

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 052 471 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
28.07.2004 Bulletin 2004/31

(51) Int Cl.7: **F42B 12/22**

(21) Numéro de dépôt: **00401293.6**

(22) Date de dépôt: **11.05.2000**

(54) **Munition explosive à éclats contrôlés formés par explosif**

Splittermunition, in der die Splitter mittels Hohlladungen hergestellt werden

Fragmentation type projectile in which the fragments are created by a hollow charge effect

(84) Etats contractants désignés:
DE ES GB NL

(30) Priorité: **14.05.1999 FR 9906163**

(43) Date de publication de la demande:
15.11.2000 Bulletin 2000/46

(73) Titulaire: **ETIENNE LACROIX TOUS ARTIFICES
S.A.
31600 Muret (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Casenave, Daniel
31320 Castanet Tolosan (FR)**

• **Teilhol, Frédéric
31290 Villefrance de Lauragais (FR)**

(74) Mandataire: **Texier, Christian et al
Cabinet Régimbeau
20, rue de Chazelles
75847 Paris cedex 17 (FR)**

(56) Documents cités:
**DE-C- 3 543 714 FR-A- 2 433 731
FR-A- 2 536 164 GB-A- 778 900
US-A- 3 000 309 US-A- 3 491 694**

EP 1 052 471 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention concerne les munitions explosives génératrices d'éclats comme par exemple des grenades à main, de type offensif ou défensif, ou encore par exemple des grenades à fusil.

[0002] Ces munitions comportent typiquement une charge explosive, une tête de mise à feu, et une enveloppe génératrice d'éclats, qui est généralement métallique et qui entoure au moins une partie de la charge explosive.

[0003] Dans le cas d'une grenade à main, la tête de mise à feu fait généralement partie d'un ensemble appelé bouchon allumeur ou initiateur qui est prévu pour déclencher l'explosion de la munition quelques secondes après qu'une goupille ait été ôtée de ce bouchon.

[0004] On a proposé de nombreuses munitions explosives, comportant des charges explosives de diverses puissances. Autour de la charge explosive, on a proposé de placer différentes parois, telles que des coques métalliques pré-fragmentées ou encore des enveloppes en matière plastique dans lesquelles sont noyées des éclats préformés de géométries diverses, comme par exemple des billes de métal.

[0005] Les munitions explosives connues visent généralement à obtenir une efficacité élevée dans la cible. Les munitions proposées visent ainsi généralement à propulser les éclats en grand nombre et avec une grande énergie cinétique.

[0006] Ainsi, on a proposé dans le brevet DE 28 07 309 une grenade à main comportant deux couches génératrices d'éclats entourant une charge principale, présentant chacune des contours coniques ou en forme d'empreintes (par exemple de pointes) de faible masse.

[0007] Plus généralement, on a proposé de disposer deux couches métalliques autour de la charge, une couche interne formant des charges creuses avec l'explosif qui sont réparties pour découper et propulser la couche externe selon une fragmentation choisie.

[0008] Les différentes grenade à couches métalliques multiples permettent certes d'obtenir à l'explosion une densité élevée de projectiles dans une zone entourant le point d'explosion, mais elles ne permettent pas de maîtriser le rayon d'efficacité de la grenade. Pour la plupart d'entre-elles, des éclats à forte énergie se retrouvent à des rayons très élevés, ce qui est dangereux pour l'utilisateur.

[0009] Dans le cas du document DE 28 07309, la géométrie des couches et leur faible masse provoque, outre l'inconvénient précédemment cité, une baisse d'efficacité inacceptable à faible distance due à une diminution de la vitesse de la plupart des éclats.

[0010] De plus, avec une telle géométrie de garniture, la fragmentation des éclats s'avère aléatoire.

[0011] Une telle grenade ne permet donc pas d'obtenir à la fois une efficacité convenable à courte distance et un effet inoffensif au-delà d'une distance de sécurité d'une trentaine de mètres.

[0012] La grenade proposée dans FR 2 536 164, certes munie d'empreintes pénétrant dans l'explosif, fait une utilisation de ces empreintes pour découper la paroi génératrice d'éclats externe. Le découpage reste aléatoire et ne permet pas une maîtrise du comportement des éclats.

[0013] Un combattant utilisant ces différentes grenades ne peut pas compter sur une distance de sécurité fiable. Il lui est difficile de se protéger des effets de sa propre grenade.

[0014] Plus généralement, les munitions explosives actuelles génèrent une gerbe d'éclats dont les effets dans la cible sont peu constants, ce qui rend ces munitions peu fiables.

[0015] Le but principal de la présente invention est de proposer une munition explosive ne présentant pas ces différents inconvénients, c'est-à-dire une munition qui permette à la fois de garantir une forte efficacité dans la cible dans un premier rayon donné, et à la fois de garantir la sécurité, donc l'absence de projection d'éclats à grande vitesse, au delà d'un deuxième rayon donné qui est supérieur au premier.

[0016] Ce but est atteint selon l'invention grâce à une munition explosive à éclats formés par explosif comportant une tête de mise à feu, une charge explosive, une partie génératrice d'éclats, et une paroi au contact de l'explosif qui comprend un ensemble de calottes concaves s'étendant vers l'intérieur de la munition, caractérisé en ce que chacune de ces empreintes présente une géométrie adaptée pour constituer avec la charge explosive à son contact une charge formée du type charge creuse ou charge génératrice de noyau, et en ce que la partie génératrice d'éclats est formée par une unique paroi, qui est celle qui est au contact de l'explosif.

[0017] Selon une autre caractéristique avantageuse de la présente invention, les calottes concaves constituant des empreintes sont en forme de cônes à bout arrondi ou de calottes simili sphériques.

[0018] D'autres aspects, buts et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée suivante de formes de réalisation préférées de celle-ci, donnée à titre d'exemples non limitatifs et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe longitudinale d'un corps de grenade à main conforme à la présente invention ;
- la figure 2 est une vue en coupe d'une portion de paroi à éclats conforme à la présente invention, selon un plan de coupe sensiblement perpendiculaire à cette paroi ;
- la figure 2bis est une vue en coupe similaire à la figure 2, d'une variante de réalisation basée sur une forme sphérique d'empreinte et non pas conique ;
- la figure 3 est un tracé représentant une évolution d'efficacité dans la cible produite par une grenade conforme à l'invention, en fonction d'une distance mesurée entre la cible et un point d'explosion de la

grenade ;

[0019] La figure 1 représente un corps de grenade à main, comprenant une enveloppe génératrice d'éclats formés par explosif 7 et une charge explosive 4. Ce corps de grenade présente également une cavité adaptée pour recevoir un détonateur ou un bouchon allumeur.

[0020] Le bouchon allumeur n'a pas été représenté sur la figure 1. On pourra selon l'invention utiliser tout type de bouchon allumeur classique, propre à initier une charge de 90g de substance explosive telle que de la tolite. Un initiateur classique comprenant une charge de 1,6 à 2 grammes de pentrite sera par exemple parfaitement adapté pour initier le corps de grenade qui va être décrit ci-après.

[0021] Le corps de grenade de la figure 1 présente une forme générale ovoïdale légèrement allongée selon un axe vertical X.

[0022] Le corps de grenade présente deux extrémités opposées formant chacune un plateau perpendiculaire à l'axe X. Un plateau inférieur forme une base permettant de poser la grenade en position verticale, et un plateau supérieur est adapté pour la fixation du bouchon allumeur.

[0023] Le plateau supérieur est ainsi muni en son centre d'un orifice fileté 3 constituant l'entrée de la cavité précédemment mentionnée, adaptée à recevoir une partie du bouchon allumeur à l'intérieur du corps de la grenade.

[0024] Cette cavité forme un passage qui s'étend dans la grenade parallèlement à l'axe X, sur une longueur sensiblement égale aux trois quarts de la hauteur de la grenade.

[0025] Le corps de grenade est constitué de trois éléments principaux, que sont une enveloppe de maintien et de protection 1 en matière plastique, une enveloppe métallique 7 génératrice d'éclats, et une charge explosive 4.

[0026] L'enveloppe 1 entoure l'ensemble du corps de grenade. Elle est constituée ici d'acrylonitrile butadiène styrène connu sous la dénomination ABS. Elle présente avantageusement une épaisseur comprise entre 2 et 3,4 mm.

[0027] L'enveloppe plastique 1 est constituée de trois pièces : une demi-coque supérieure 9, une demi-coque inférieure 10, et un bouchon 2.

[0028] Une première pièce 9 forme sensiblement une paroi en demi-sphère, constituant une demi coque supérieure de l'enveloppe 1. La paroi formant cette demi-sphère comporte en son centre l'orifice 3 formant entrée du passage de réception du bouchon allumeur. Sur l'orifice 3 débouche ainsi un manchon cylindrique 6 venu de moulage avec la demi-sphère 9, et s'étendant à l'intérieur de la demi-sphère 9, constituant le passage de réception du bouchon allumeur. Ce manchon cylindrique 6 a même axe de révolution X que la demi-sphère 9.

[0029] Cette première demi-coque 9 est fixée sur une

deuxième demi-coque 10 présentant elle aussi un orifice central 8. Dans l'orifice 8 est engagé et fixé par clip-sage un bouchon en matière plastique 2 formant base inférieure du corps de grenade.

[0030] Le bouchon 2 présente une face supérieure concave 5 adaptée pour prolonger intérieurement la deuxième demi-coque 10 de manière continue. Lorsque la première demi-coque 9, la deuxième demi-coque 10 et le bouchon 2 sont assemblés, la grenade présente donc une surface intérieure qui est ovoïdale et continue, ne présentant aucun décrochement hormis au contact du manchon 6. Cette surface intérieure concave et ovoïdale est, conformément à l'invention, recouverte, intérieurement au corps de grenade, par une enveloppe métallique 7 génératrice d'éclats.

[0031] L'enveloppe métallique 7 forme donc une paroi ovoïdale qui entoure presque entièrement un espace intérieur du corps de grenade. L'enveloppe métallique 7 présente donc la forme d'une coquille d'oeuf dans laquelle a été pratiquée une ouverture supérieure.

[0032] Cette ouverture supérieure est traversée par le manchon 6, et présente une périphérie qui est complémentaire au contour du manchon 6.

[0033] Dans l'exemple de réalisation décrit ici, l'enveloppe métallique 7 est constituée de deux parties assemblées l'une avec l'autre de manière à former une surface continue. Une première de ces deux parties recouvre totalement la surface supérieure concave du bouchon 2, et est limitée à cette surface.

[0034] Une deuxième partie recouvre le reste de la surface intérieure ovoïdale de l'enveloppe plastique 1, c'est à dire la surface intérieure ovoïdale matérialisée par les demi-coques inférieure et supérieure.

[0035] Ces deux parties métalliques sont placées bord à bord et recouvrent à elles deux l'ensemble de la surface intérieure de l'enveloppe plastique 1.

[0036] L'enveloppe 7 est, selon un mode de réalisation de l'invention, fixée par emmanchement à l'intérieur de l'enveloppe plastique 1.

[0037] La paroi recouvrant le bouchon 2 est solidaire de ce même bouchon, de sorte que lorsque le bouchon est ôté du reste du corps plastique 1, la paroi métallique recouvrant ce bouchon est également ôtée. Le corps de grenade peut ainsi être rempli de substance explosive à travers l'orifice inférieur qui est ainsi découvert.

[0038] Selon une variante de l'invention, l'enveloppe 7 comprend deux demi-coques complémentaires de l'intérieur de chacune des deux demi-coques de l'enveloppe plastique 1. Cette disposition permet un assemblage aisé du corps de grenade. En effet, chaque demi-coque de l'enveloppe plastique est dans un premier temps recouverte intérieurement par une des deux demi-coques métalliques, de sorte que l'on obtient alors deux demi-coques métal/plastique. Ces deux demi-coques métal/plastique sont ensuite assemblées bord à bord.

[0039] Conformément à l'invention, la paroi 7 est formée d'une multitude de cavités ou empreintes de petites dimensions formées par la paroi métallique 7. Ces ca-

vités présentent chacune une forme concave en vis à vis avec l'intérieur de la grenade. Plus précisément, selon la figure 1, ces formes concaves sont constituées d'un cône dont le sommet est dirigé vers l'intérieur de la grenade.

[0040] La paroi 7 présente en tout point, que ce soit au niveau d'un sommet ou au niveau d'une base d'une empreinte, une épaisseur constante.

[0041] Chaque cône ou empreinte présente une base définie classiquement comme étant une ligne de contour appartenant au cône et dont le diamètre ou la largeur est maximale, cette largeur étant mesurée tangentiellement à l'enveloppe 7.

[0042] Chaque cône ou empreinte est, par le contour formé par sa base, rigidement solidaire des cônes ou empreintes qui lui sont voisins.

[0043] Dans l'exemple de réalisation décrit ici, la seule séparation au sein de la paroi 7 correspond à une séparation circulaire entre la paroi recouvrant le bouchon 2 et la paroi recouvrant le reste de la surface intérieure du corps plastique 1.

[0044] Ces deux parois de l'enveloppe 7 peuvent être réalisées sous leur forme définitive directement au moulage, ou bien être mises en forme par emboutissage. Dans l'exemple de réalisation décrit ici, la paroi 7 forme environ 800 cônes ou empreintes pointant vers l'intérieur de la grenade.

[0045] La grenade est remplie d'une substance explosive dans un espace qui est délimité d'une part par l'enveloppe métallique 7 et d'autre part par le contour du manchon 6. La substance explosive est directement en contact avec l'enveloppe métallique 7 de sorte que l'enveloppe 7 est prise en sandwich entre cette substance explosive 4 et l'enveloppe plastique 1.

[0046] En raison de l'épaisseur particulièrement faible de la paroi constitutive de l'enveloppe 7, l'enveloppe en matière plastique a pour rôle non seulement de garantir l'étanchéité du corps de grenade, mais également, par sa rigidité, de produire un maintien mécanique de l'enveloppe métallique 7, un maintien du bouchon allumeur à l'intérieur de l'enveloppe, métallique 7, et une protection de l'enveloppe métallique 7 contre les chocs.

[0047] On décrira maintenant l'effet particulier de l'onde de choc au voisinage des calottes concaves 11 obtenu dans le cadre de la présente invention.

[0048] De manière connue, lorsque l'explosion de la grenade est initiée, une onde de choc se propage depuis le bouchon allumeur, c'est à dire depuis l'intérieur du manchon 6, en éloignement de celui-ci vers l'extérieur de la grenade.

[0049] L'onde de choc aborde donc l'enveloppe métallique selon une direction de propagation perpendiculaire à celle-ci, de sorte que le front de l'onde de choc s'étend parallèlement à la paroi métallique locale.

[0050] Les inventeurs ont découvert que pour des dimensions particulières des calottes concaves 11 délimitant la charge explosive, on obtient au niveau de chaque calotte une combinaison charge/enveloppe formant une

mini charge formée, de type charge creuse ou préférentiellement de type charge génératrice de noyau.

[0051] Ainsi, on obtient avec la présente grenade, une déformation de chaque empreinte sous l'effet de l'onde de choc qui produit un microprojectile de matière comprimé depuis l'extérieur de la calotte, allongé et se déplaçant selon un axe sensiblement radial de la grenade.

[0052] Ce microprojectile s'avère particulièrement efficace à courte distance.

[0053] De plus, ce microprojectile est propulsé selon une direction précise, définie par la direction principale de la calotte 11, de sorte que la direction du microprojectile est donc parfaitement maîtrisée.

[0054] De plus, le microprojectile de charge formée ne produit pas d'effet indésirable au-delà d'une distance de sécurité choisie. En effet, l'énergie dégagée par la charge formée réside essentiellement dans la très haute vitesse du microprojectile, et peu dans l'inertie de masse du microprojectile, qui est très faible. De ce fait, cette énergie se dissipe très rapidement au cours de l'éloignement au point d'explosion, contrairement au cas des grenades connues qui dégagent l'énergie produite essentiellement par la propulsion d'éclats lourds à des vitesses faibles par rapport à celles obtenues ici avec un effet de charge formée. Ainsi, les éclats formés par explosif générés par les grenades de l'art antérieur gardent par inertie une énergie cinétique élevée sur de très longues distances, tandis que les éclats formés par explosifs générés ici sont très légers et très rapides, de sorte que leur énergie cinétique très élevée au départ par l'effet de charge formée décroît très rapidement en raison de leur faible masse.

[0055] Grâce à l'adoption de charges formées, dans une telle grenade, l'effet à courte distance est décorrélié de l'effet à longue distance, du fait que la charge formée s'avère avoir une diminution d'efficacité très brutale en fonction de la distance au point d'explosion.

[0056] On notera que la partie la plus utile d'explosif pour la formation et la propulsion du microprojectile est celle qui entoure le cône. La partie centrale d'explosif peut ainsi être modifiée sans induire de modification nette du comportement de la munition, sous réserve de ne modifier ni la forme de l'onde de détonation de manière importante ni la capacité du massif explosif à transmettre l'onde de détonation jusqu'à zones entourant les empreintes 11.

[0057] Lorsqu'elles sont soumises à l'onde de choc, les empreintes 11 se séparent les unes des autres et se comportent donc chacune comme un impact indépendant. La masse des projectiles est donc parfaitement prédéterminée et leur cinétique maîtrisée.

[0058] Les inventeurs ont pu également découvrir qu'en adaptant précisément certains paramètres dimensionnels définissant la géométrie des cônes ou empreintes, les projectiles résultant de ces cônes ou empreintes ne produisent plus aucune efficacité dans la cible au-delà d'un rayon choisi autour du point d'explosion, tout en ayant une efficacité importante à faible dis-

tance du point d'explosion.

[0059] La conjugaison de ces deux caractéristiques, à savoir l'adoption de charges formées et l'adaptation précise d'une géométrie des empreintes propre à accentuer encore le freinage brutal des projectiles, fournit une grenade ayant des effets étonnement décoréllés à courte et à longue distance.

[0060] Ces deux caractéristiques sont mises en oeuvre ici de manière conjuguée en adoptant la géométrie d'empreintes qui va être décrite maintenant. Il est cependant bien entendu que l'adoption de charges formées dans une grenade pourra à partir du présent enseignement être réalisée avec d'autres paramètres géométriques, que l'homme de l'art adaptera selon le cas.

[0061] Ainsi, on distingue sur l'empreinte de la figure 2, représentée en coupe dans un plan perpendiculaire à la paroi 7 et passant par le sommet d'une empreinte, trois paramètres dimensionnels principaux, que sont une largeur d'empreinte mesurée à sa base, une ouverture angulaire d'empreinte et une épaisseur de paroi constitutive d'empreinte.

[0062] L'ouverture angulaire, c'est à dire l'angle mesuré entre deux génératrices de l'empreinte, est référencée α sur la figure 2.

[0063] La largeur de la base d'empreinte, mesurée tangentiellement à une surface moyenne de l'enveloppe 7, est référencée L.

[0064] L'épaisseur de la paroi conique est référencée E.

[0065] Ainsi, les inventeurs ont pu découvrir que l'effet recherché, c'est à dire la conjugaison :

- d'une efficacité élevée dans la cible à une distance d'environ 5 mètres, et
- l'obtention d'une distance de sécurité d'environ 25 mètres ;

est atteint notamment avec des cônes présentant une largeur L à la base comprise entre 2,5 mm et 5,5 mm, et une ouverture angulaire α comprise entre 90 et 140°.

[0066] Avantagusement, les empreintes sont en cuivre et sont constituées d'une paroi d'épaisseur comprise entre 0,5 et 0,8 mm.

[0067] Selon une variante de l'invention, les empreintes peuvent être remplacées en gardant l'effet de charge formée par des pyramides ou plus généralement par des portions de paroi concaves formant chacune une empreinte dont le sommet est dirigé vers intérieur de la grenade.

[0068] Comme dans le cas d'un cône, on distingue sur une paroi concave formant une calotte, une épaisseur de paroi E, une ouverture angulaire α , et une largeur de base L.

[0069] Dans le cas de pyramides ou plus généralement de parois concaves en forme d'empreintes, les inventeurs ont constaté que les paramètres α et L peuvent être adaptés pour garantir que les éclats formés par explosif ne sont plus efficaces au delà de 25 m.

[0070] Plus précisément, les inventeurs ont pu constater qu'à valeurs égales de α , L et E, l'efficacité à 5 m et le rayon de sécurité sont du même ordre pour des empreintes et des pyramides, avec toutefois un gain en efficacité dans la cible avec des pyramides.

[0071] Par leur masse très faible, les éclats formés par explosif ou impacts présentent une vitesse initiale très élevée et subissent une forte perte d'énergie au cours de leur trajectoire, de sorte que l'efficacité de la grenade est particulièrement élevée à 5 m et quasiment inexistante au delà d'un rayon de 25 m.

[0072] On constate que l'énergie maximale de ces charges est conservée jusqu'à une distance égale à environ 1000 fois la largeur L de la charge, c'est à dire à environ 3 mètres dans l'exemple de réalisation décrit ici.

[0073] Dans le mode de réalisation préférentiel décrit ici, le matériau constitutif de la paroi 7 est du cuivre recuit standard. Bien entendu, l'invention ne se limite pas à une paroi à éclats formés par explosif en cuivre. Toute paroi en un matériau de densité et de ductilité proches de celles du cuivre peut être adoptée avec des dimensions proches de celles mentionnées ci-dessus de manière à obtenir la conjugaison de résultats décrite précédemment.

[0074] L'invention prévoit ainsi de remplacer le cuivre par l'aluminium. L'aluminium a l'avantage d'être moins cher que le cuivre, mais il est plus léger, ce qui a pour effet de réduire la portée des éclats.

[0075] Plus généralement, on peut selon l'invention, pour un matériau constitutif choisi de l'enveloppe à éclats, adapter des paramètres α (ou la profondeur P de l'empreinte, telle qu'illustrée sur la figure 2bis), L et E spécifiques à ce matériau pour obtenir cette conjugaison de résultats.

[0076] Dans l'exemple particulier des figures 1 et 2, la Jargeur de base L est de 3 mm, l'ouverture angulaire α est de 120 degrés, l'épaisseur de paroi E est de 0,5 mm. Une telle empreinte présente une hauteur ou profondeur d'environ 1mm.

[0077] Ce choix de valeurs de L et α permet un éventail d'efficacité à 5 m qui est particulièrement large, simplement en faisant varier E. Ainsi, en adoptant de telles valeurs pour les paramètres L et α , il est particulièrement aisé d'adapter l'efficacité de la grenade à 5 m en faisant simplement varier l'épaisseur E.

[0078] A partir des valeurs de α (ou P), L, E précédemment mentionnées, on pourra modifier ces paramètres pour adapter la distance d'efficacité et la distance de sécurité conformément à un autre cahier des charges.

[0079] Ainsi, les inventeurs ont découvert qu'en augmentant la largeur L, on obtient des éclats formés par explosif plus énergétiques, de portée plus élevée, mais une densité de microprojectiles et de noyaux associés qui est plus faible dans la gerbe car le nombre d'éclats formés par explosif est lui-même plus faible.

[0080] Avec la géométrie de grenade de la figure 1, un diamètre ou une largeur d'empreinte L égal à 3 mm

correspond à un nombre d'empreintes sensiblement égal à 800 sur toute la grenade et à 13 cônes au cm² d'enveloppe métallique. Une valeur de L de 4 mm correspond à un nombre de d'empreintes d'environ 550 et à 7 empreintes au cm². Un diamètre L d'environ 5 mm correspond à un nombre d'empreintes d'environ 350 et à 5 empreintes au cm².

[0081] Les inventeurs ont également découvert que plus l'ouverture angulaire a est fermée, et plus la combinaison microprojectile/noyau est énergétique. De plus, une ouverture angulaire plus fermée a pour effet de réduire la portée efficace des éclats par explosif.

[0082] En outre, en augmentant l'épaisseur E de la paroi constitutive de l'empreinte 11, on obtient une efficacité à 5 mètres qui est plus élevée, qui reste élevée sur une distance plus longue, et on obtient donc un rayon de sécurité qui est plus élevé. Plus l'épaisseur E est importante, moins les noyaux sont rapides mais plus ils sont énergétiques.

[0083] L'enveloppe plastique, sous l'effet de l'explosion, ne génère aucun éclat propre à influencer sur l'efficacité dans la cible. Elle n'a qu'un effet de maintien général de la structure de la grenade et de protection contre les chocs.

[0084] Le matériau constituant cette seconde paroi 1 est choisi suffisamment souple pour ne pas atténuer l'énergie dégagée par les charges formées et suffisamment ferme pour protéger la paroi génératrice d'éclats 7 contre des chocs de transport de la munition.

[0085] Dans l'exemple de réalisation préférentiel décrit ici, on a utilisé une charge explosive consistant en 90 grammes d'hexolite coulée constituée de 60% d'hexogène et de 40% de tolite. L'hexolite utilisée ici est coulée, on pourra également utiliser une charge explosive comprimée.

[0086] On a également testé une charge explosive constituée principalement d'hexocire 98.2 ou de tolite D en paillettes ou T.D.P.

[0087] L'hexocire est un mélange de 98% d'Hexogène et de 2% de cire favorisant la compression.

[0088] La tolite D est un type de tolite dont la température de fusion est particulièrement élevée, qui est l'une des tolites les plus pures.

[0089] Ces trois substances explosives s'avèrent, lorsqu'elles sont utilisées avec une masse d'environ 90 grammes, particulièrement bien adaptées à la géométrie de la grenade à main décrite en référence aux figures 1 et 2. On pourra également utiliser des explosifs composites à sensibilité aux agressions atténuée. Les performances de tels explosifs se sont avérées satisfaisantes au cours des tests.

[0090] On a représenté sur la figure 3 un tracé représentant l'efficacité de la gerbe d'éclats formés par explosif générée en fonction de la distance séparant le point d'explosion de la grenade et la cible, dans le cas de la grenade des figures 1 et 2.

[0091] On a rapporté en abscisses une distance d en mètres mesurée entre le point d'explosion de la grenade

et une cible. On a rapporté en ordonnées une mesure de l'efficacité de la grenade dans le voisinage de l'explosion, cette mesure étant notée PMHC sur la figure 3.

[0092] Une efficacité maximale et une efficacité nulle de la munition correspondent respectivement à des valeurs de PMHC de 1 et de 0. Ce paramètre PMHC est calculé de manière classique à partir d'un nombre de perforations constatées dans une cible en aluminium de surface fixée placée à une distance d du point d'explosion, et faisant face au point d'explosion.

[0093] La cible est plus précisément formée de trois tôles d'aluminium ayant chacune une surface de 0,476 m² et placées les unes contre les autres. Ces trois tôles présentent respectivement des épaisseurs de 1,5 mm, 1,0 mm, et 1,5 mm, et sont placées de façon à ce que la tôle d'épaisseur 1,0 mm soit prise en sandwich entre les deux tôles d'épaisseur 1,5 mm avec un espace d'essai entre les tôles de 1 cm d'épaisseur. La cible est placée à la distance d de la munition. Après explosion, on compte le nombre de perforations dans chacune des trois tôles.

[0094] N1 étant la densité d'éclats ayant traversé une seule tôle, N2 étant la densité d'éclats ayant traversé deux tôles, et N3 étant la densité d'éclats ayant traversé trois tôles. Ces densités sont calculées en comptant le nombre d'éclats perforants rapporté à la surface de 0,476 m². PMHC est, à la distance d, calculée selon la formule suivante :

$$PMHC = 1 - (0,57^{N1} \times 0,20^{N2} \times 0,02^{N3})$$

[0095] Une valeur de PMHC strictement nulle à une distance donnée correspond au fait qu'aucun éclat ne perce aucune des tôles d'aluminium à cette distance. Dans la pratique, s'étant fixé une distance à laquelle on souhaite que la grenade soit efficace, on considère qu'une valeur de PMHC de 0,5 à cette distance est satisfaisante, et en particulier une PMHC supérieure à 0,4 à 5 mètres.

[0096] On peut toutefois selon l'invention réaliser une munition qui ne produit qu'une valeur de PMHC de 0,3 ou 0,4 à la distance d'efficacité choisie, sans que la munition ne soit pour cela jugée inefficace.

[0097] Le tracé de la figure 3 montre que la grenade des figures 1 et 2 est d'une efficacité satisfaisante dans un rayon compris entre 0 et 6 mètres, et qu'aucun éclat à forte énergie n'est plus présent au delà de 25 mètres.

[0098] En effet, le tracé de la figure 3 présente un palier à PMHC=1 pour d compris entre 0 et 3,5 mètres, puis PMHC décroît jusqu'à 0,1 entre d = 3,5 m et d = 10 m, et enfin PMHC tend vers zéro sensiblement linéairement au delà de 10 m, PMHC pouvant être considéré comme nul au delà de 25 mètres.

[0099] Les inventeurs ont placé un film de plastique à 25 mètres du point d'explosion de la grenade des figures 1 et 2. Celui-ci ne présentait aucune perforation après l'explosion, ce qui confirme bien la fiabilité du

rayon de sécurité de 25 m. Ce test montre que cette grenade est d'une sécurité d'utilisation particulièrement élevée.

[0100] Plus généralement, on peut conformément à l'invention réaliser très facilement une munition explosive garantissant une PMHC nulle au delà d'un rayon de sécurité inférieur à 35 m ou 40 m.

[0101] Les inventeurs ont en outre pu constater qu'une grenade conforme à l'invention génère une gerbe d'éclats formés par explosif de répartition angulaire particulièrement uniforme autour du point d'explosion.

[0102] La grenade selon l'invention permet d'obtenir une efficacité maximale à quelques mètres du point d'explosion, contrairement au cas des éclats classiques, comme par exemple les billes, avec lesquels l'énergie maximale est atteinte dès le départ des éclats, la vitesse de l'éclat formé par explosif décroissant typiquement de manière hyperbolique en fonction de la distance.

[0103] Par ailleurs, les inventeurs ont constaté que le microprojectile ou le dard séparé du reste de la paroi métallique 7 dans le cas de la présente invention se déstabilise à une distance comprise entre 2 et 8 mètres du point d'explosion, et se sépare en morceaux après avoir atteint sa distance d'efficacité maximale. En conséquence, le nombre d'éclats formés par explosif est rapidement multiplié au cours de la trajectoire de ceux-ci, par rapport à leur nombre théorique, ce qui a pour effet de maintenir l'efficacité à un niveau élevé sur une distance supérieure à 5 mètres.

[0104] A l'inverse, dans le cas des grenades à éclats traditionnelles, le nombre d'éclats au mètre carré diminue selon une tendance hyperbolique à partir du point d'explosion de la grenade.

[0105] La faible masse de l'éclat formé par explosif théorique, c'est à dire de l'empreinte 11 représentée sur la figure 2, la démultiplication de cette empreinte qui divise encore la masse des éclats individuels, et la grande vitesse des éclats, sont trois caractéristiques qui induisent une chute d'énergie considérable de l'éclat formé par explosif individuel au-delà d'environ 8 mètres.

[0106] Cet effet permet d'assurer un rayon de sécurité réel, fiable et très faible, c'est à dire compris entre 20 et 35 mètres. Aucun éclat formé par explosif efficace n'est plus présent au-delà d'un tel rayon de sécurité.

[0107] Par ailleurs, la faible masse des éclats formés par explosif rend la grenade particulièrement légère. Elle présente donc l'avantage de pouvoir être lancée avec une grande précision.

[0108] Les paramètres géométriques α (ou P), E et L peuvent être modifiés en toute facilité sans dimensionner à nouveau d'autres parties constitutives de la grenade que la paroi 7. La grenade selon l'invention est donc particulièrement adaptable à divers cahiers des charges.

[0109] Bien entendu, l'invention ne se limite pas au seul domaine des grenades à main, les dispositions décrites précédemment pouvant être adaptées par l'hom-

me du métier à tout type de munition explosive telle qu'une grenade à fusil par exemple.

[0110] On pourra envisager d'autres matières pour l'enveloppe à éclats, d'autres formes et d'autres dimensions d'éclats, tout en restant dans l'esprit de l'invention.

[0111] On a illustré sur la figure 2bis une variante de réalisation d'empreintes conformes à un mode de réalisation préférentiel de la présente invention.

[0112] La calotte 11 illustrée sur la figure 2bis annexée a la forme d'une calotte simili sphérique concave vers l'intérieur de la munition.

[0113] Plus précisément encore de préférence cette calotte 11 en forme de calotte simili sphérique a une largeur de base L de l'ordre de 3 mm, une profondeur P de l'ordre de 1,2 mm et une épaisseur de paroi E de l'ordre de 0,6 mm.

Revendications

1. Munition explosive à éclats formés par explosif comportant une tête de mise à feu, une charge explosive (4), une partie génératrice d'éclats (7), et une paroi (7) au contact de l'explosif qui comprend un ensemble de calottes concaves (11) s'étendant vers l'intérieur de la munition, **caractérisée en ce que** chacune de ces calottes (11) présente une géométrie adaptée pour constituer avec la charge explosive à son contact une charge formée du type charge creuse ou charge génératrice de noyau, et **en ce que** la partie génératrice d'éclats(7) est formée par une unique paroi, qui est celle (7) qui est au contact de l'explosif.
2. Munition explosive selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les calottes concaves (11) sont en forme de cônes à bout arrondi ou de calottes simili sphériques.
3. Munition explosive selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** les calottes (11) présentent une largeur de base, une ouverture angulaire et une épaisseur adaptées pour que la munition ne génère des éclats formés par explosif efficaces que dans un rayon limité compris entre 5 et 35 m.
4. Munition explosive selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'ouverture angulaire (α) des calottes est comprise entre 90 degrés et 140 degrés.
5. Munition explosive selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les calottes concaves (11) ont une épaisseur (E) de paroi comprise entre 0,5 et 0,8 mm.
6. Munition explosive selon l'une des revendications

précédentes, **caractérisée en ce que** les calottes (11) ont une ouverture angulaire (α) de 120 degrés.

7. Munition explosive selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la largeur (L) à la base des calottes est comprise entre 2,5 et 5,5 mm. 5
8. Munition explosive selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** les calottes (11) ont une largeur de base (L) de l'ordre de 3 mm. 10
9. Munition explosive selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les calottes concaves (11) ont une épaisseur (E) de paroi de l'ordre de 0,5 à 0,6 mm. 15
10. Munition explosive selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les calottes concaves (11) ont une forme conique. 20
11. Munition explosive selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisée en ce que** les calottes concaves (11) ont une forme pyramidale. 25
12. Munition explosive selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les calottes concaves (11) ont un bout arrondi. 30
13. Munition explosive selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisée par le fait que** les calottes concaves (11) ont la forme de calottes simili sphériques. 35
14. Munition explosive selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la paroi est en cuivre. 40
15. Munition explosive selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** présente une PMHC nulle au delà d'un rayon qui est inférieur à 35 m. 45
16. Munition explosive selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** présente une PMHC supérieure à 0,4 à un rayon de 5 m. 50
17. Munition explosive selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'elle** comporte une seconde paroi (1) réalisée en un matériau suffisamment malléable pour ne pas former d'éclats. 55
18. Munition explosive selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** comporte une seconde paroi (1) en matière plastique.
19. Munition explosive selon la revendication 18, **ca-**

ractérisée en ce que la paroi génératrice d'éclats (7) est accolée à la paroi en matière plastique (1).

20. Munition explosive selon la revendication 17, **caractérisée en ce que** le matériau constituant la seconde paroi (1) est choisie suffisamment souple pour ne pas atténuer l'énergie dégagée par les charges formées et suffisamment ferme pour protéger la paroi génératrice d'éclats (7) contre des chocs de transport de la munition.
21. Munition explosive selon la revendication 19, **caractérisée en ce que** la paroi en matière plastique (1) présente un orifice (8) et **en ce que** la munition comprend un bouchon (2) complémentaire de cet orifice (8), le bouchon (2) présentant une surface prévue pour faire face à l'intérieur de la munition, sur cette surface étant fixée une partie de la paroi (7) à calottes concaves (11) qui est séparable du reste de la paroi (7) à calottes concaves (11).
22. Munition explosive selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la charge explosive (4) est constituée essentiellement d'une masse d'hexolite d'environ 90 g.
23. Munition explosive selon l'une quelconque des revendications 1 à 21, **caractérisée en ce que** la charge explosive (4) est constituée essentiellement d'une masse de tolite d'environ 90 g.
24. Munition explosive selon l'une quelconque des revendications 1 à 21, **caractérisée en ce que** la charge explosive (4) est constituée essentiellement d'explosif composite à sensibilité aux agressions atténuée.
25. Munition explosive selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les calottes concaves (11) ont une profondeur de l'ordre de 1,2 mm.

Patentansprüche

1. Munition mit durch Sprengmittel erzeugten Splittern, die einen Zündkopf, eine Sprengladung (4), ein Splittererzeugungsteil (7) und eine Wand (7) in Kontakt mit dem Sprengmittel aufweist, die einen Aufbau aus konkaven Kappen (11) umfasst, die sich in das Innere der Munition erstrecken, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese Kappen (11) eine Geometrie aufweisen, die ausgelegt ist, um zusammen mit der Sprengladung bei ihrem Kontakt eine Ladung zu bilden, die der Art nach eine Hohlladung oder eine Spannerzeugungsladung ist, und dass das Splittererzeugungsteil (7) aus einer einzigen Wand besteht, die diejenige (7) ist, die in Kontakt mit dem

Sprengmittel ist.

2. Munition nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die konkaven Kappen (11) konisch sind und ein abgerundetes Ende oder eine sphärisch geformte Kappe aufweisen. 5
3. Munition nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kappen (11) eine Basisbreite, eine Winkelöffnung und eine Stärke aufweisen, die jeweils dazu ausgelegt sind, dass die Munition nur zu durch das Sprengmittel erzeugten Splittern führt, die in einem Radius zwischen 5 und 35 m wirksam sind. 10
4. Munition nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Winkelöffnung (α) der Kappen zwischen 90 Grad und 140 Grad liegt. 15
5. Munition nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei den konkaven Kappen (11) die Dicke (E) der Wand zwischen 0,5 und 0,8 mm liegt. 20
6. Munition nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Winkelöffnung (α) der Kappen (11) bei 120 Grad liegt. 25
7. Munition nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breite (L) der Basis der Kappen zwischen 2,5 und 5,5 mm liegt. 30
8. Munition nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kappen (11) eine Basisbreite (L) in der Größenordnung von 3 mm aufweisen. 35
9. Munition nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke (E) der Wand bei den konkaven Kappen (11) in der Größenordnung von 0,5 bis 0,6 mm liegt. 40
10. Munition nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die konkaven Kappen (11) eine konische Form aufweisen. 45
11. Munition nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die konkaven Kappen (11) eine pyramidenförmige Form aufweisen. 50
12. Munition nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die konkaven Kappen (11) ein abgerundetes Ende aufweisen. 55
13. Munition nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die konkaven Kap-

pen (11) die Form von sphärisch geformten Kappen aufweisen.

14. Munition nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wand aus Kupfer besteht.
15. Munition nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen PMHC-Wert von Null außerhalb eines Radius von weniger als 35 m aufweist.
16. Munition nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen PMHC-Wert von mehr als 0,4 bei einem Radius von 5 m aufweist.
17. Munition nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen zweiten Wand (1) aus einem Material aufweist, das genügend formbar ist, ohne Splitter zu erzeugen.
18. Munition nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine zweite Wand (1) aus Plastikmaterial aufweist.
19. Munition nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Splittererzeugungswand (7) an die Wand aus Plastikmaterial (1) angefügt ist.
20. Munition nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material der zweiten Wand (1) ausreichend flexibel ist, um die Energie nicht abzuschwächen, die durch die gebildeten Ladungen freigesetzt wird, und das ausreichend fest ist, um die Splittererzeugungswand (7) gegen Stöße beim Transport der Munition zu schützen.
21. Munition nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wand aus Plastikmaterial (1) eine Öffnung (8) aufweist und dass die Munition eine Verschlusskappe (2) aufweist, die komplementär zu dieser Öffnung (8) ist, wobei die Verschlusskappe (2) eine Oberfläche aufweist, um die Munition nach innen abzudichten, wobei auf dieser Oberfläche ein Teil der Wand (7) mit konkaven Kappen (11) befestigt ist, der vom Rest der Wand (7) der konkaven Kappen (11) abtrennbar ist.
22. Munition nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sprengladung (4) im Wesentlichen aus einer Masse aus Hexolite von etwa 90 g besteht.
23. Munition nach einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sprengladung (4) im Wesentlichen aus einer Masse aus Tolite von etwa 90 g besteht.

24. Munition nach einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sprengladung (4) im Wesentlichen aus einem Verbund-Sprengmittel mit reduzierter Empfindlichkeit gegenüber Einwirkungen besteht.

25. Munition nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die konkaven Kappen (11) eine Tiefe von der Größenordnung von 1,2 mm aufweisen.

Claims

1. An explosive round that produces explosive-formed fragments, the round having a firing head, an explosive charge (4), a fragment-generating portion (7), and a wall (7) in contact with the explosive, which wall has a set of concave spherical cap shaped dimples (11) extending towards the inside of the round, the round being **characterized in that** each dimple (11) is of a shape suitable for co-operating with the explosive charge in contact therewith to constitute a shaped charge of the hollow charge or explosive-formed projectile type, and **in that** the fragment-generating portion (7) is formed by a single wall which is the wall (7) that is in contact with the explosive.

2. An explosive round according to claim 1, **characterized in that** the concave dimples (11) are in the form of quasi-spherical dimples or of cones with rounded tips.

3. An explosive round according to claim 1 or 2, **characterized in that** the dimples (11) have a base width, an opening angle, and a thickness adapted to ensure that the round generates explosive-formed fragments that are effective only in a limited range, up to not more than 5 m to 35 m.

4. An explosive round according to any preceding claim, **characterized in that** the opening angle (α) of the dimples is 90° to 140°.

5. An explosive round according to any preceding claim, **characterized in that** the concave dimples (11) have wall thickness (E) of 0.5 mm to 0.8 mm.

6. An explosive round according to any preceding claim, **characterized in that** the dimples (11) have an opening angle (α) of 120°.

7. An explosive round according to any preceding claim, **characterized in that** the width (L) of the base of the dimples is 2.5 mm to 5.5 mm.

8. An explosive round according to claim 7, **charac-**

terized in that the dimples (11) have a base width (L) of about 3 mm.

9. An explosive round according to any preceding claim, **characterized in that** the concave dimples (11) have a wall thickness (E) of about 0.5 mm to about 0.6 mm.

10. An explosive round according to any preceding claim, **characterized in that** the concave dimples (11) are conical in shape.

11. An explosive round according to any one of claims 1 to 10, **characterized in that** the concave dimples (11) are of pyramid shape.

12. An explosive round according to any preceding claim, **characterized in that** the concave dimples (11) have rounded tips.

13. An explosive round according to any one of claims 1 to 9, **characterized by** the fact that the concave dimples (11) are in the form of quasi-spherical dimples.

14. An explosive round according to any preceding claim, **characterized in that** the wall is made of copper.

15. An explosive round according to any preceding claim, **characterized in that** it presents PMHC having a value zero beyond a radius of less than 35 m.

16. An explosive round according to any preceding claim, **characterized in that** it has an PMHC greater than 0.4 at a range of 5 m.

17. An explosive round according to any preceding claim, **characterized in that** it has a second wall (1) made of a material that is sufficiently malleable not to form fragments.

18. An explosive round according to any preceding claim, **characterized in that** it has a second wall (1) made of plastics material.

19. An explosive round according to claim 18, **characterized in that** the fragment-generating wall (7) is adjacent to the plastics material wall (1).

20. An explosive round according to claim 17, **characterized in that** the material constituting the second wall (1) is selected to be sufficiently flexible to avoid attenuating the energy given off by the shaped charges and sufficiently firm to protect the fragment-generating wall (7) against impact during transport of the round.

21. An explosive round according to claim 19, **characterized in that** the wall of plastics material (1) presents an orifice (8), and **in that** the round has a plug (2) complementary to said orifice (8), the plug (2) having a surface designed to face the inside of the round, said surface having fixed thereon a portion of the wall (7) with concave dimples (11) that is separable from the remainder of the wall (7) having concave dimples (11).
22. An explosive round according to any preceding claim, **characterized in that** the explosive charge (4) is essentially constituted by about 90 g of hexolite.
23. An explosive round according to any one of claims 1 to 21, **characterized in that** the explosive charge (4) is essentially constituted by about 90 g of TNT.
24. An explosive round according to any one of claims 1 to 21, **characterized in that** the explosive charge (4) is essentially constituted by a composite explosive having attenuated sensitivity to risk.
25. An explosive round according to any preceding claim, **characterized in that** the depth of the concave dimples (11) is about 1.2 mm.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

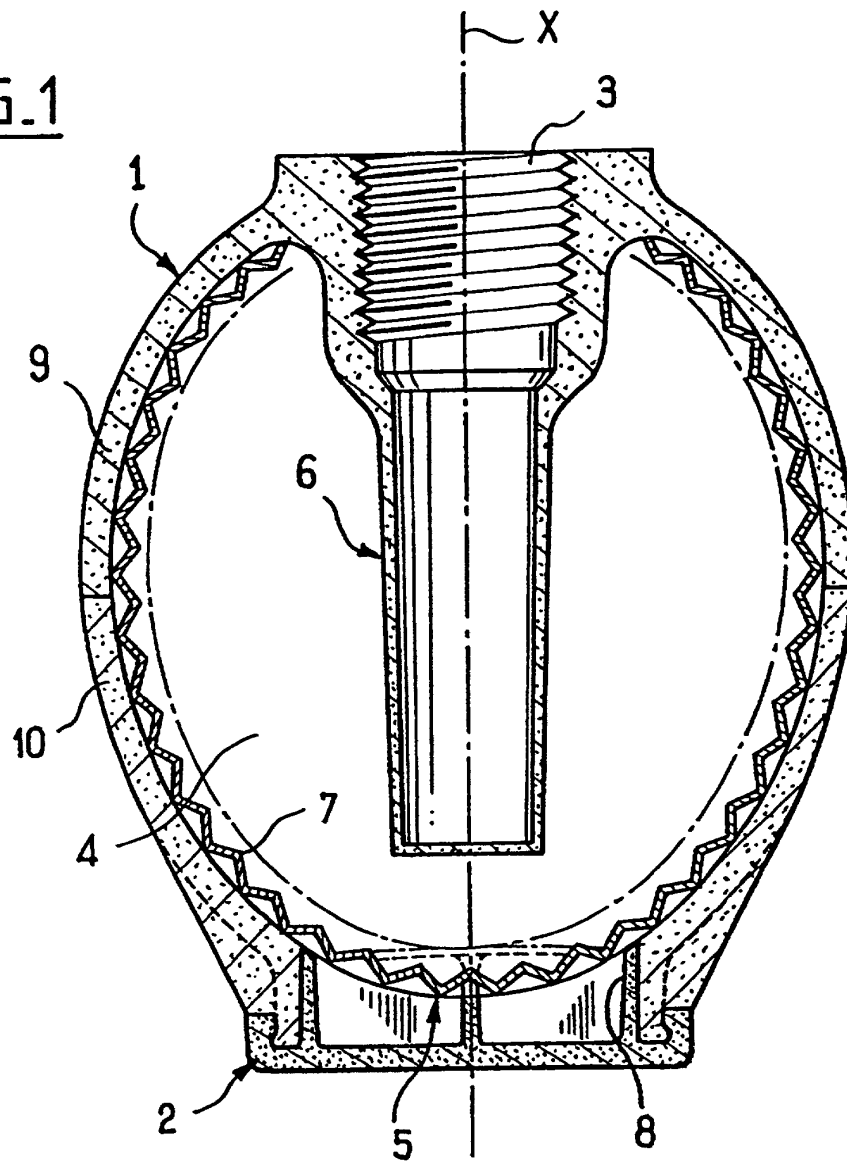
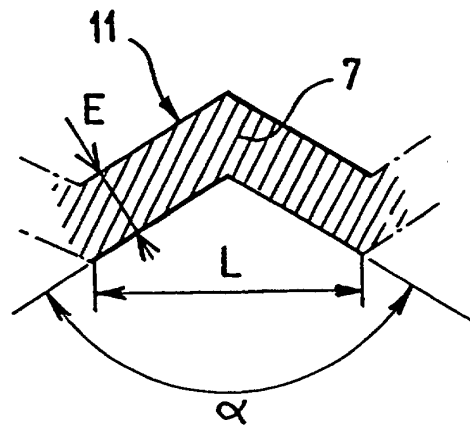


FIG. 2



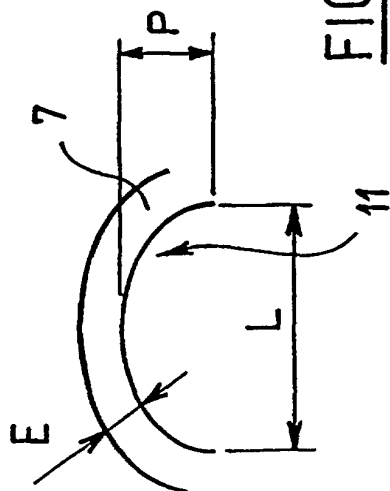


FIG. 2bis

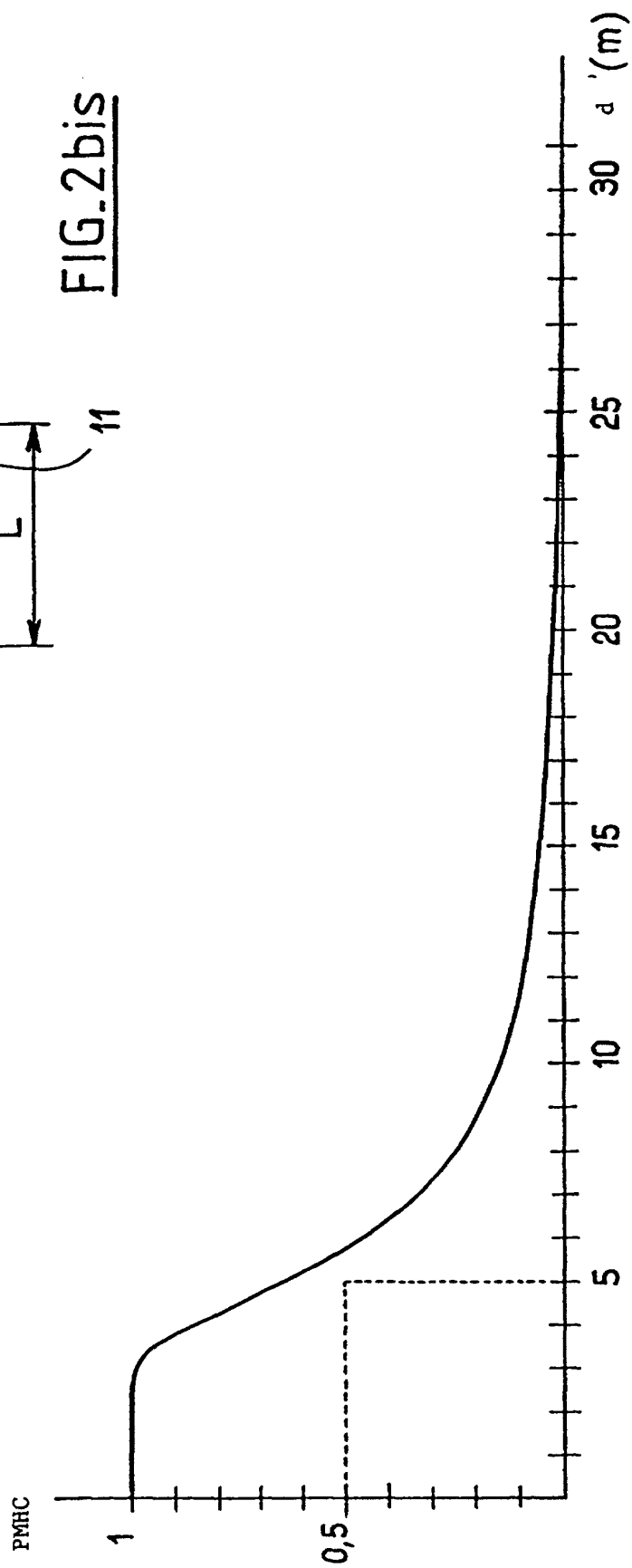


FIG. 3