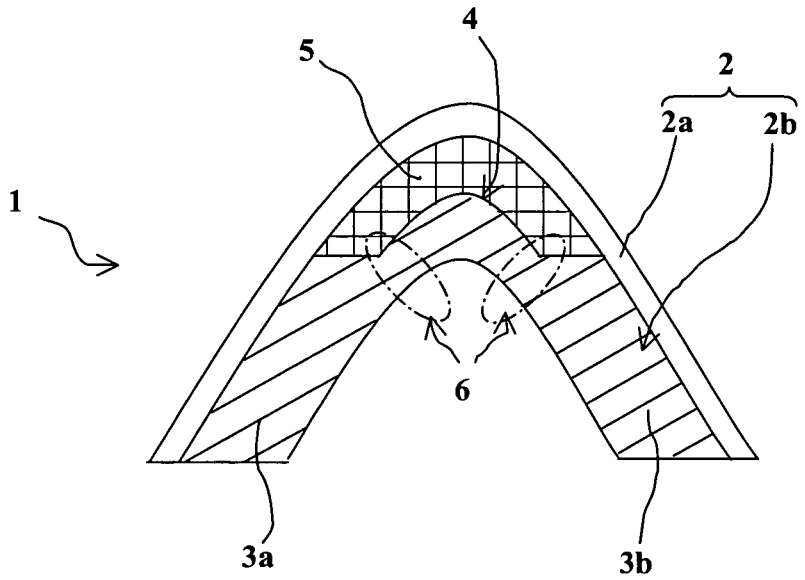


Fig. 1

EP 2 075 525 A1

Description

[0001] Le domaine technique de l'invention est celui des cordeaux de découpe pyrotechnique.

[0002] Ces cordeaux de découpe sont bien connus. Ils comprennent habituellement un matériau explosif qui est disposé dans un boîtier et contre lequel est appliqué un profil métallique formant revêtement de découpe.

[0003] Le boîtier et le revêtement sont habituellement de forme allongée, droite ou courbe. Le cordeau est appliqué contre la paroi à découper. L'initiation de l'explosif provoque la projection du revêtement à grande vitesse suivant le principe classique de fonctionnement des charges formées. Du fait de la forme allongée du cordeau, cette projection provoque une découpe le long de la ligne suivie par le cordeau.

[0004] Le brevet US-4297946 décrit ainsi un cordeau de découpe de type connu. Un tel cordeau est obtenu habituellement par étirage d'un explosif dans une gaine de plomb, la forme du revêtement (généralement en U ou en V) est obtenue en déformant le cordeau suivant ce profil.

[0005] Un tel cordeau connu présente de nombreux inconvénients.

[0006] Tout d'abord les performances de découpe ne sont pas optimisées et sont peu reproductibles en raison de la réalisation du profil de revêtement par une déformation par étirage de la gaine. En effet ce mode de réalisation ne permet aucune souplesse sur le placement relatif de l'âme d'explosif par rapport au revêtement (détermination des formes et des épaisseurs relatives de l'explosif et du revêtement).

[0007] Ensuite le plomb est un matériau toxique dont la mise en oeuvre doit être limitée. Ce métal en particulier sera dans un proche avenir à proscrire pour les applications aéronautiques (cordeaux de découpe des verrières des aéronefs militaires) et spatiales (découpe de structures sur lanceurs).

[0008] Enfin ce cordeau connu engendre des effets arrière (projection d'éclats de plomb) qui sont particulièrement néfastes dans le cadre d'une mise en oeuvre pour la découpe de verrières des aéronefs.

[0009] On connaît également par le brevet FR-2590661 un cordeau qui résout le problème de la fiabilité de la découpe en proposant un boîtier allongé en matière plastique à l'intérieur duquel est mis en place un explosif sur lequel est appliqué un revêtement.

[0010] Un tel cordeau est cependant coûteux à réaliser. Le boîtier est encombrant et les effets arrières peuvent être encore gênants en raison de la présence de renforts métalliques dans la paroi du boîtier.

[0011] L'invention a pour objet de proposer un cordeau de découpe qui soit à la fois fiable et optimisé d'un point de vue des caractéristiques de découpe, facile à fabriquer à moindre coût, et peu encombrant.

[0012] Ainsi, l'invention a pour objet un cordeau de découpe pyrotechnique comprenant un matériau explosif disposé dans un boîtier et contre lequel est appliqué un profil métallique formant revêtement de découpe, cordeau caractérisé en ce que le boîtier comporte au moins deux parties distinctes assemblées l'une à l'autre, une partie arrière ou enveloppe relativement mince et une partie avant plus épaisse que la partie arrière, la partie avant comportant deux ailes latérales formant support pour l'enveloppe et reliées par une zone médiane plus mince formant le revêtement de découpe.

[0013] La partie avant pourra être constituée par un profilé métallique.

[0014] L'enveloppe pourra avoir une épaisseur sensiblement constante.

[0015] L'enveloppe sera avantageusement réalisée en une matière plastique ou composite.

[0016] Selon un mode particulier de réalisation, le matériau explosif pourra être sous la forme d'une feuille étroite appliquée sur la zone médiane de la partie avant du boîtier, feuille maintenue en place par l'enveloppe.

[0017] L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'un tel cordeau, procédé comprenant les étapes suivantes :

- fabrication d'un profilé métallique ayant un profil globalement en V ou en U et comportant deux ailes latérales séparées par une zone médiane plus mince que les ailes,
- fabrication d'une enveloppe mince à épaisseur sensiblement constante, en matière plastique, métallique ou composite et ayant un profil globalement en V ou en U susceptible de coopérer avec le profilé en étant fixé au niveau des ailes de ce dernier.

[0018] Selon un premier mode de réalisation de ce procédé,

- le matériau explosif est mis à la forme d'une lanière allongée par la découpe d'une feuille,
- la lanière est ensuite positionnée au niveau de la zone médiane du profilé puis déformée pour épouser cette dernière,
- l'enveloppe est enfin appliquée sur la lanière et le profilé pour fermer le boîtier.

[0019] Selon un second mode de réalisation de ce procédé,

- on positionne l'enveloppe mince dans une matrice comportant une forme complémentaire du profil externe de l'enveloppe,
- on met en place dans le volume interne délimité par l'enveloppe un cordon d'un matériau explosif,
- on comprime ce matériau dans l'enveloppe à l'aide d'un poinçon ayant une forme analogue à celle du profilé,
- on positionne le profilé dans l'enveloppe portant l'explosif pour fermer le boîtier.

[0020] Le cordon d'explosif pourra être sensiblement

cylindrique et obtenu par extrusion.

[0021] Dans tous les cas on pourra fixer l'enveloppe au profilé par collage.

[0022] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre de différents modes de réalisation, description faite en référence aux dessins annexés et dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe transversale d'un cordeau suivant un premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 2 est une vue en perspective de ce cordeau,
- la figure 3 est une vue en coupe transversale d'un cordeau suivant un deuxième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 4 est un synoptique schématisant les premières étapes du procédé selon l'invention,
- la figure 5 est un synoptique schématisant les différentes étapes d'un premier mode de réalisation du procédé selon l'invention,
- la figure 6 est un synoptique schématisant les différentes étapes d'un deuxième mode de réalisation du procédé selon l'invention.

[0023] La figure 1 montre un cordeau 1 selon un premier mode de réalisation de l'invention.

[0024] Ce cordeau comprend un boîtier 2 qui comporte au moins deux parties : une partie arrière ou enveloppe 2a et une partie avant 2b distinctes l'une de l'autre et assemblées entre elles de manière à former un ensemble rigide.

[0025] La partie avant 2b est réalisée sous la forme d'un profilé métallique d'un matériau non toxique : aluminium, acier, cuivre...

[0026] Ce profilé est globalement en forme de V ou de U retourné. Il comprend deux ailes latérales 3a et 3b qui sont reliées par une zone médiane 4 qui est plus mince que les ailes latérales.

[0027] Cette zone médiane 4 forme le revêtement de découpe du cordeau. Un matériau explosif 5 est appliqué contre la zone médiane 4 et il est maintenu en place par l'enveloppe 2a.

[0028] On voit sur la figure que l'enveloppe 2a est relativement mince et en particulier qu'elle est plus mince que la partie avant 2b du boîtier. Par relativement mince, on entend une enveloppe 2a dont l'épaisseur est trois à cinq fois inférieure à celle de la partie avant 2b. L'enveloppe 2a a par ailleurs une épaisseur sensiblement constante.

[0029] L'enveloppe pourra être réalisée en un matériau métallique tel que l'aluminium. Avantageusement, on réalisera cependant l'enveloppe 2a en une matière plastique ou en un composite associant une matière plastique et des fibres de renfort (fibres de verre, de Kevlar (marque déposée) ou de carbone).

[0030] L'épaisseur de l'enveloppe 2a sera choisie en fonction de la masse d'explosif 5 qui est mise en oeuvre.

[0031] Le fait de prévoir une enveloppe arrière 2a relativement mince et légère permet de minimiser les effets arrières du cordeau 1.

[0032] L'enveloppe 2a assure le maintien du matériau explosif 5. Elle est fixée à la partie avant 2b au niveau de la surface externe des ailes latérales 3a et 3b de celle-ci. La solidarisation est par exemple assurée par collage.

[0033] Ainsi, la partie avant 2b du boîtier forme aussi un support pour l'enveloppe 2a.

[0034] Lors de l'initiation de l'explosif 5 la zone médiane 4 (qui est courbée) est projetée sous la forme de jet à haute vitesse. La rupture mécanique intervient d'une façon préférentielle au niveau de zones 6 situées entre les ailes 3a,3b et la zone médiane 4, cela en raison du changement brusque de l'épaisseur de la partie avant 2b au niveau de ces zones 6.

[0035] La forme particulière proposée par l'invention permet ainsi de fiabiliser les performances du cordeau de découpe.

[0036] En effet, la géométrie de la partie avant 2b est maîtrisée. On n'a donc plus avec l'invention les défauts de reproductibilité rencontrés avec les cordeaux connus sous gaine de plomb déformée. L'épaisseur réduite de l'enveloppe 2a permet par ailleurs de minimiser les effets arrières (projection d'éclats).

[0037] L'Homme du Métier dimensionnera la partie avant 2b et notamment les différences d'épaisseur entre la zone médiane 4 et les ailes 3a,3b en fonction de la masse d'explosif 5 et des matériaux mis en oeuvre pour réaliser la partie avant 2b.

[0038] Selon un premier mode de réalisation de l'invention, l'explosif 5 est constitué par une feuille étroite qui est appliquée et déformée sur la zone médiane 4 de la partie avant 2b du boîtier.

[0039] La figure 2 montre en perspective le cordeau de découpe 1. Ce cordeau s'étend sur une longueur L qui est choisie en fonction de l'application souhaitée. La forme en U de la partie avant 2b du boîtier délimite une cavité 7 qui permet au jet de charge formée de se développer.

[0040] D'une façon classique pour l'Homme du Métier du domaine de la pyrotechnie, la profondeur de cette cavité correspondra à la distance optimale à assurer entre un revêtement de charge formée et une cible pour avoir la perforation la meilleure.

[0041] Dans certaines applications (en particulier les cordeaux de découpe devant agir sous l'eau) il sera possible de remplir la cavité 7 avec un matériau léger, par exemple une mousse synthétique.

[0042] L'initiation de la charge 5 est assurée à l'aide d'un moyen d'amorçage 8 qui est disposé au niveau d'une extrémité du cordeau. L'autre extrémité est fermée par un couvercle ou une feuille métallique (non représentée).

[0043] La figure 3 montre un cordeau de découpe 1 suivant un autre mode de réalisation. Ce mode diffère du précédent en ce que les ailes latérales 3a et 3b de la partie avant 2b du boîtier comportent chacune une entaille 9 qui constitue le réceptacle de l'enveloppe 2a.

[0044] Une telle disposition améliore l'intégration de l'enveloppe 2a sur la partie avant 2b.

[0045] Par ailleurs, un des bords inférieurs des ailes 3a,3b est arrondi et l'autre bord est solidaire d'une patte de fixation 16 portant au moins un trou 17 permettant de recevoir un moyen de fixation. Une telle solution est adaptée à la pose d'un cordeau sur un support. On pourrait à titre de variante définir un cordeau portant deux pattes de fixation, une au niveau de chaque aile 3a,3b.

[0046] La figure 4 schématise les premières étapes du procédé selon l'invention.

[0047] Il est en effet tout d'abord nécessaire de fabriquer un profilé métallique 2b ayant un profil globalement en V ou en U et comportant deux ailes latérales 3a,3b séparées par une zone médiane 4 qui est plus mince que les ailes (plus éventuellement des pattes de fixation latérales). Un tel profilé métallique se fabrique aisément par extrusion. Il est découpé ensuite à la longueur souhaitée.

[0048] On fabrique aussi par ailleurs une enveloppe 2a mince et à épaisseur sensiblement constante. Selon le cas cette enveloppe pourra être réalisée en un métal léger (tel que l'aluminium). Elle pourra alors elle aussi être réalisée par extrusion.

[0049] Si on réalise l'enveloppe 2a en une matière plastique homogène ou incorporant des fibres courtes (inférieures à 5 mm) on pourra également la réaliser par extrusion.

[0050] Si l'enveloppe 2a est réalisée en un matériau composite à fibres longues on pourra la réaliser par tissage puis enduction du tissu à l'aide d'une matière plastique. L'enveloppe sera ensuite formée à la chaleur au profil en U souhaité à l'aide d'un moule approprié.

[0051] Quel que soit son mode de réalisation, on découpera bien entendu l'enveloppe 2a à la longueur souhaitée et déjà choisie pour le profilé 2b.

[0052] Suivant un premier mode de réalisation du procédé selon l'invention, le matériau explosif est mis à la forme d'une lanière 10 allongée (figure 4).

[0053] Il suffit pour cela de découper une feuille d'un matériau explosif plastique tel que le Formex (marque déposée).

[0054] La largeur 1 de la lanière 10 sera choisie sensiblement égale à la longueur externe en section de la zone médiane 4 de la partie avant 2b du boîtier.

[0055] La figure 5 montre la succession des différentes étapes de ce mode de réalisation du procédé :

A l'étape A1 on positionne la lanière 10 au niveau de la zone médiane 4 du profilé 2b, puis on la déforme pour qu'elle vienne épouser cette zone médiane. A l'étape B1 on applique l'enveloppe 2a sur la lanière d'explosif 5 pour fermer le boîtier. On fixe l'enveloppe 2a à la partie avant 2b par collage de l'enveloppe 2a au niveau des surfaces externes des ailes latérales 3a,3b.

[0056] L'assemblage étant ainsi achevé, le cordeau 1 est terminé (étape C1).

[0057] Ce mode de réalisation du procédé ne comporte que des opérations d'assemblage et il est donc particulièrement simple à mettre en oeuvre.

[0058] La figure 6 schématise un autre mode de réalisation du procédé selon l'invention.

[0059] Ce mode de réalisation diffère du précédent par le mode de mise en place du matériau explosif 5.

[0060] Suivant ce procédé on ne découpe pas une lanière d'explosif aux dimensions souhaitées mais on découpe une longueur d'un matériau explosif extrudé sous la forme d'un cordon 11, par exemple cylindrique.

[0061] Il est en effet facile d'obtenir commercialement de tels extrudés explosifs. Il suffit ensuite de les déformer pour leur donner la forme souhaitée.

[0062] Pour cela, à l'étape A2, on positionne l'enveloppe mince 2a dans une matrice 13 comportant une cavité 12 de forme complémentaire du profil externe de l'enveloppe 2a.

[0063] On positionne ensuite dans le volume interne 14 délimité par l'enveloppe 2a un cordon 11 du matériau explosif.

[0064] On comprime ensuite ce matériau explosif directement dans l'enveloppe 2a et à l'aide d'un poinçon 15 ayant une forme analogue à celle du profilé 2b qui sera ensuite mis en oeuvre.

[0065] Le résultat obtenu après retrait du poinçon 15 est représenté à l'étape B2 : une couche de matériau explosif 5 est positionnée dans l'enveloppe 2a et elle a la forme souhaitée pour recevoir la partie avant 2b.

[0066] A l'étape C2 on positionne enfin le profilé 2b dans l'enveloppe 2a portant l'explosif 5. On referme ainsi le boîtier 2. La solidarisation de l'enveloppe 2a et de la partie avant 2b est là encore assurée par collage.

[0067] Ce mode de réalisation permet de simplifier la mise en oeuvre de l'explosif. Il est en effet plus aisé de comprimer un cordon explosif disponible dans le commerce que de découper une feuille d'explosif aux dimensions souhaitées.

Revendications

1. Cordeau (1) de découpe pyrotechnique comprenant un matériau explosif (5) disposé dans un boîtier (2) et contre lequel est appliqué un profil métallique formant revêtement de découpe, cordeau ***caractérisé en ce que*** le boîtier comporte au moins deux parties distinctes assemblées l'une à l'autre, une partie arrière ou enveloppe (2a) relativement mince et une partie avant (2b) plus épaisse que la partie arrière (2a), la partie avant comportant deux ailes latérales (3a,3b) formant support pour l'enveloppe (2a) et reliées par une zone médiane (4) plus mince formant le revêtement de découpe.

2. Cordeau de découpe selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la partie avant (2b) est consti-

tuée par un profilé métallique.

3. Cordeau de découpe selon une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'enveloppe (2a) a une épaisseur sensiblement constante.

4. Cordeau de découpe selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'enveloppe (2a) est réalisée en une matière plastique ou composite.

5. Cordeau de découpe selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le matériau explosif (5) est sous la forme d'une feuille étroite appliquée sur la zone médiane (4) de la partie avant (2b) du boîtier (2), feuille maintenue en place par l'enveloppe (2a).

6. Procédé de fabrication d'un cordeau de découpe selon une des revendications 1 à 5, procédé comprenant les étapes suivantes :

- fabrication d'un profilé métallique (2b) ayant un profil globalement en V ou en U et comportant deux ailes latérales (3a,3b) séparées par une zone médiane (4) plus mince que les ailes,
- fabrication d'une enveloppe mince (2a) à épaisseur sensiblement constante, en matière plastique, métallique ou composite et ayant un profil globalement en V ou en U susceptible de coopérer avec le profilé (2b) en étant fixé au niveau des ailes (3a,3b) de ce dernier.

7. Procédé de fabrication selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** :

- le matériau explosif (5) est mis à la forme d'une lanière (10) allongée par la découpe d'une feuille,
- la lanière (10) est ensuite positionnée au niveau de la zone médiane (4) du profilé (2b) puis déformée pour épouser cette dernière,
- l'enveloppe (2a) est enfin appliquée sur la lanière (10) et le profilé (2b) pour fermer le boîtier.

8. Procédé de fabrication selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** :

- on positionne l'enveloppe mince (2a) dans une matrice (13) comportant une forme complémentaire du profil externe de l'enveloppe (2a),
- on met en place dans le volume interne délimité par l'enveloppe (2a) un cordon (11) d'un matériau explosif,
- on comprime ce matériau dans l'enveloppe (2a) à l'aide d'un poinçon (15) ayant une forme analogue à celle du profilé (2b),
- on positionne le profilé (2b) dans l'enveloppe (2a) portant l'explosif (5) pour fermer le boîtier (2).

9. Procédé de fabrication selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le cordon d'explosif (11) est sensiblement cylindrique et obtenu par extrusion.

10. Procédé de fabrication selon une des revendications 6 à 9, **caractérisé en ce que** l'enveloppe (2a) est fixée au profilé (2b) par collage.

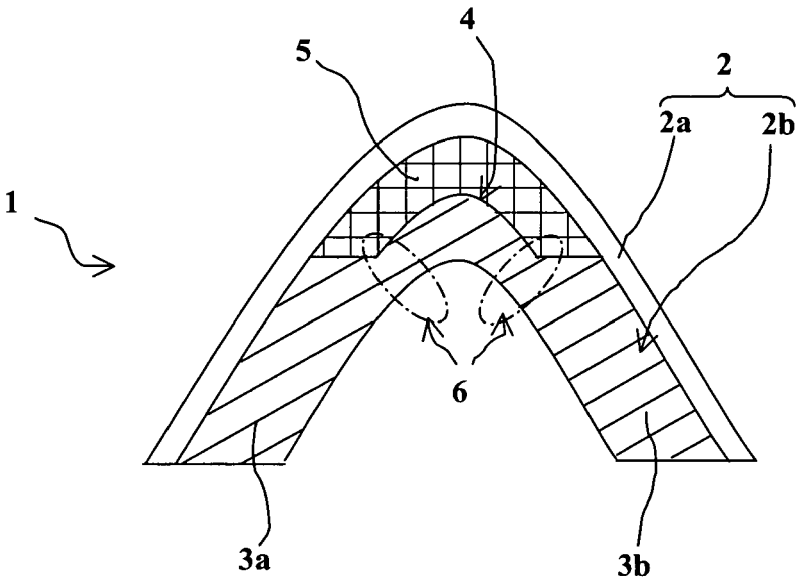


Fig. 1

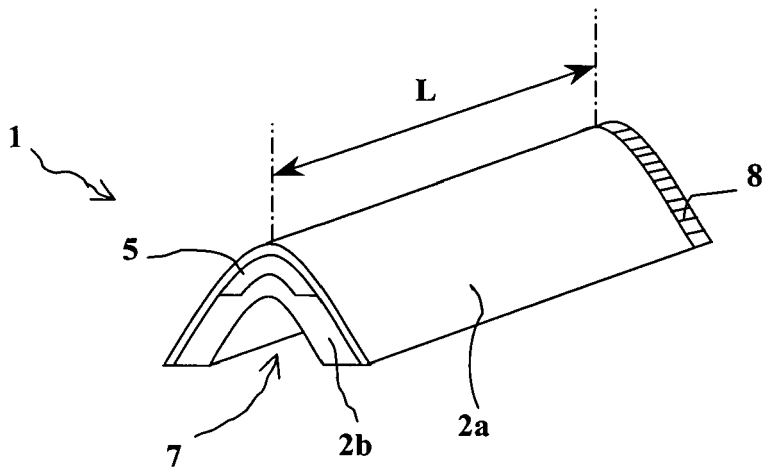


Fig. 2

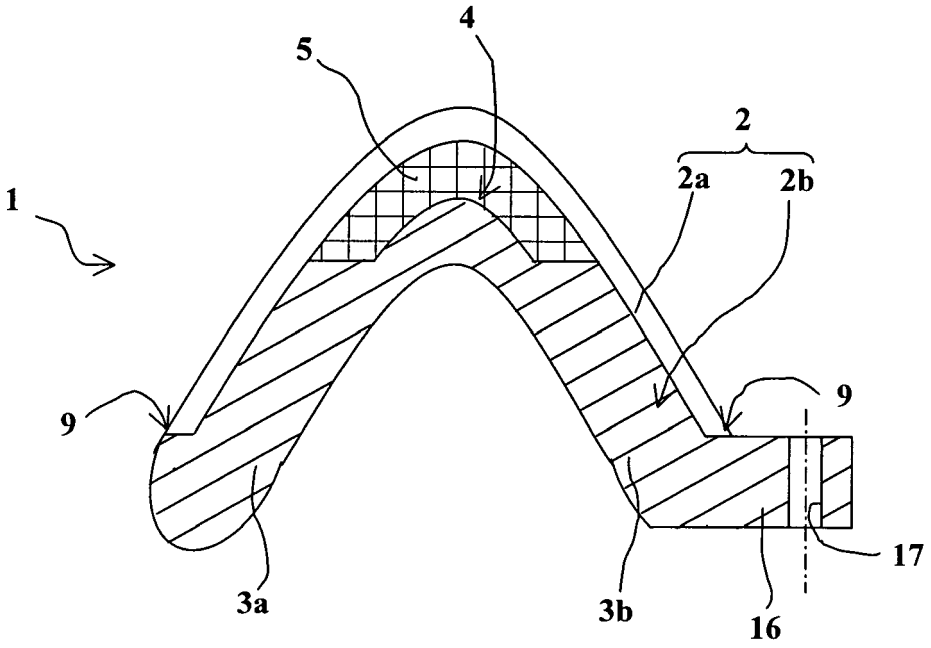


Fig. 3

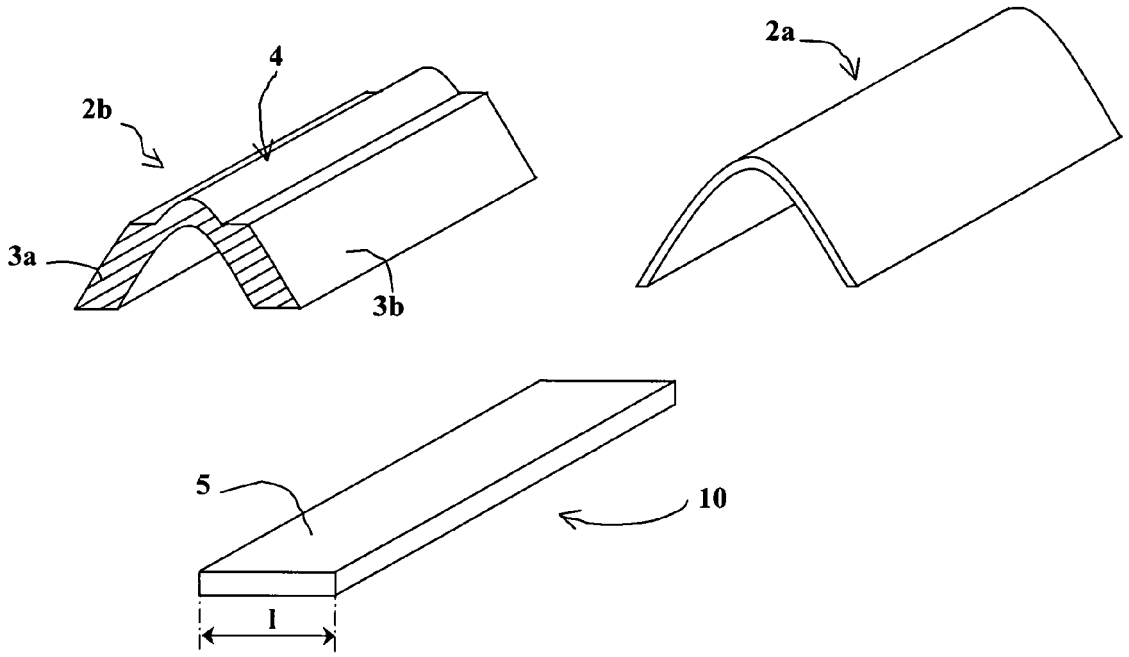
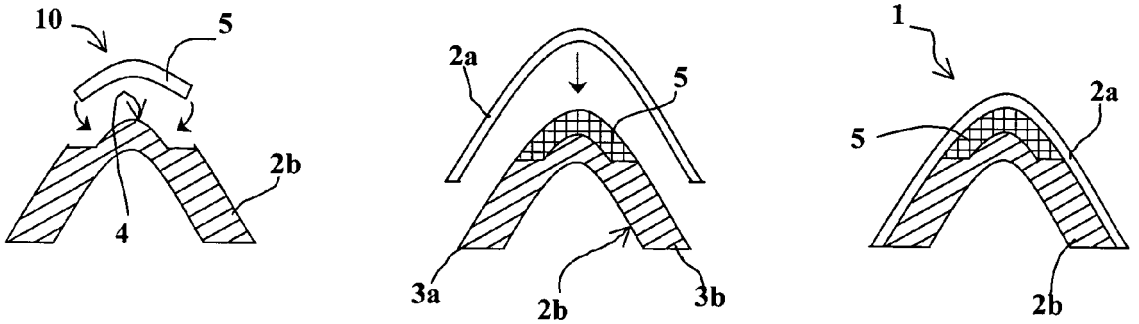
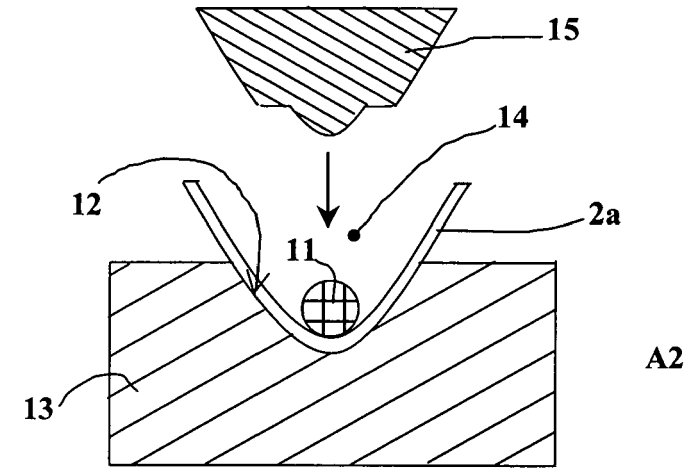


Fig. 4

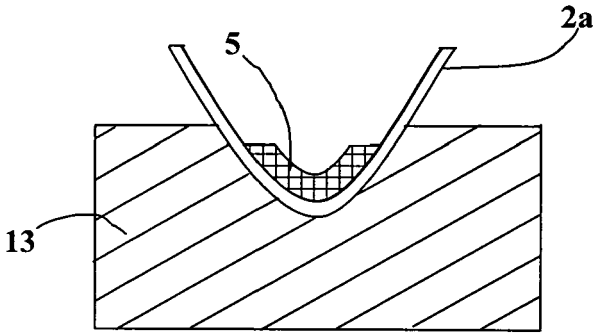


A1 B1 C1

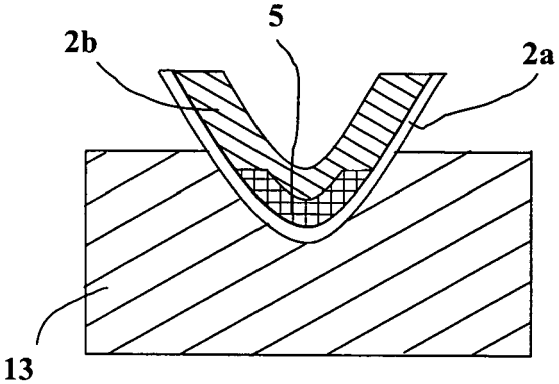
Fig. 5



A2



B2



C2

Fig. 6

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 08 29 1238

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 0 055 165 A (FRANCE ETAT [FR]) 30 juin 1982 (1982-06-30) * page 4, ligne 21-34 * * figure 1 *	1-5	INV. F42B1/028 F42B1/036 C06C5/04
A	DE 77 08 557 U1 (HAGENUK & CO GMBH, 5750 MENDEN) 1 septembre 1977 (1977-09-01)		
A	FR 2 333 764 A (POUDRES & EXPLOSIFS STE NALE [FR]) 1 juillet 1977 (1977-07-01)		
A	US 4 649 825 A (QUICK WILSON M [US] ET AL) 17 mars 1987 (1987-03-17)		

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)

F42B
C06C

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
La Haye	22 avril 2009	Menier, Renan

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 08 29 1238

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 members 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.

22-04-2009

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0055165 A	30-06-1982	DE 3163683 D1	20-06-1984
		FR 2495991 A1	18-06-1982
DE 7708557 U1	01-09-1977	AUCUN	
FR 2333764 A	01-07-1977	DE 2654274 A1	23-06-1977
		GB 1550398 A	15-08-1979
US 4649825 A	17-03-1987	AUCUN	

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 4297946 A **[0004]**
- FR 2590661 **[0009]**