



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
05.10.2011 Bulletin 2011/40

(51) Int Cl.:
F42B 12/06 ^(2006.01) **F42B 12/08** ^(2006.01)
F42B 12/20 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **11290134.3**

(22) Date de dépôt: **16.03.2011**

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

(72) Inventeur: **Eches, Nicolas**
18023 Bourges Cedex (FR)

(74) Mandataire: **Célanie, Christian**
Cabinet Célanie
5 Avenue de Saint Cloud
B.P. 214
78002 Versailles Cedex (FR)

(30) Priorité: **30.03.2010 FR 1001301**

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

(54) **Pénétrateur à énergie cinétique**

(57) L'invention a pour objet un pénétrateur (1) à énergie cinétique comportant un corps de perforation (2) renfermant un chargement explosif (3) pouvant être initié par un moyen d'amorçage (4). Selon l'invention le corps (2) sensiblement cylindrique renfermant le matériau ex-

plosif (3) est prolongé par une ogive (5) réalisée intégralement en un matériau à base de tungstène et à hautes caractéristiques mécaniques.

L'invention trouve application dans la réalisation de pénétrateurs de faibles dimensions embarqués par des missiles.

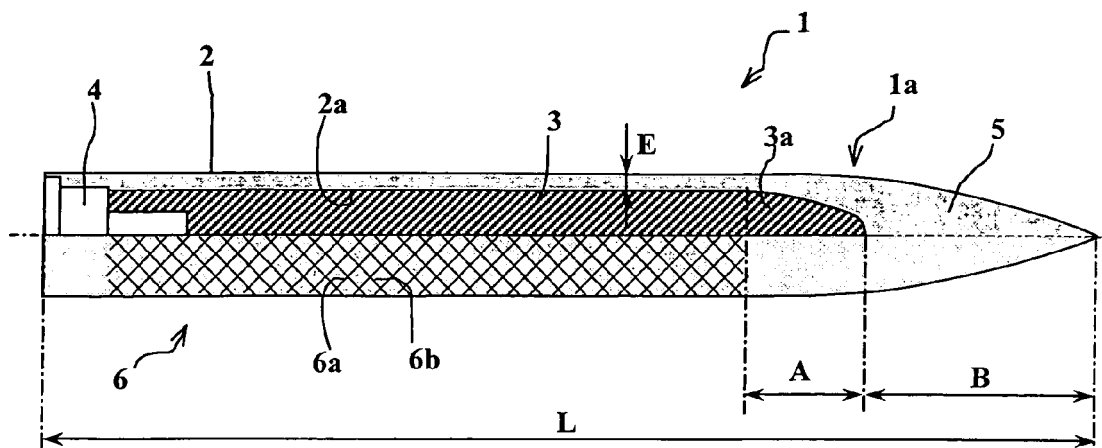


Fig. 1

Description

[0001] Le domaine technique de l'invention est celui des pénétrateurs à énergie cinétique destinés à être dispersés par un porteur tel un missile pour détruire des cibles bétonnées et ferrillées.

[0002] On connaît des missiles de croisière qui sont capables de détruire des épaisseurs de béton importantes (voisines du mètre). Cependant ces missiles sont de masse importante (supérieure à 500 kg voire voisine de 1000 kg) et très coûteux à mettre en oeuvre. Ils ne sont pas adaptés à des cibles bétonnées plus modestes, ayant une épaisseur de l'ordre de quelques dizaines de centimètres.

[0003] Il est nécessaire pour de telles cibles d'utiliser les tirs d'artillerie qui le plus souvent nécessitent le tir de plusieurs obus et n'ont pas la précision souhaitée pour des "frappes chirurgicales" dans un contexte urbain.

[0004] Il serait souhaitable de doter des munitions guidées plus légères (masse de l'ordre de 20 à 50 kg), telles que les missiles air/sol ou sol/sol, de la capacité de perforer les cibles bétonnées. Cependant il est alors nécessaire de réduire la masse du perforateur à moins de 10 kilogrammes ce qui nuit fortement à son efficacité et par ailleurs la vitesse communiquée par le missile à ce perforateur reste modérée (inférieure à 300 mètres par seconde).

[0005] En outre, il est nécessaire le plus souvent de réaliser des munitions ayant un certain rayon létal, c'est à dire engendrant des éclats lors de l'initiation de l'explosif. Ceci impose de pouvoir mettre en place dans le perforateur une masse d'explosif suffisamment importante pour communiquer une vitesse efficace aux éclats (ce qui réduit encore la masse dévolue au corps perforant, donc son efficacité).

[0006] Différents concepts ont été proposés pour permettre de réaliser un tel pénétrateur.

[0007] Le brevet EP965028 propose ainsi de disposer un lest en alliage de tungstène à l'intérieur d'une enveloppe en acier. Cette solution permet effectivement d'accroître le rapport masse sur diamètre du pénétrateur ce qui est favorable à la perforation.

[0008] Cependant les caractéristiques mécaniques de l'alliage de tungstène qui est mis en oeuvre ne sont pas adaptées à la pénétration ce qui limite l'efficacité perforante de ce pénétrateur.

[0009] On connaît également par le brevet EP1701131 un pénétrateur associant un corps en acier de grand diamètre et un insert avant de diamètre réduit qui est réalisé en alliage de tungstène à hautes caractéristiques mécaniques et qui se loge dans un alésage avant du corps.

[0010] Ce pénétrateur est cependant conçu pour être de diamètre et de masse importants (corps de bombe perforante, diamètre de l'ordre de 90mm). Même s'il comporte une pointe perforante de tungstène de calibre réduit (40mm) à sa partie avant, les caractéristiques mécaniques du corps qui entoure cette pointe de tungstène ne sont pas suffisantes pour participer de façon efficace à

la perforation.

[0011] L'invention a pour objet de proposer un pénétrateur permettant de pallier de tels inconvénients.

[0012] Le pénétrateur selon l'invention a des capacités perforantes importantes malgré une vitesse modérée et des dimensions réduites. Ce pénétrateur est cependant capable d'engendrer des éclats après sa traversée de la cible.

[0013] Ainsi l'invention a pour objet un pénétrateur à énergie cinétique comportant un corps de perforation renfermant un chargement explosif pouvant être initié par un moyen d'amorçage, pénétrateur caractérisé en ce que le corps sensiblement cylindrique renfermant le matériau explosif est prolongé par une ogive réalisée intégralement en un matériau à base de tungstène et à hautes caractéristiques mécaniques.

[0014] Selon une caractéristique, l'épaisseur du corps croît progressivement et de façon continue au niveau de son raccordement avec l'ogive.

[0015] Selon un mode de réalisation, le corps cylindrique pourra être réalisé d'une seule pièce avec l'ogive.

[0016] Selon un autre mode de réalisation, l'ogive pourra porter un perçage axial dans lequel se logera une pointe réalisée en matériau à base de tungstène ayant une résistance pratique à 0,2% d'allongement ($R_{P0,2}$) supérieure ou égale à 1500 Méga-pascals et un allongement supérieur à 8%.

[0017] Selon un autre mode de réalisation, le corps est un élément tubulaire qui est obturé à sa partie avant par l'ogive.

[0018] Le corps pourra être réalisé en acier.

[0019] Le corps pourra être réalisé en un matériau à base de tungstène ayant des caractéristiques mécaniques inférieures à celles du matériau de l'ogive.

[0020] Dans ce cas, l'ogive sera réalisée en un matériau à base de tungstène ayant une résistance pratique à 0,2% d'allongement ($R_{P0,2}$) supérieure ou égale à 1500 Méga-pascals et un allongement supérieur à 8%.

[0021] Le matériau du corps pourra porter une fragilisation favorisant la fragmentation.

[0022] Le pénétrateur pourra avoir une longueur inférieure ou égale à 500 mm et un diamètre inférieur ou égal à 100mm.

[0023] 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 montre en demi-vue, demi-coupe longitudinale un pénétrateur selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 2 montre en demi-vue, demi-coupe longitudinale un pénétrateur selon un second mode de réalisation de l'invention,
- la figure 3 montre en demi-vue, demi-coupe longitudinale un pénétrateur selon un troisième mode de réalisation de l'invention.

[0024] En se reportant à la figure 1, un pénétrateur 1 à énergie cinétique selon l'invention comporte un corps de perforation 2 qui délimite une cavité interne 2a renfermant un chargement explosif 3 pouvant être initié par un moyen d'amorçage 4 (ou fusée). La fusée 4 sera par exemple conçue de façon à n'assurer l'initiation du chargement explosif 3 qu'après un certain retard après l'impact sur une cible. On est alors certain de n'initier le chargement explosif 3 qu'une fois la cible traversée.

[0025] Le corps 2 est sensiblement cylindrique et il est prolongé par une ogive 5 réalisée intégralement en un matériau à base de tungstène et à hautes caractéristiques mécaniques.

[0026] Selon le mode de réalisation représenté à la figure 1, le corps cylindrique 2 est réalisé d'une seule pièce avec l'ogive 5.

[0027] On choisira comme matériau commun pour le corps 2 et l'ogive 5 un matériau à base de tungstène (densité supérieure ou égale à 17) et à hautes caractéristiques mécaniques. On entend par hautes caractéristiques mécaniques un matériau dont la Résistance pratique à 0,2% d'allongement ($R_{P0,2}$) est supérieure ou égale à 1000 Méga-Pascals. Ces alliages de tungstène sont ceux couramment utilisés pour réaliser les barreaux de munitions flèches tirées par les canons de char. Le brevet FR2622209 décrit un exemple d'un tel matériau.

[0028] Le corps 2 ogivé sera obtenu par exemple par frittage. L'épaisseur E du corps 2 est par ailleurs choisie suffisamment faible pour que l'emport d'explosif 3 soit maximal et que l'efficacité des éclats soit assurée lors de l'initiation du chargement 3. Pour un corps en tungstène à hautes caractéristiques mécaniques on pourra réaliser une paroi du corps 2 ayant une épaisseur E de l'ordre de 3 à 5 millimètres.

[0029] Pour contrôler la taille des éclats engendrés on pourra prévoir sur l'extérieur du corps 2 une fragilisation favorisant la fragmentation. A titre d'exemple on a représenté sur la demi-vue inférieure de la figure 1 une fragilisation 6 formée par un réseau de lignes 6a, 6b délimitant les éclats souhaités. Cette fragilisation pourra être réalisée par laser, par bombardement électronique ou par usinage.

[0030] On voit sur la figure 1 que l'ogive 5 se raccorde de façon continue avec le corps cylindrique 2. Il n'y a pas de discontinuité au niveau du profil la de raccordement externe. Par ailleurs, on remarque également que le matériau explosif 3 comporte une partie avant 3a, de longueur A et de diamètre progressivement décroissant, partie avant qui pénètre au niveau de l'arrière de l'ogive 5.

[0031] Ainsi l'épaisseur E du corps 2 croît progressivement et de façon continue sur toute la longueur A. Il en résulte une résistance mécanique améliorée lors de l'impact du corps 2 sur une cible. L'ogive 5 ne se sépare pas du corps 2 malgré le fait que l'épaisseur E de ce dernier est minimisée pour assurer la formation des éclats souhaités.

[0032] La partie massive de l'ogive 5 s'étend sur une longueur B. On définira un corps 2 de telle sorte que la

longueur massive B soit comprise entre 20% et 35 % de la longueur totale L du corps 2. Ceci assure une longueur L-A de la partie génératrice d'éclats permettant d'obtenir une quantité d'éclats satisfaisante.

5 **[0033]** Une telle définition assure le meilleur compromis au niveau du corps 2 entre son efficacité perforante et son efficacité comme générateur d'éclats.

[0034] On note en effet que les alliages de tungstène ont une densité sensiblement double de celle de l'acier. Le volume de matériau du corps lui-même peut donc être divisé par deux pour une masse de pénétrateur comparable, ce qui permet un emport d'explosif supérieur et donne une grande longueur de corps ayant une fragmentation efficace (longueur L-A-B). La longueur L-A-B peut ainsi représenter près de 70% de la longueur totale L.

10 **[0035]** A titre comparatif un pénétrateur de même masse ayant un corps en acier et dont seule l'ogive 5 est réalisée en alliage de tungstène aura une longueur utile fragmentable qui ne dépassera pas 40% de la longueur totale.

15 **[0036]** La densité du tungstène permet d'obtenir des éclats qui, pour une masse donnée, sont deux fois plus petits que les éclats d'acier. Il en résulte une diminution de la traînée aérodynamique des éclats donc une augmentation de leur vitesse d'impact à grande distance. Les capacités de perforation des éclats sont par ailleurs augmentées en raison de leur densité supérieure. Les éclats sont donc beaucoup plus efficaces, surtout à grande distance. Enfin, à masse d'éclat égale, les dimensions des éclats en tungstène étant plus petites, on aura plus de fragments sur une même longueur de pénétrateur.

20 **[0037]** Grâce à l'invention il est ainsi possible de réaliser un pénétrateur ayant un diamètre inférieur à 90mm et de longueur inférieure à 500mm.

25 **[0038]** La figure 2 montre un deuxième mode de réalisation qui diffère du précédent en ce que le corps 2 est un élément tubulaire qui est obturé à sa partie avant par l'ogive 5.

30 **[0039]** Il y a donc ici deux pièces distinctes qui sont liées l'une à l'autre par un moyen de solidarisation tel qu'un filetage ou des goupilles radiales (non représentées).

35 **[0040]** L'ogive 5 comporte une partie arrière 5a amincie qui se positionne sur une portée cylindrique 2b de l'avant du corps cylindrique 2. Le corps 2 vient également en butée contre un épaulement 5b de l'ogive 5, tandis que l'arrière de l'ogive est en butée contre un lamage 2c du corps 2. Ces usinages sont réalisés de telle sorte qu'il n'y a pas d'aspérité ni de discontinuités géométriques du profil du pénétrateur lors du passage de l'ogive 5 au corps cylindrique 2, et ce aussi bien au niveau du profil externe qu'au niveau du profil interne recevant l'explosif 3.

40 **[0041]** On remarque également que, comme dans le mode de réalisation précédent, le matériau explosif 3 comporte une partie avant 3a, de longueur A et de diamètre progressivement décroissant, qui pénètre au niveau de l'arrière de l'ogive 5.

45 **[0042]** Ainsi l'épaisseur E du corps 2 portant l'ogive 5

croît progressivement et de façon continue sur toute la longueur A. Il en résulte là encore une résistance mécanique améliorée lors de l'impact du corps 2 sur une cible.

[0043] Le corps 2 sera lui aussi réalisé en un matériau à base de tungstène. Cependant on pourra donner au matériau du corps 2 des caractéristiques mécaniques inférieures à celles du matériau de l'ogive 5.

[0044] On pourra par exemple associer une ogive 5 perforante réalisée en un matériau à base de tungstène ayant une Résistance pratique à 0,2% d'allongement ($R_{P0,2}$) supérieure ou égale à 1500 Méga-pascals et un allongement supérieur à 8% et un corps 2 réalisé en un matériau à base de tungstène ayant une Résistance pratique à 0,2% comprise entre 700 et 900 Méga-pascals et un allongement supérieur à 20%.

[0045] Le matériau de l'ogive 5 est un matériau mis en oeuvre dans les perforants cinétiques (munition flèche pour canon de char). Un tel matériau est décrit par exemple par le brevet EP313484. De telles caractéristiques mécaniques sont obtenues généralement par la mise en oeuvre, après les étapes de frittage, d'un corroyage (ou écrouissage), le brevet EP313484 décrit en détail un tel procédé de fabrication.

[0046] Le matériau du corps 2 est un alliage de tungstène fritté et non corroyé. Le brevet EP349446 décrit dans son préambule un procédé d'obtention d'un tel matériau.

[0047] Un tel mode de réalisation permet d'optimiser le matériau du corps 2 pour la formation d'éclats tandis que le matériau de l'ogive 5 est optimisé pour la perforation.

[0048] Comme dans le mode de réalisation précédent la surface externe du corps 2 pourra porter des fragilisations 6.

[0049] Selon une variante de réalisation (non représentée), on pourra associer un corps cylindrique 2 en acier et une ogive 5 en tungstène à haute caractéristiques mécaniques ($R_{P0,2}$ supérieure ou égale à 1000 ou de façon préférée un matériau ayant une $R_{P0,2}$ supérieure ou égale à 1500 Méga-pascals avec un allongement supérieur à 8%).

[0050] Une telle variante permet de réduire le coût du pénétrateur 1 mais ce dernier présente alors une efficacité moindre. Il est en effet nécessaire d'augmenter l'épaisseur E de la paroi d'acier par rapport à la solution pour laquelle le corps 2 est en tungstène, ou bien d'allonger l'ogive en tungstène afin de conserver la masse.

[0051] La figure 3 montre une variante de réalisation dans laquelle le corps 2 comporte comme dans le mode selon la figure 1 une ogive avant 5 réalisée dans le même matériau que celui du corps 2. Il diffère cependant de ce mode en ce que l'ogive 5 comporte un perçage axial 8 dans lequel est placée une pointe avant 7 fixée par filetage ou collage. La partie avant de l'ogive 5 est en appui contre un épaulement 7a de la pointe 7. Cette pointe est réalisée en un alliage à hautes caractéristiques mécaniques ayant une résistance pratique à 0,2% d'allongement ($R_{P0,2}$) supérieure ou égale à 1500 Méga-pascals et un allongement supérieur à 8%. Le reste du corps 2

est réalisé en un alliage optimisé pour la fragmentation ($R_{P0,2}$ comprise entre 700 et 900 Méga-pascals et allongement supérieur à 20%).

[0052] La pointe s'étend axialement jusqu'au chargement explosif 3. On voit là encore que l'épaisseur E du corps 2 croît régulièrement sur toute la longueur A de la partie avant 3a du chargement explosif 3.

10 Revendications

1. Pénétrateur à énergie cinétique (1) comportant un corps de perforation (2) renfermant un chargement explosif (3) pouvant être initié par un moyen d'amorçage (4), pénétrateur **caractérisé en ce que** le corps (2) sensiblement cylindrique renfermant le matériau explosif est prolongé par une ogive (5) réalisée intégralement en un matériau à base de tungstène et à hautes caractéristiques mécaniques.
2. Pénétrateur à énergie cinétique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'épaisseur du corps (2) croît progressivement et de façon continue au niveau de son raccordement avec l'ogive (5).
3. Pénétrateur à énergie cinétique selon une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le corps cylindrique (2) est réalisé d'une seule pièce avec l'ogive (5).
4. Pénétrateur à énergie cinétique selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'ogive (5) porte un perçage axial (8) dans lequel se loge une pointe (7) réalisée en matériau à base de tungstène ayant une résistance pratique à 0,2% d'allongement ($R_{P0,2}$) supérieure ou égale à 1500 Méga-pascals et un allongement supérieur à 8%.
5. Pénétrateur à énergie cinétique selon une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le corps (2) est un élément tubulaire qui est obturé à sa partie avant par l'ogive (5).
6. Pénétrateur à énergie cinétique selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le corps (2) est réalisé en acier.
7. Pénétrateur à énergie cinétique selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le corps (2) est réalisé en un matériau à base de tungstène ayant des caractéristiques mécaniques inférieures à celles du matériau de l'ogive (5).
8. Pénétrateur à énergie cinétique selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'ogive (5) est réalisée en un matériau à base de tungstène ayant une résistance pratique à 0,2% d'allongement ($R_{P0,2}$) supérieure ou égale à 1500 Méga-pascals et un allon-

gement supérieur à 8%.

9. Pénétrateur à énergie cinétique selon une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le matériau du corps (2) porte une fragilisation (6) favorisant la fragmentation. 5
10. Pénétrateur à énergie cinétique selon une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** le pénétrateur (1) à une longueur inférieure ou égale à 500 mm et un diamètre inférieur ou égal à 100mm. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

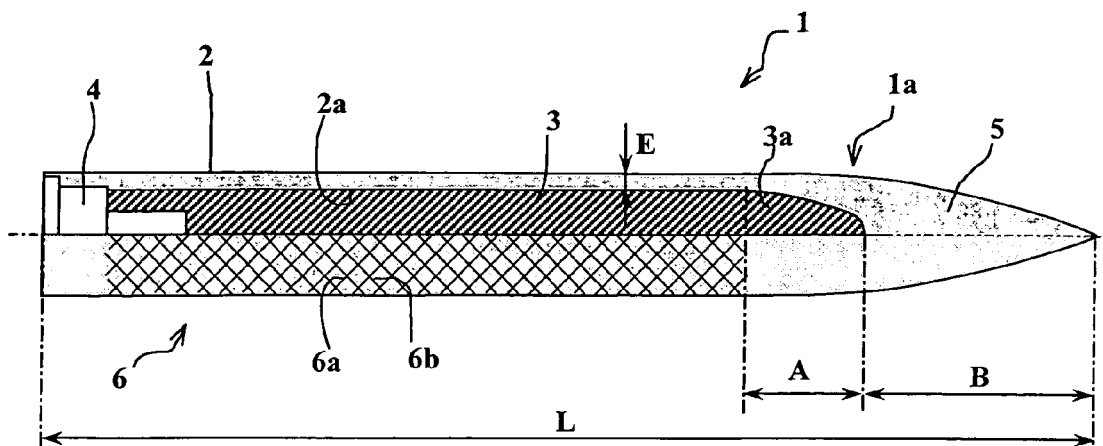


Fig. 1

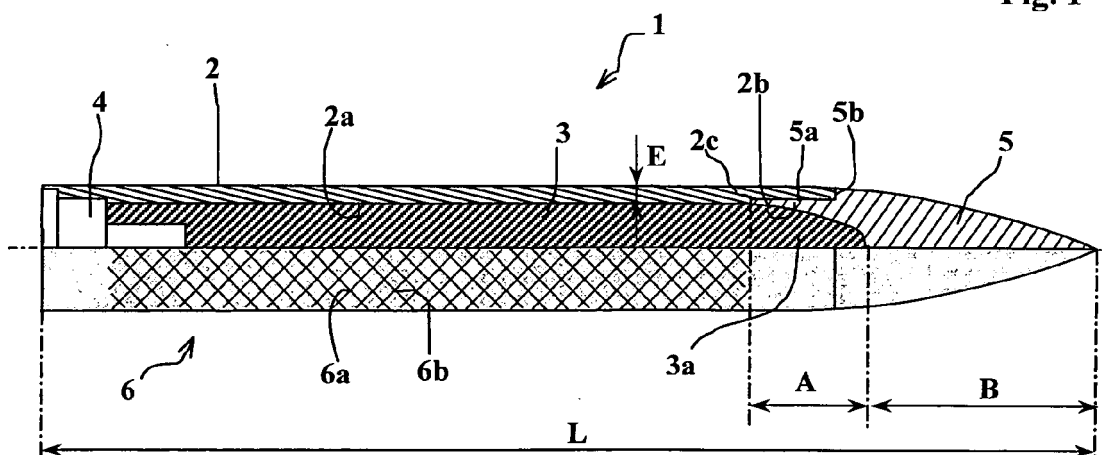


Fig. 2

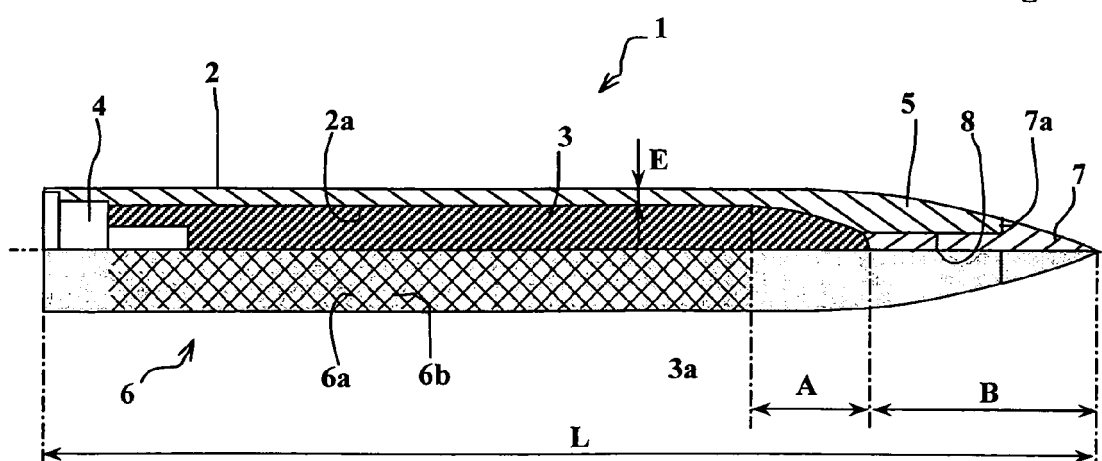


Fig. 3



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 11 29 0134

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	WO 99/30106 A1 (LOCKHEED CORP [US]; SCHMAKER BRUCE E [US]; WOOTEN RONALD L [US]) 17 juin 1999 (1999-06-17)	1-3	INV. F42B12/06 F42B12/08 F42B12/20
Y	* abrégé * * page 3, ligne 29 - page 4, ligne 24 * * figures *	4-10	

X	US 6 276 277 B1 (SCHMACKER BRUCE E [US]) 21 août 2001 (2001-08-21)	1-3	
Y	* abrégé * * colonne 5, ligne 6 - ligne 26 * * figures *	4-10	

Y	US 4 573 412 A (LOVELACE DONALD E [US] ET AL) 4 mars 1986 (1986-03-04)	4-10	
	* colonne 1, ligne 56 - ligne 64 * * figures *		

Y	DE 38 02 002 A1 (KALTMANN HANS JOACHIM [DE]) 10 août 1989 (1989-08-10)	9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
	* le document en entier *		

A,P	US 2010/251921 A1 (SIDDLE DAVID RICHARD [US] ET AL) 7 octobre 2010 (2010-10-07)	1	F42B
	* abrégé * * revendication 2 *		

A	EP 1 521 052 A1 (GIAT IND SA [FR] NEXTER MUNITIONS [FR]) 6 avril 2005 (2005-04-06)	1	
	* le document en entier *		

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		13 avril 2011	Vermander, Wim
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 L : 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			

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 11 29 0134

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.

13-04-2011

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9930106	A1	17-06-1999	AT 408801 T	15-10-2008
			AT 273502 T	15-08-2004
			AU 748098 B2	30-05-2002
			AU 7097198 A	28-06-1999
			DE 69730252 D1	16-09-2004
			DE 69730252 T2	30-12-2004
			DK 1367358 T3	02-02-2009
			DK 1038152 T3	13-12-2004
			EG 22193 A	31-10-2002
			EP 1038152 A1	27-09-2000
			ES 2226012 T3	16-03-2005
			IL 136676 A	12-03-2003
			JP 2001526378 T	18-12-2001
			NO 318816 B1	09-05-2005
			PT 1038152 E	30-11-2004
			TR 200002553 T2	21-11-2000
			TW 381164 B	01-02-2000
US 6276277	B1	21-08-2001	AUCUN	
US 4573412	A	04-03-1986	AUCUN	
DE 3802002	A1	10-08-1989	AUCUN	
US 2010251921	A1	07-10-2010	AUCUN	
EP 1521052	A1	06-04-2005	AT 365307 T	15-07-2007
			DE 602004007080 T2	21-02-2008
			ES 2288669 T3	16-01-2008
			ES 2344597 T3	01-09-2010
			FR 2860579 A1	08-04-2005
			US 2005109233 A1	26-05-2005

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

- EP 965028 A [0007]
- EP 1701131 A [0009]
- FR 2622209 [0027]
- EP 313484 A [0045]
- EP 349446 A [0046]