



12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt : **90403485.7**

51 Int. Cl.⁵ : **F42B 1/032, F42B 1/028**

22 Date de dépôt : **07.12.90**

30 Priorité : **07.12.89 FR 8916214**

43 Date de publication de la demande :
24.07.91 Bulletin 91/30

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

71 Demandeur : **ETAT-FRANCAIS représenté par
le DELEGUE GENERAL POUR L'ARMEMENT
26, Boulevard Victor
F-00460 Armées (FR)**

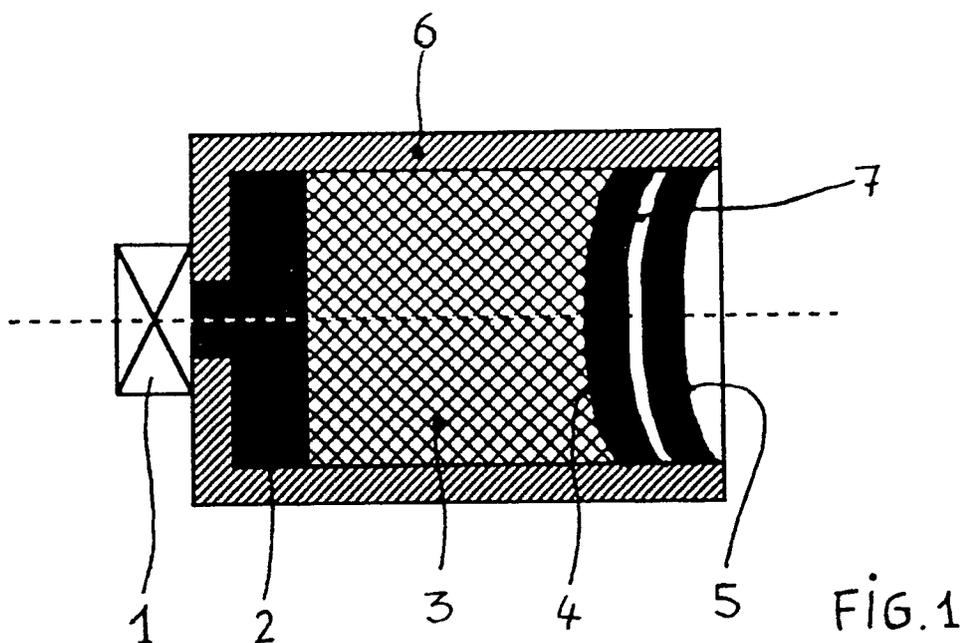
72 Inventeur : **Durand, Richard
36, rue Calder
F-18000 Bourges (FR)**

54 **Charge explosive engendrant plusieurs noyaux et/ou jets.**

57 L'invention concerne une charge explosive engendrant des noyaux et/ou des jets, comportant n revêtements, n étant un nombre compris entre 2 et 5, et une charge explosive 3 initiée par un dispositif d'amorçage 1.

Par exemple, deux revêtements 4, 5 sont placés de manière contigüe à faible distance l'un de l'autre et présentent une impédance de choc égale ou décroissante de l'intérieur, côté charge explosive, vers l'extérieur, côté surface libre. Les revêtements se présentent sous la forme de calottes à surfaces coniques dont la convexité est dirigée vers la charge explosive 3. La distance maximale séparant les deux revêtements est comprise entre environ 0,1 mm et 0,11 calibre de la charge et diminue des bords vers le centre des revêtements. L'épaisseur moyenne des revêtements exprimée en calibre de charge est comprise entre $0,01/n$ et $0,15/n$, n étant le nombre de revêtements.

Application à l'attaque de véhicules blindés par le toit.



CHARGE EXPLOSIVE ENGENDRANT PLUSIEURS NOYAUX ET/OU JETS

Le secteur technique de la présente invention est celui des charges explosives engendrant des jets ou des noyaux, destinés au percement du blindage des véhicules blindés.

L'évolution et l'apparition de concepts d'agression à grande distance d'action (attaque par le toit) ont conduit au développement des charges génératrices de noyau, ces charges étant capables de perforer des blindages de l'ordre d'un calibre d'épaisseur, jusqu'à des distances d'action de 1000 calibres.

Ces charges sont destinées à agresser des blindages moyennement épais (inférieur à environ 150 mm), blindages qui deviennent de plus en plus difficiles à perforer, car les concepteurs de véhicules blindés durcissent leur matériau constitutif, les épaississent ou les surprotègent par des éléments inertes ou réactifs.

On a déjà proposé l'utilisation de charges explosives comportant plusieurs revêtements. Il en est ainsi du brevet FR-EN-8610738 qui décrit une charge comprenant deux revêtements ; mais ceux-ci sont nécessairement jointifs, car il s'agit d'éviter l'écaillage et la rupture du revêtement interne (côté explosif).

Le brevet US-A-4 702 171 décrit un revêtement bi-couche dont l'un engendrant un jet et l'autre un noyau. Ces revêtements sont fixés de manière jointive sur une portion de leur surface et leur impédance aux chocs est décroissante de l'extérieur vers l'intérieur. De plus, la charge décrite ne engendre pas deux jets ou noyaux, mais un ensemble continu comme le montre la figure 2 de ce brevet.

Le brevet US-A-4 498 367 décrit une charge à deux revêtements engendrant un jet unique de haute énergie. Le revêtement interne, côté explosif, a une ductilité plus grande que celle du revêtement externe et ces deux revêtements sont positionnés de manière jointive. De plus, l'impédance de choc est décroissante de l'extérieur vers l'intérieur (côté charge explosive).

Les possibilités d'accroissement des performances face aux blindages actuels ou futurs font l'objet de trois axes d'efforts de développement :

- augmentation du calibre efficace de la charge, avec souvent comme facteur limitatif la section et l'encombrement,
- utilisation d'explosifs hyperénergétiques qui permettent d'avoir des vitesses initiales de noyau élevées (supérieures à 2500 m/s) à la limite de la tenue mécanique des matériaux constituant les revêtements,
- utilisation de revêtements constitués de matériaux à masse volumique élevée (tantale par exemple), en référence aux règles de l'art qui stipulent qu'à masse, longueur et vitesse de noyau données, le revêtement est d'autant plus perfor-

mant que sa masse volumique est élevée (relation entre la pénétration et la racine carrée de la masse volumique du noyau).

5 L'invention proposée porte sur une évolution architecturale des charges engendrant des noyaux et/ou des jets s'éloignant des trois axes d'efforts précités ; elle permet d'accroître notablement le potentiel d'agression de ces charges sur les blindages actuels ou futurs.

10 L'invention a donc pour objet une charge explosive engendrant des noyaux et/ou des jets, comportant n revêtement, n étant un nombre compris entre 2 et 5, et une charge explosive initiée par un dispositif d'amorçage, caractérisée en ce que les revêtements sont placés de manière contiguë, la distance relative entre les deux revêtements étant comprise entre environ 0,1 mm et 0,11 calibre et en ce que les matériaux présentent une impédance de choc égale ou décroissante de l'intérieur, côté charge explosive, vers l'extérieur, côté surface libre.

15 Les revêtements peuvent se présenter sous la forme de calottes à surfaces de révolution engendrées par une courbe conique et dont la convexité est dirigée vers la charge explosive.

20 Par courbe conique, on entend une sphère, une éllipsoïde, une parabolôide, etc...

25 La distance peut diminuer des bords vers le centre des revêtements.

30 L'épaisseur moyenne des revêtements exprimée en calibre de charge peut être comprise entre $0,01/n$ et $0,15/n$, n étant le nombre de revêtements.

35 Chaque revêtement est constitué par un métal ou un alliage uniques.

40 Les revêtements peuvent être réalisés à partir de métaux ou d'alliages de métaux choisis dans le groupe constitué par exemple par l'uranium, le tantale, le nickel, le cuivre et le fer.

45 La charge peut comporter deux revêtements, les revêtements interne et externe étant respectivement constitués par le tantale et le fer.

50 Les deux revêtements peuvent être espacés d'une distance constante de 0,1 mm.

55 Les revêtements interne et externe peuvent avoir chacun une épaisseur de l'ordre de 2,5% du calibre de la charge.

La charge peut comporter trois revêtements constitués respectivement de l'intérieur vers l'extérieur par le tantale, le cuivre et le fer.

Un avantage de la présente invention réside dans le fait que dans l'agression de cibles inertes, une telle charge permet de cumuler (au moins à courte et moyenne distance d'action, environ 100 calibres) les effets de plusieurs noyaux et d'obtenir une perforation de plus grande profondeur, qu'avec une charge classique.

Un autre avantage réside dans le fait que lors de l'agression de cibles sur-protégées par des éléments inertes ou réactifs, on obtient les effets d'une charge tandem : le premier noyau détruit la première sur-protection, ce qui permet aux noyaux suivants d'agresser la partie restante de la cible.

Un autre avantage réside dans l'intégration dans une munition pour présenter ainsi une masse et un encombrement faibles, en comparaison de ceux d'une charge tandem classique.

On peut en outre, par évolution géométrique simple (par exemple, pour un revêtement hémisphérique diminution du rayon de courbure à masse de revêtement constante) et par un choix judicieux du matériau du revêtement, obtenir avec une charge génératrice de noyau monorevêtement, non plus la génération d'un noyau entier ($1/d$ inférieur à 5), mais d'un jet fragmenté (longueur cumulée du jet/diamètre du jet inférieur à 10). On obtient un fonctionnement de la charge engendrant un noyau en pseudo-charge creuse.

En intégrant dans une charge explosive selon la présente invention des revêtements présentant une telle évolution géométrique et possédant un tel matériau constitutif, on peut alors obtenir une charge engendrant soit :

- un jet avant et un noyau arrière,
- un noyau avant et un jet arrière,
- un jet avant et un jet arrière.

A courte distance d'action (inférieur à 20 calibres), ces trois types de charges, ainsi que la charge à deux revêtements générant des noyaux entiers, sont globalement moins performants qu'une charge creuse optimisée de même calibre. Toutefois, à moyenne distance d'action (entre environ 20 et 100 calibres), c'est la charge selon l'invention qui est la plus performante.

On peut envisager l'utilisation de la charge selon l'invention dans les conditions décrites précédemment et dans la limite de bonne efficacité du jet, mais également comme charge avant d'une charge tandem, où la charge arrière est une charge creuse connue, de grande efficacité. Dans ce dernier cas, on peut :

- faire fonctionner la charge avant à moyenne distance d'action, si celle-ci engendre au moins un jet, puis la charge arrière au voisinage de la cible à sa distance de fonctionnement nominal,
- faire fonctionner la charge avant à moyenne et grande distances d'action (entre 20 et 500 calibres environ), si celle-ci n'engendre que des noyaux, puis la charge arrière au voisinage de la cible à sa distance de fonctionnement nominal.

Les charges tandem ne présentant d'intérêt principalement que dans l'attaque de protections multi-étages (deux étages pour une charge à deux noyaux), si l'un des étages est difficile à détruire avec un noyau, on l'agresse alors avec un jet.

On voit donc que le type de protection multi-éta-

ges à agresser fixe l'architecture de la charge et conséquemment sa distance de fonctionnement.

D'autres avantages de la présente invention seront mieux compris à la lecture du complément de description donné ci-après en relation avec un dessin sur lequel :

- la figure 1 est une coupe longitudinale d'une charge à deux revêtements,
- la figure 2 est une coupe longitudinale d'une charge à trois revêtements,
- la figure 3 illustre le fonctionnement d'une charge à deux revêtements.

Pour qu'une charge à multi-génération de noyaux selon l'invention fonctionne correctement, elle doit présenter avantageusement les caractéristiques techniques suivantes :

- 1) Un revêtement élémentaire n'est constitué que d'un seul matériau,
- 2) La charge possède des matériaux de revêtements élémentaires conduisant, dans le cas général, à la formation d'un noyau entier quand ils sont utilisés seuls dans une charge mono-revêtement intégrant (hors revêtement) les mêmes matériaux constitutifs (explosif par exemple) et présentant une géométrie et des conditions de fonctionnement similaires (vitesse de déformation du revêtement,...). Ces deux conditions sont suffisantes, mais pas nécessaires,
- 3) Il faut que le choc délivré par l'explosif dans le revêtement de la charge multi-noyau (constitué de n revêtements élémentaires) se transmette de l'intérieur de la charge (côté explosif) vers l'extérieur (côté surface libre du revêtement), selon des matériaux d'impédance de choc égale ou décroissante, c'est-à-dire selon des matériaux de courbe d'Hugoniot (courbe représentative de l'état de choc d'un matériau dans un diagramme pression (ordonnée), vitesse particulière (abscisse) du matériau) de pente égale ou décroissante (par exemple : l'uranium, le tantale, le nickel, le cuivre et le fer),

- 4) Il faut que deux revêtements élémentaires consécutifs, dont les matériaux constitutifs sont choisis en accord avec les deux points ci-dessus, soient physiquement distincts l'un de l'autre, c'est-à-dire séparés par un interface franc. Ces deux dernières conditions sont indispensables.

Sur la figure 1, on a représenté une charge à double génération de noyaux constituée d'un dispositif de sécurité et d'amorçage 1 pour initier un relais d'amorçage 2 qui amplifie en puissance et stabilise en forme et en vitesse le signal détonique issu du dispositif 1. Ce relais 2 peut éventuellement intégrer un dispositif de conformation d'onde, tel un écran. Le relais 2 est suivi d'une charge explosive 3 qui est mise en régime détonique par le signal que le relais 2 délivre et qui a pour rôle est de propulser le revêtement bi-couche 4 et 5.

Ce revêtement bi-couche engendre deux noyaux correspondant aux deux revêtements élémentaires 4 et 5 le constituant.

L'ensemble de la structure décrite est intégrée à l'intérieur d'une enveloppe métallique 6 de type classique. Les deux revêtements 4 et 5 sont espacés l'un de l'autre, par exemple, par une lame d'air 7 dont l'épaisseur est comprise entre environ 0,1 mm et 0,11 calibre de la charge. Le revêtement 4 est constitué par du tantale et le revêtement 5 par du fer. La distance séparant les deux revêtements peut être constante ou bien être plus importante à la périphérie qu'au niveau des centres des revêtements. Le volume libre existant entre les deux revêtements peut être occupé par exemple par un matériau organique. Ce matériau peut être une colle.

Sur la figure 2, on a représenté une charge comprenant trois revêtements 8, 9, et 10, espacés les uns des autres par les lames d'air successives 11 et 12, les autres éléments de la structure étant identiques. Les deux revêtements 8 et 9 sont séparés l'un de l'autre par la lame d'air 11 dont l'épaisseur est constante et comprise entre 0,1 mm et 0,11 calibre de la charge. Le revêtement 8 est constitué par du tantale et le revêtement 9 par du cuivre. Les deux revêtements 9 et 10 sont séparés l'un de l'autre par la lame d'air 12 dont l'épaisseur décroît de la périphérie vers le centre de ces revêtements d'une valeur b , à une valeur a , telle que $0,1 \text{ mm} \leq a \leq b \leq 0,11 \text{ calibre}$. Le revêtement 10 est constitué par du fer. Les volumes existant entre les revêtements 8 et 9 d'une part et 9 et 10 d'autre part peuvent être occupés par exemple par un matériau organique. Ce matériau peut être une colle.

La figure 3 illustre le fonctionnement d'une charge à deux revêtements. On voit les deux noyaux 13 et 14 formés respectivement à partir des revêtements 5 et 4. Ils sont séparés au bout d'un temps de l'ordre de 500 μs d'une distance de 60 mm.

L'onde de détonation, conformée ou non, induit dans le premier revêtement élémentaire 4 un choc qui, dans un diagramme "pression P , vitesse particulière u ", est déterminé par l'intersection de l'adiabatique dynamique des produits de détonation de l'explosif de chargement 3 et de la courbe d'Hugoniot du matériau du revêtement élémentaire 8 (point de coordonnées P_1, u_1). Le choc se déplace vers l'interface des revêtements élémentaires 4 et 5 en comprimant le milieu qu'il traverse et en le portant à la pression P_1 et à la vitesse particulière u_1 . Par suite, le choc se transmet au deuxième revêtement élémentaire 5 en le comprimant ; son matériau constitutif, puisqu'il est d'impédance de choc inférieure à celle du matériau du premier revêtement élémentaire 4, est traversé par le choc à la pression P'_2 inférieure à P_1 et à la vitesse particulière u'_2 supérieure à u_1 . La pression P'_2 et la vitesse particulière u'_2 sont des valeurs légèrement altérées par passage du choc au

5

travers du volume à épaisseur constante 7 de la pression P_2 et de la vitesse particulière u_2 (P_2 et u_2 sont graphiquement données dans le diagramme "pression, vitesse particulière" par l'intersection de la courbe symétrique par rapport à la droite parallèle à l'axe des pressions passant par le point (P_1, u_1) de la courbe d'Hugoniot du premier revêtement élémentaire 4 et de la courbe d'Hugoniot du deuxième revêtement élémentaire 5).

10

15

En raison des différentes conditions initiales de chocs s'établissant dans les deux revêtements élémentaires, ces derniers sont mis en mouvement et se séparent. L'état d'équilibre est atteint dans les revêtements élémentaires généralement après plusieurs dizaines de microsecondes ; le temps pour atteindre l'état d'équilibre correspond au temps nécessaire à l'annulation de la pression dans les matériaux du fait des recombinaisons des ondes de compression et de détente qui y circulent.

20

25

Ultérieurement, le premier revêtement élémentaire 4 se déplace et se déforme en fonction de ses caractéristiques propres (géométriques, métallurgiques...) et de l'énergie qui lui est communiquée lors du choc initial et également par les produits de détonation générés par l'explosif.

30

Le deuxième revêtement élémentaire 5 se déplace et se déforme en fonction de ses caractéristiques propres et de l'énergie qui lui est communiquée par le premier revêtement élémentaire 4.

35

Lorsque la charge comporte trois revêtements, l'onde de choc se transmet aux revêtements élémentaires 8, 9 et 10 en les comprimant. Le matériau constitutif du troisième revêtement, puisqu'il est d'impédance de choc inférieure à celle du matériau du deuxième élémentaire 9, est traversé par un choc à la pression P'_3 inférieure à P'_2 et à la vitesse particulière u'_3 supérieure à u'_2 . La pression P'_3 et la vitesse particulière u'_3 sont les valeurs légèrement altérées par passage du choc au travers de la lame d'air 12 à épaisseur variable de la pression P_3 et de la vitesse particulière u_3 (P_3 et u_3 sont graphiquement données dans un diagramme "pression, vitesse particulière" par l'intersection de la courbe symétrique par rapport à la droite parallèle à l'axe des pressions passant par le point (P_2, u_2) de la courbe d'Hugoniot du deuxième revêtement élémentaire 9 et de la courbe d'Hugoniot du troisième revêtement élémentaire 10).

50

Le troisième revêtement élémentaire 10 se déplace et se déforme en fonction de ses caractéristiques propres et de l'énergie qui lui est communiquée par le deuxième revêtement élémentaire 9.

55

Les règles de l'art (notamment celles concernant la géométrie des revêtements) et le choix judicieux de l'épaisseur de la lame 11 et de la loi de variation d'épaisseur de la lame 12 permettent de dimensionner les trois noyaux de façon telle :

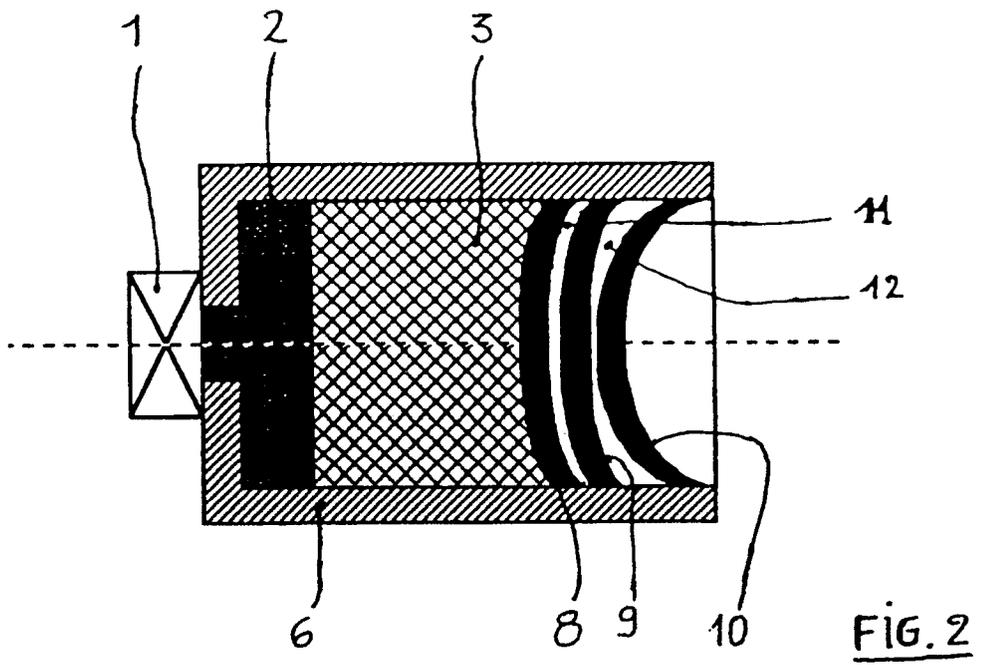
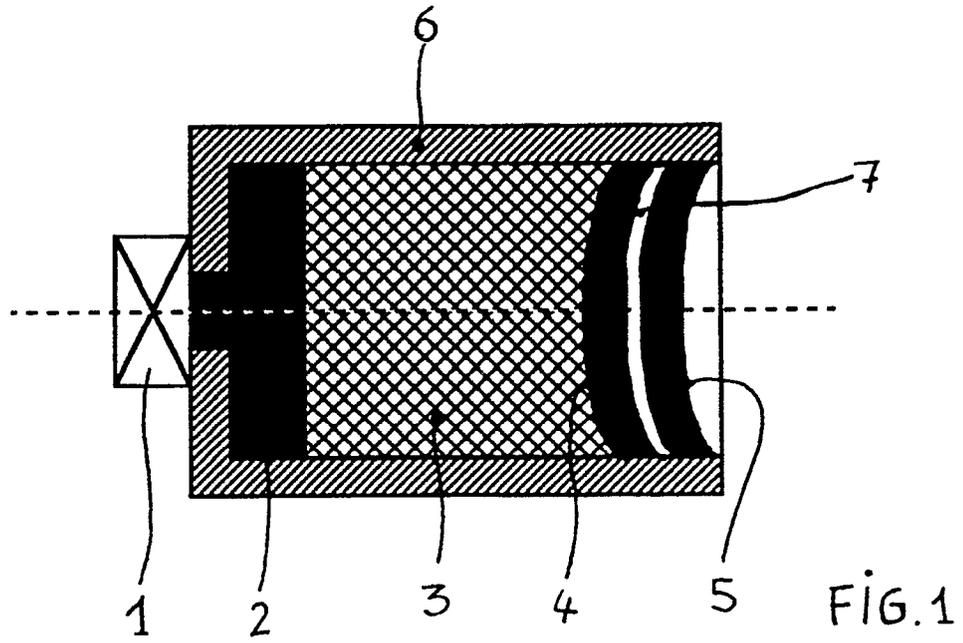
- qu'ils soient pour chacun d'eux aérodynamiquement stables sur trajectoire en rendant leurs mar-

ges statiques suffisamment grandes,
- qu'ils se suivent sur trajectoire sans se rencontrer, ce en veillant à ce que leurs caractéristiques physiques (notamment : maître couple, coefficient de traînée aérodynamique, masse et vitesse initiale) leur assurent un différentiel de vitesse constant ou croissant.

Avec ce type de charge, on obtient trois noyaux distincts permettant de perforer certaines cibles avec une efficacité supérieure à celle d'une charge engendrant deux noyaux contre la même cible, elle-même plus efficace qu'une charge engendrant un noyau.

Revendications

1. Charge explosive engendrant des noyaux et/ou des jets, comportant n revêtements, n étant un nombre compris entre 2 et 5, et une charge explosive (3) initiée par un dispositif d'amorçage (1), caractérisée en ce que les revêtements (4, 5 ; 8, 9, 10) sont placés de manière contiguë, la distance relative entre deux revêtements étant comprise entre environ 0,1 mm et 0,11 calibre et en ce que les matériaux présentent une impédance de choc égale ou décroissante de l'intérieur, côté charge explosive, vers l'extérieur côté surface libre. 5
2. Charge explosive selon la revendication 1, caractérisée en ce que les revêtements se présentent sous la forme de calottes à surfaces de révolution engendrées par une courbe conique et dont la convexité est dirigée vers la charge explosive (3). 10
3. Charge explosive selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que la distance diminue des bords vers le centre des revêtements. 15
4. Charge explosive selon une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'épaisseur moyenne des revêtements exprimée en calibre de charge est comprise entre $0,01/n$ et $0,15/n$, n étant le nombre de revêtements. 20
5. Charge explosive selon une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que chaque revêtement est constitué par un métal ou un alliage unique. 25
6. Charge explosive selon une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les revêtements sont réalisés à partir de métaux ou d'alliages de métaux choisis dans le groupe constitué par exemple par l'uranium, le tantale, le nickel, le cuivre et le fer. 30
7. Charge explosive selon une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comporte deux revêtements (4, 5), les revêtements interne (4) et externe (5) étant respectivement constitués par le tantale et le fer. 35
8. Charge explosive selon la revendication 7, caractérisée en ce que les deux revêtements sont espacés d'une distance constante de 0,1 mm. 40
9. Charge explosive selon la revendication 8, caractérisée en ce que les revêtements interne (4) et externe (5) ont chacun une épaisseur de l'ordre de 2,5% du calibre de la charge. 45
10. Charge explosive selon une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce qu'elle comporte trois revêtements constitués respectivement de l'intérieur vers l'extérieur par le tantale, le cuivre et le fer. 50



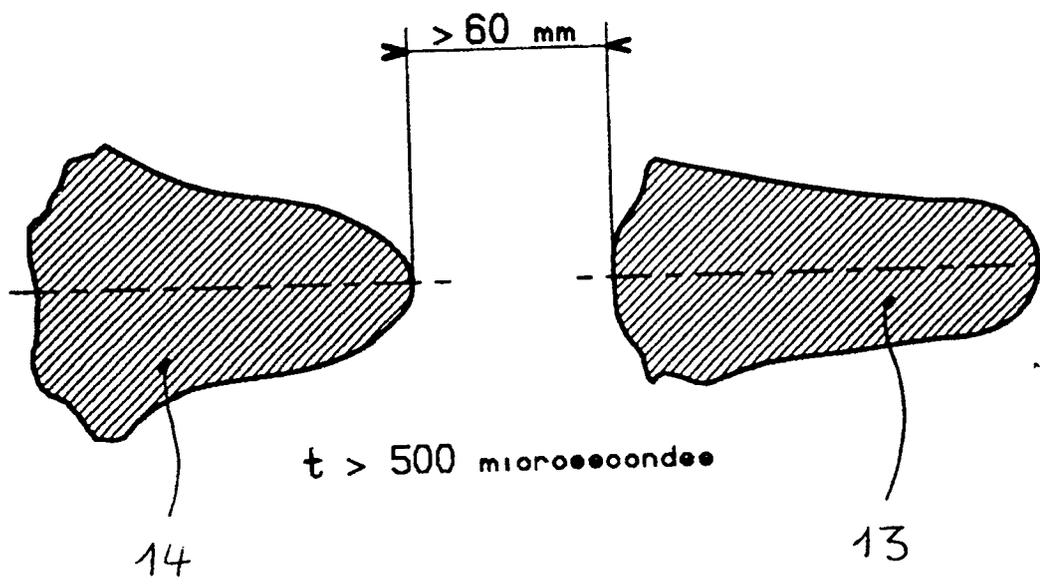


FIG. 3

Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 90 40 3485

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.5)
A	US-A-3224368 (HOUSE A.) * colonne 2, lignes 1 - 21; figures 1-5 * * colonne 3, lignes 36 - 57 * * colonne 4, lignes 6 - 47 * ---	1, 2	F42B1/032 F42B1/028
A	DE-A-2336750 (LÖCKMANN) * page 3, alinéa 2,3; figure 3 * ---	1, 2	
D,A	FR-A-2632394 (ETAT FRANCAIS) * page 4, alinéa 5 - page 5, alinéa 6; figure 1 * ---	2, 5, 6	
A	US-A-4747350 (SZECKET) * colonne 16, ligne 12 - colonne 17, ligne 45; figures 22-25 * ---	5-7	
D,A	US-A-4498367 (SKOLNICK) * colonne 3, lignes 15 - 21; figures 1-3 * * colonne 4, ligne 44 - colonne 5, ligne 33 * ---	1, 5-7	
A	DE-C-2927555 (MESSERSCHMITT-BÖLKOW-BLOHM GMBH) * le document en entier * -----	1, 5-7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5) F42B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 24 JANVIER 1991	Examineur VAN DER PLAS J.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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 I : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

EPO FORM 1503 (03.92) (P/0402)