

Description

La présente invention se situe dans le domaine des munitions, notamment militaires, à risques atténués. Elle est relative à un élément peu vulnérable de munition explosive constitué d'une enveloppe en général métallique contenant un chargement explosif. Ces munitions sont notamment utiles pour générer un effet d'éclats par rupture de l'enveloppe. Le chargement et son enveloppe ont en général une symétrie axiale de façon à générer des effets symétriques. Les munitions explosives, notamment lors de leur stockage ou de leur transport, peuvent être soumises à des agressions telles que l'incendie, l'impact et la pénétration de fragments ou balles, la détonation proche de munitions voisines.

Si les problèmes de l'incendie et des fragments peuvent être résolus pratiquement à l'aide des explosifs composites classiques, le problème de la détonation par influence, plus précisément de la vulnérabilité à la détonation proche de munitions voisines, n'a pas encore été résolu de façon satisfaisante.

Il est bien connu d'utiliser des explosifs composites particulièrement peu sensibles chargés par exemple en 5-oxo 3-nitro 1,2,4-triazole (ONTA), en triaminotrinitrobenzène (TATB), ou nitroguanidine. Cette solution présente toutefois un inconvénient majeur, à savoir que la vulnérabilité de la munition à la détonation proche de munitions voisines est alors dépendante de celle du système d'amorçage. Or, ces explosifs composites peu sensibles ont en général un diamètre critique élevé pouvant dépasser 10 cm, et ne peuvent être amorcés classiquement que par un relais puissant de grande taille, donc particulièrement sensible et vulnérable.

On entend de façon classique, par explosif composite, une composition pyrotechnique fonctionnellement détonable, constituée d'une matrice polymérique solide, en général polyuréthane ou polyester, chargée, la dite charge étant pulvérulente et contenant une charge explosive nitrée organique, par exemple de l'hexogène, de l'octogène, de l'ONTA, ou un mélange d'au moins deux de ces composés.

Les explosifs composites et la façon de les obtenir sont par exemple décrits par J. QUINCHON, les poudres, propergols et explosifs, tome 1, les explosifs, Technique et Documentation, 1982, pages 190-192.

La demande de brevet FR-A-2 365 774 décrit un élément approximativement cylindrique de munition explosive constitué d'une enveloppe contenant un chargement multicomposition pouvant être un explosif composite. Ce chargement multicomposition comporte une pluralité de couches annulaires coaxiales adjacentes, la couche périphérique ayant

une teneur en explosif lourd puissant (hexogène, octogène) plus forte que celle de la couche qui lui est immédiatement adjacente et ainsi de proche en proche jusqu'à la couche axiale centrale qui est cylindrique pleine et comporte la teneur la plus faible en explosif lourd puissant. Un tel élément de munition explosive est donc particulièrement vulnérable.

Par ailleurs, l'article "Insensitive Munitions - A fire safety plus ?" paru en mai 1989 dans la revue "Military Fire Fighter" pages 74 à 81, enseigne qu'on peut diminuer la vulnérabilité d'un élément de munition chargé en explosif composite sensible en enrobant cet explosif par un explosif composite moins sensible, le chargement bi-composition se présentant sous forme de 2 cylindres à surface de base circulaire coaxiaux adjacents.

Les explosifs composites moins sensibles sont toutefois moins performants et l'abaissement de la vulnérabilité de l'élément de munition s'accompagne d'une baisse de performances. Des essais expérimentaux réalisés par la Demanderesse, faisant l'objet des exemples comparatifs 3 à 5 de la présente description, ont même montré que l'effet d'éclats d'un tel élément de munition pouvait être abaissé au niveau de celui obtenu avec un élément de munition de même dimension mais uniquement chargé de l'explosif composite enrobant moins vulnérable et moins performant.

L'homme du métier est donc à la recherche d'un perfectionnement relatif à cet élément de munition comportant un chargement bi-composition, qui permette, tout en maintenant le même niveau d'invulnérabilité, d'augmenter l'effet d'éclats.

La présente invention propose une telle solution.

La Demanderesse a constaté, de façon inattendue, que si l'interface entre les deux compositions, selon une section droite relative à l'axe du chargement, se présente sous la forme d'une étoile, au lieu d'être circulaire comme selon l'état de la technique, on obtenait un gain, parfois très important, en effet d'éclats, et que, selon certaines variantes, ce qui est encore plus surprenant, le niveau d'effet d'éclats atteint était égal à celui obtenu avec un élément de munition de même dimension uniquement chargé de l'explosif composite central sensible performant. Cette configuration étoilée n'a pas d'incidence sur l'invulnérabilité qui est maintenue, alors que le niveau de l'effet d'éclats est amélioré, et que, selon certaines variantes, tout se passe même comme si le chargement était totalement constitué de l'explosif central performant.

La Demanderesse a également constaté qu'une telle amélioration est également obtenue lorsqu'on enrobe, selon une interface étoilée, l'explosif composite central sensible et vulnérable non plus par un explosif composite moins sensible

mais par une composition pyrotechnique de la famille des propergols solides composites encore moins sensible et vulnérable que les explosifs composites connus les moins sensibles et qualifiés parfois d'"insensibles".

Cela est d'autant plus surprenant, que ce résultat, déjà surprenant lorsque tout le chargement détone, est obtenu alors que la composition pyrotechnique de la famille des propergols solides composites réagit sans détoner.

Cette variante de l'invention est d'autant plus intéressante qu'elle permet, comparativement à l'élément bi-composition en explosif composite de l'état de la technique précité dans l'article "Insensitive munitions", à la fois d'abaisser la vulnérabilité et d'augmenter l'effet d'éclats.

L'état de la technique comprend également, selon l'article 54 paragraphe 3 de la CBE, la demande de brevet EP 481 838. Cette demande décrit un élément de munition explosive constitué d'une enveloppe contenant un chargement explosif multicomposition dont la couche la plus interne est un explosif composite et dont la couche périphérique est une composition pyrotechnique de la famille des propergols solides composites. L'effet de souffle et/ou de bulles produit est voisin de celui produit par le chargement beaucoup plus vulnérable en explosif composite monocomposite massivement équivalent.

La présente invention est donc relative à un élément de munition explosive constitué d'une enveloppe de préférence métallique mais pouvant être en un autre matériau, par exemple une matière plastique rigide, contenant un chargement explosif bi-composition constitué d'une couche interne en explosif composite revêtue d'une couche coaxiale adjacente périphérique en composition pyrotechnique moins sensible que l'explosif composite constituant la couche interne. L'explosif composite constituant la couche interne est une matrice polymérique, de préférence polyuréthane ou polyester, chargée dont la charge contient au moins un explosif nitré organique, de préférence plus de 20% en poids d'explosif nitré organique, pourcentage exprimé par rapport à l'explosif composite.

L'invention est caractérisée en ce que :

- la composition pyrotechnique constituant la couche périphérique est constituée d'une matrice polymérique, de préférence polyuréthane ou polyester, chargée dont la charge contient au moins un oxydant minéral ou un explosif nitré organique,
- l'interface entre les deux couches présente une section droite étoilée, c'est à dire que selon un plan de coupe perpendiculaire à l'axe du chargement, l'interface présente une forme étoilée. Cela revient également à dire que la section droite de la couche interne

représente une étoile, à savoir une figure formée de branches qui rayonnent à partir d'un point central ou d'une zone centrale.

Etant donné que les dérivés nitrés aliphatiques n'ont encore donné lieu à aucune application industrielle majeure en tant qu'explosif, on entend de façon classique, par "explosif nitré organique", un explosif choisi dans le groupe constitué par les explosifs nitrés aromatiques (comportant au moins un groupement C-NO₂, l'atome de carbone faisant partie d'un cycle aromatique), les explosifs esters nitriques (comportant au moins un groupement C - O - NO₂) et les explosifs nitramines (comportant au moins un groupement C-N-NO₂).

Par ailleurs, on entend par composition pyrotechnique "moins sensible" que l'explosif composite constituant la couche interne, une composition pyrotechnique ayant un indice d'aptitude à la détonation (IAD) selon le test d'aptitude à la détonation derrière barrière (Card Gap Test) inférieur à celui de l'explosif composite constituant la couche interne.

Ce test, codifié soit en diamètre 40mm, soit en diamètre 75mm, est bien connu de l'homme du métier. Il est notamment décrit dans la publication "Recommandations pour le transport des matières dangereuses". 2ème édition ST/SG/AC 10/11 Rev. 1. Publications de l'ONU. New-York, 1990. Par ailleurs, J. QUINCHON, dans son ouvrage précité, décrit pages 227 à 229 le test en diamètre 40mm.

Selon l'invention, les couches interne et périphérique du chargement sont de préférence cylindriques. Elles peuvent ne pas être rigoureusement coaxiales si l'on veut créer une dissymétrie dans les effets d'éclats. L'intérêt est toutefois très limité.

De façon préférée le rapport massique couche interne/couche externe est compris entre 0,1 et 2.

La couche interne en explosif composite est de préférence pleine, mais elle peut aussi présenter un ou des évidements, par exemple un évidement axial, partiel ou sur toute la longueur du chargement. Un tel évidement peut permettre par exemple de loger le système d'amorçage.

De façon préférée, dans le cadre de la présente invention, les matrices polymériques des couches interne et périphérique, identiques ou différentes, sont des polyuréthanes obtenus de façon générale par réaction d'un prépolymère à terminaisons hydroxyles avec un polyisocyanate.

Comme exemples de prépolymères à terminaisons hydroxyles, on peut citer ceux dont le squelette est un polyisobutylène, un polybutadiène, un polyéther, un polyester, un polysiloxane. On utilise de préférence un polybutadiène à terminaisons hydroxyles.

Comme exemples de polyisocyanates, on peut citer l'isophorone diisocyanate (IPDI), le toluène diisocyanate (TDI), le dicyclohexylméthylène diiso-

cyanate (Hylène W), l'hexaméthylène diisocyanate (HMDI), le biuret trihexane isocyanate (BTHI), et leurs mélanges.

Lorsque la matrice polymérique est une matrice polyester, elle est en général obtenue par réaction d'un prépolymère à terminaisons carboxyles, de préférence un polybutadiène à terminaisons carboxyles (PBCT) ou un polyester à terminaisons carboxyles, avec un polyépoxyde, par exemple un condensat d'épichlorhydrine et de glycérol, ou un polyaziridine, par exemple le triméthylaziridinyl phosphine oxyde (MAPO).

Les matrices polymériques peuvent éventuellement comprendre un plastifiant, tels que ceux habituellement utilisés dans la mise en oeuvre des explosifs composites et des propergols solides composites.

Selon une autre variante de l'invention, l'interface entre les deux couches présente une section droite étoilée ayant 6 à 24 branches.

L'extrémité des branches de l'étoile peut avoir une forme quelconque.

Ces extrémités sont de préférence pointues, plates ou arrondies.

L'interface étoilée peut être strictement polygonale ou présenter des congés de raccordement entre branches.

De façon préférée, les branches de l'étoile sont identiques, présentant un axe de symétrie passant par le centre de l'étoile et si n est le nombre de branches, chaque branche est séparée des branches voisines par un angle de $\frac{2\pi}{n}$.

Selon l'invention, la charge de l'explosif composite constituant la couche interne contient au moins un explosif nitré organique, de préférence plus de 20%, mieux encore plus de 60%, en poids d'explosif nitré organique, exprimés par rapport à l'explosif composite et la charge de la composition pyrotechnique constituant la couche périphérique contient au moins un oxydant minéral ou un explosif nitré organique.

Comme exemples d'oxydant minéral, on peut citer le perchlorate d'ammonium, le perchlorate de potassium, le nitrate d'ammonium le nitrate de sodium.

Comme exemples d'explosif nitré organique, on peut citer l'hexogène, l'octogène, le pentrite, le 5-oxo 3-nitro 1,2,4-triazole, le triaminotrinitrobenzène et la nitroguanidine.

Selon une variante préférée, la couche interne est un explosif composite constitué d'une matrice polyuréthane ou polyester chargée dont la charge contient plus de 20% en poids, exprimés par rapport à l'explosif composite, d'explosif nitré organique choisi dans le groupe constitué par l'hexogène, l'octogène, le 5-oxo 3-nitro 1,2,4-triazole et leurs mélanges.

De façon particulièrement préférée, la charge de l'explosif composite constituant la couche interne est uniquement constituée de l'explosif nitré organique, de préférence entre 60% et 90%, mieux encore entre 80% et 90%, pourcentages exprimés par rapport à l'explosif composite.

Selon une autre variante de l'invention la composition pyrotechnique constituant la couche périphérique est un explosif composite, de préférence constitué d'une matrice polyuréthane ou polyester chargée dont la charge contient plus de 20% en poids, exprimés par rapport à l'explosif composite, d'explosif nitré organique choisi de préférence dans le groupe constitué par l'hexogène, l'octogène, la pentrite, le triaminotrinitrobenzène, la nitroguanidine, le 5-oxo 3-nitro 1,2,4-triazole et leurs mélanges.

La charge peut également comprendre par exemple un oxydant minéral et/ou un métal réducteur, mais de préférence, la charge de l'explosif composite constituant la couche périphérique est uniquement constituée de l'explosif nitré organique, de préférence entre 60% et 90%, mieux encore entre 80% et 90%, pourcentages exprimés par rapport à l'explosif composite.

Selon une autre variante de l'invention la composition pyrotechnique constituant la couche périphérique est une composition pyrotechnique de la famille des propergols solides composites constituée d'une matrice polymérique polyuréthane ou polyester chargée dont la charge, exempte d'explosif nitré organique, contient au moins un oxydant minéral.

On entend, de façon classique, par "propergol solide composite", une composition pyrotechnique mise en oeuvre de façon identique à celle d'un explosif composite, et constituée d'une matrice polymérique solide, en général polyuréthane ou polyester, chargée, ladite charge étant pulvérulente et essentiellement constituée d'un oxydant minéral et en général d'un métal réducteur. Ayant vocation à la propulsion, les propergols solides composites sont fonctionnellement combustibles et comprennent divers additifs pour maîtriser la propulsion. Les propergols solides composites et la façon de les obtenir sont par exemple décrits par A. DAVENAS, Technologie des propergols solides, Ed. Masson, 1989.

Selon cette variante de la présente invention, la fonction propulsive n'étant pas recherchée ni exercée, la Demanderesse souhaite ne pas qualifier la couche périphérique de "Propergol" bien que la composition de cette couche ne se différencie de celle des propergols solides composites que par l'absence des additifs liés à la fonction propulsive des propergols (additifs balistiques, accélérateurs de combustion, etc.), et préfère utiliser l'expression "Composition pyrotechnique de la famille des pro-

pergols solides composites".

Selon une variante, la charge de la composition pyrotechnique de la famille des propergols solides composites constituant la couche périphérique contient un oxydant minéral choisi dans le groupe constitué par le perchlorate d'ammonium, le perchlorate de potassium, le nitrate d'ammonium, le nitrate de sodium, et leurs mélanges, c'est-à-dire tous les mélanges d'au moins deux produits précités.

Selon une autre variante, la charge de la composition pyrotechnique de la famille des propergols solides composites constituant la couche périphérique contient un métal réducteur, de préférence choisi dans le groupe constitué par l'aluminium, le zirconium, le magnésium, le bore et leurs mélanges, c'est-à-dire tous les mélanges d'au moins deux des quatre métaux précités. De façon particulièrement préférée, le métal réducteur est l'aluminium.

Selon une autre variante, la charge de la composition pyrotechnique constituant la couche périphérique est une charge minérale, de préférence choisie dans le groupe constitué par le perchlorate d'ammonium, le perchlorate de potassium, le nitrate d'ammonium, le nitrate de sodium et leurs mélanges. La charge ne contient donc aucun autre composé.

Selon une autre variante, la charge de la composition pyrotechnique constituant la couche périphérique est constituée, et uniquement constituée, d'un mélange d'un métal réducteur, de préférence choisi dans le groupe constitué par l'aluminium, le zirconium, le magnésium, le bore et leurs mélanges, et d'un oxydant minéral de préférence choisi dans le groupe constitué par le perchlorate d'ammonium, le perchlorate de potassium, le nitrate d'ammonium, le nitrate de sodium et leurs mélanges. De préférence, la charge est un mélange de perchlorate d'ammonium et d'aluminium.

Selon la variante de l'invention pour laquelle la couche périphérique est une composition pyrotechnique de la famille des propergols solides composites, cette composition est de préférence constituée de :

- 10% à 40% en poids d'une matrice polymérique polyuréthane ou polyester,
- 0 à 40% en poids d'un métal réducteur,
- 20% à 90% en poids d'un oxydant minéral, la somme des pourcentages étant égale à 100.

De façon générale, selon la présente invention, le terme "bi-composition" qualifiant le chargement explosif ne doit pas être considéré dans un sens étroit et limitatif. L'effet technique constaté et les résultats qui en découlent demeurent lorsque la couche interne et/ou la couche périphérique est elle-même bi ou multicomposition, avec des inter-

faces classiques non étoilées entres couches, ou encore lorsque plusieurs interfaces sont étoilées, par exemple dans le cas d'un explosif composite sensible enrobé par un explosif composite moins sensible avec interface étoilée, le bloc aussi constitué étant lui-même enrobé par une composition pyrotechnique quasi-insensible de la famille des propergols solides composites, la seconde interface étant également étoilée.

La présente invention a également pour objet un procédé d'obtention d'un effet d'éclats par libération de gaz dans l'enveloppe d'un élément de munition explosive constitué d'une enveloppe contenant un chargement explosif bi-composition, puis rupture de l'enveloppe due à la pression du gaz formé. Ce procédé est caractérisé en ce que l'élément de munition explosive est un élément précité selon l'invention et en ce que la libération de gaz est obtenue par détonation de l'explosif composite constituant la couche interne du chargement, puis réaction de la composition pyrotechnique moins sensible constituant la couche périphérique, réaction initiée par l'onde de détonation de l'explosif composite constituant la couche interne.

Lorsque la couche périphérique est un explosif composite, elle détone également. Par contre, lorsque la couche périphérique est une composition pyrotechnique de la famille des propergols solides composites, elle réagit sans détoner.

La figure 1 représente une coupe schématique en section droite d'un élément peu vulnérable de munition explosive selon l'invention.

La figure 2 représente une coupe schématique en section droite d'un autre élément peu vulnérable de munition explosive selon l'invention.

La figure 3 représente des courbes comparatives vitesse d'enveloppe en fonction de l'expansion radiale.

Dans les réalisations schématisées figures 1 et 2, l'élément de munition explosive est constitué d'une enveloppe 1,11 en acier, cylindrique avec surface de base circulaire contenant un chargement explosif bi-composition constitué d'une couche interne 2,12 en explosif composite revêtue d'une couche périphérique 3,13 en composition pyrotechnique moins sensible que l'explosif composite constituant la couche interne 2,12.

Selon la figure 1 l'interface entre les couches 2 et 3 présente une forme étoilée à 6 branches identiques, symétriques, reliées par des congés de raccordement et dont les extrémités sont arrondies. Chaque branche est séparée des branches voisines par un angle de 60 degrés. Les dimensions de l'étoile peuvent être définies par son cercle circonscrit de diamètre D, son cercle inscrit de diamètre d et par l'épaisseur e des branches.

Selon la figure 2 l'interface étoilée est strictement polygonale. L'étoile est formée de 10 bran-

ches identiques et symétriques dont les extrémités sont pointues. Chaque branche est séparée des branchés voisins par un angle de 36 degrés. Les dimensions de l'étoile peuvent être définies par son cercle circonscrit de diamètre D et son cercle inscrit de diamètre d.

Les exemples non limitatifs suivants illustrent l'invention et les avantages qu'elle procure.

Exemple 1 et 2. Eléments de munition explosive selon l'invention.

Exemple 1 Cet exemple a été réalisé selon la figure 1.

L'enveloppe 1, d'épaisseur 12,5 mm, est en acier. Son diamètre extérieur est de 115 mm et son diamètre intérieur de 90mm. Sa longueur est de 300 mm.

L'enveloppe 1 possède un fond également en acier d'épaisseur 12,5 mm.

Les caractéristiques géométriques de l'étoile D, d et e précitées sont respectivement 50 mm, 23 mm et 3 mm.

La couche interne 2, pleine, est un explosif composite de composition 86% en poids d'octogène et 14% en poids d'une matrice polymérique polyuréthane obtenue par réaction d'un polyéther à terminaisons hydroxyles avec l'isophorone diisocyanate (IPDI). Cette composition, performante puisque sa vitesse de détonation est de 8300m/s, est toutefois sensible puisque son indice d'aptitude à la détonation IAD est de 150 cartes selon le Card Gap Test codifié en diamètre 40mm.

La couche périphérique 3 est un explosif composite de composition 12% en poids d'octogène, 72% en poids de 5-oxo 3-nitro 1,2,4-triazole et 16% en poids d'une matrice polymérique polyuréthane obtenue par réaction d'un polybutadiène à terminaisons hydroxyles avec l'IPDI. Cette composition périphérique est moins performante (vitesse de détonation 7440m/s) et considérablement moins sensible (IAD de 25 cartes selon le Card Gap Test codifié en diamètre 40mm). que la composition interne.

On a réalisé l'amorçage de la couche 2 à l'aide d'un détonateur classique, d'un petit relais de masse 4g en hexocire et d'un générateur d'ondes planes (GOP) de diamètre 76mm comme relais principal. L'onde de détonation de la couche interne 2 a entraîné la détonation de la couche périphérique 3 puis la rupture de l'enveloppe 1, avec formation d'éclats.

On a enregistré l'évolution de la vitesse de relèvement de l'enveloppe métallique en fonction de l'expansion radiale, ce qui caractérise le niveau de l'effet d'éclats recherché, grâce à une caméra à fente selon l'expérience de relèvement cylindrique, classique pour l'homme du métier. La courbe cor-

respondante est représentée figure 3 (Courbe E1).

Exemple 2 Cet exemple a été réalisé selon la figure 2.

L'enveloppe 11, d'épaisseur 12,5 mm, est en acier. Son diamètre extérieur est de 115 mm et son diamètre intérieur de 90mm. Sa longueur est de 300mm.

L'enveloppe 11 possède un fond également en acier d'épaisseur 12,5 mm.

Les caractéristiques géométriques de l'étoile D et d précitées sont respectivement 50 mm et 34 mm.

Les explosifs composites constituant la couche interne 12 et la couche périphérique 13 sont les mêmes que pour l'exemple 1.

On a fait détoner cet élément de munition et mesuré l'effet d'éclats comme selon l'exemple 1. La courbe caractérisant le niveau d'effet d'éclats obtenu est représentée figure 3 (courbe E2).

Exemples comparatifs 3 à 5. Eléments de munition explosive selon l'état de la technique

Ces exemples sont des exemples comparatifs réalisés selon l'état de la technique dans le seul but de montrer l'effet technique de l'invention et les avantages qui en découlent. Ils n'entrent donc pas dans le cadre de la présente invention.

Dans une enveloppe identique à celle utilisée pour les exemples 1 et 2 selon l'invention, on réalise :

- Selon l'exemple comparatif 3 un chargement monocomposition en explosif composite identique à celui constituant la couche interne du chargement bi-composition des exemples 1 et 2 selon l'invention.
- Selon l'exemple comparatif 4 un chargement monocomposition en explosif composite identique à celui constituant la couche périphérique du chargement bi-composition des exemples 1 et 2 selon l'invention.
- Selon l'exemple comparatif 5 un chargement bi-composition constitué d'une couche interne pleine cylindrique à surface de base circulaire de diamètre 60 mm en explosif composite identique à celui constituant la couche interne du chargement bi-composition des exemples 1 et 2 selon l'invention, revêtue d'une couche périphérique adjacente annulaire de diamètre intérieur 60 mm et de diamètre extérieur 90 mm en explosif composite identique à celui constituant la couche périphérique du chargement bi-composition des exemples 1 et 2 selon l'invention.

L'élément de munition explosive selon cet exemple comparatif 5 ne se distingue donc des éléments de munition explosive des exemples 1 et 2 selon l'invention que par la géométrie de l'interface entre les couches

interne et périphérique du chargement bi-composition.

On a ensuite fait détoner les éléments de munition selon ces 3 exemples comparatifs et mesuré l'effet d'éclats obtenu comme selon les exemples 1 et 2. Pour les exemples comparatifs 3 et 4, il a fallu toutefois utiliser comme relais principal un GOP de diamètre 90 mm au lieu de 76mm pour initier la détonation. Les courbes caractérisant le niveau d'effet d'éclats obtenu est représenté figure 3 (courbe C3 pour l'exemple comparatif 3, courbe C4 pour l'exemple comparatif 4 et courbe C5 pour l'exemple comparatif 5).

La comparaison, figure 3, des courbes E1 et E2 selon l'invention et des courbes C3, C4 et C5 selon l'état de la technique, met en évidence deux résultats particulièrement surprenants et intéressants :

- On constate, par comparaison des courbes E1, E2, et C5, un gain important, de l'ordre de 30%, de l'effet d'éclats lorsque, tous autres paramètres identiques par ailleurs, l'interface entre les 2 couches présente une section droite étoilée.
- On constate, par comparaison des courbes E1, E2, C3 et C4, que le niveau d'effet d'éclats obtenu selon l'invention (courbes E1 et E2) est identique, à celui obtenu avec un chargement monocomposition réalisé avec l'explosif composite performant de la couche interne (courbe C3), alors que le chargement monocomposition réalisé avec l'explosif composite moins performant de la couche périphérique procure un effet d'éclats nettement moindre (C4).

Tout se passe donc, selon l'invention, en ce qui concerne l'effet d'éclats, comme si tout le chargement était constitué en explosif central performant, alors qu'il possède une vulnérabilité à l'onde de détonation considérablement moindre du fait de la présence de la couche périphérique peu sensible.

Revendications

1. Élément de munition explosive constitué d'une enveloppe (1) de préférence métallique contenant un chargement explosif bi-composition constitué d'une couche interne (2) en explosif composite revêtue d'une couche coaxiale adjacente périphérique (3) en composition pyrotechnique moins sensible que l'explosif composite constituant la couche interne (2), caractérisé en ce que :

- la composition pyrotechnique constituant la couche périphérique (3) est constituée d'une matrice polymérique chargée dont la charge contient au moins un oxydant

minéral ou un explosif nitré organique,

- l'interface entre les deux couches présente une section droite étoilée.

2. Élément de munition explosive selon la revendication 1 caractérisé en ce que les deux couches (2) et (3) coaxiales sont cylindriques.
3. Élément de munition explosive selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la section droite étoilée présente 6 à 24 branches.
4. Élément de munition explosive selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la section droite étoilée est strictement polygonale ou présente des congés de raccordement entre branches.
5. Élément de munition explosive selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la couche interne 2 est un explosif composite constitué d'une matrice polyuréthane ou polyester chargée dont la charge contient plus de 20% en poids d'explosif nitré organique choisi de préférence dans le groupe constitué par l'hexogène, l'octogène, le 5-oxo 3-nitro 1,2,4-triazole et leurs mélanges, pourcentage exprimé par rapport à l'explosif composite.
6. Élément de munition explosive selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la charge de l'explosif composite constituant la couche interne (2) est uniquement constituée de l'explosif nitré organique.
7. Élément de munition explosive selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la composition pyrotechnique constituant la couche périphérique (3) est un explosif composite.
8. Élément de munition explosive selon la revendication 7 caractérisé en ce que l'explosif composite constituant la couche périphérique (3) est constitué d'une matrice polyuréthane ou polyester chargée dont la charge contient plus de 20% en poids d'explosif nitré organique choisi de préférence dans le groupe constitué par l'hexogène, l'octogène, la pentrite, le triaminotrinrotrobenzène, la nitroguanidine, le 5-oxo 3-nitro 1,2,4-triazole et leurs mélanges, pourcentage exprimé par rapport à l'explosif composite.



interne et périphérique du chargement bi-composition.

On a ensuite fait détoner les éléments de munition selon ces 3 exemples comparatifs et mesuré l'effet d'éclats obtenu comme selon les exemples 1 et 2. Pour les exemples comparatifs 3 et 4, il a fallu toutefois utiliser comme relais principal un GOP de diamètre 90 mm au lieu de 76mm pour initier la détonation. Les courbes caractérisant le niveau d'effet d'éclats obtenu est représenté figure 3 (courbe C3 pour l'exemple comparatif 3, courbe C4 pour l'exemple comparatif 4 et courbe C5 pour l'exemple comparatif 5).

La comparaison, figure 3, des courbes E1 et E2 selon l'invention et des courbes C3, C4 et C5 selon l'état de la technique, met en évidence deux résultats particulièrement surprenants et intéressants :

- On constate, par comparaison des courbes E1, E2, et C5, un gain important, de l'ordre de 30%, de l'effet d'éclats lorsque, tous autres paramètres identiques par ailleurs, l'interface entre les 2 couches présente une section droite étoilée.
- On constate, par comparaison des courbes E1, E2, C3 et C4, que le niveau d'effet d'éclats obtenu selon l'invention (courbes E1 et E2) est identique, à celui obtenu avec un chargement monocomposition réalisé avec l'explosif composite performant de la couche interne (courbe C3), alors que le chargement monocomposition réalisé avec l'explosif composite moins performant de la couche périphérique procure un effet d'éclats nettement moindre (C4).

Tout se passe donc, selon l'invention, en ce qui concerne l'effet d'éclats, comme si tout le chargement était constitué en explosif central performant, alors qu'il possède une vulnérabilité à l'onde de détonation considérablement moindre du fait de la présence de la couche périphérique peu sensible.

Revendications

1. Élément de munition explosive constitué d'une enveloppe (1) de préférence métallique contenant un chargement explosif bi-composition constitué d'une couche interne (2) en explosif composite revêtue d'une couche coaxiale adjacente périphérique (3) en composition pyrotechnique moins sensible que l'explosif composite constituant la couche interne (2), caractérisé en ce que :

- la composition pyrotechnique constituant la couche périphérique (3) est constituée d'une matrice polymérique chargée dont la charge contient au moins un oxydant

minéral ou un explosif nitré organique,

- l'interface entre les deux couches présente une section droite étoilée.

2. Élément de munition explosive selon la revendication 1 caractérisé en ce que les deux couches (2) et (3) coaxiales sont cylindriques.
3. Élément de munition explosive selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la section droite étoilée présente 6 à 24 branches.
4. Élément de munition explosive selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la section droite étoilée est strictement polygonale ou présente des congés de raccordement entre branches.
5. Élément de munition explosive selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la couche interne 2 est un explosif composite constitué d'une matrice polyuréthane ou polyester chargée dont la charge contient plus de 20% en poids d'explosif nitré organique choisi de préférence dans le groupe constitué par l'hexogène, l'octogène, le 5-oxo 3-nitro 1,2,4-triazole et leurs mélanges, pourcentage exprimé par rapport à l'explosif composite.
6. Élément de munition explosive selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la charge de l'explosif composite constituant la couche interne (2) est uniquement constituée de l'explosif nitré organique.
7. Élément de munition explosive selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la composition pyrotechnique constituant la couche périphérique (3) est un explosif composite.
8. Élément de munition explosive selon la revendication 7 caractérisé en ce que l'explosif composite constituant la couche périphérique (3) est constitué d'une matrice polyuréthane ou polyester chargée dont la charge contient plus de 20% en poids d'explosif nitré organique choisi de préférence dans le groupe constitué par l'hexogène, l'octogène, la pentrite, le triaminotrinrotrobenzène, la nitroguanidine, le 5-oxo 3-nitro 1,2,4-triazole et leurs mélanges, pourcentage exprimé par rapport à l'explosif composite.



9. Elément de munition explosive selon la revendication 8 caractérisé en ce que la charge de l'explosif composite constituant la couche périphérique (3) est uniquement constituée de l'explosif nitré organique.

10. Elément de munition explosive selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que la composition pyrotechnique constituant la couche périphérique (3) est une composition pyrotechnique de la famille des propergols solides composites constituée d'une matrice polymérique polyuréthane ou polyester chargée dont la charge contient un oxydant minéral et est dépourvue d'explosif nitré organique.

11. Elément de munition explosive selon la revendication 10 caractérisé en ce que la charge de la composition pyrotechnique constituant la couche périphérique (3) contient un oxydant minéral choisi dans le groupe constitué par le perchlorate d'ammonium, le perchlorate de potassium, le nitrate d'ammonium, le nitrate de sodium et leurs mélanges.

12. Elément de munition explosive selon l'une quelconque des revendications 10 et 11 caractérisé en ce que la charge de la composition pyrotechnique constituant la couche périphérique (3) contient un métal réducteur.

13. Elément de munition explosive selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, caractérisé en ce que la composition pyrotechnique de la famille des propergols solides composites constituant la couche périphérique 3 est constituée de :

- 10% à 40% en poids de matrice polymérique polyuréthane ou polyester,
- 0 à 40% en poids d'un métal réducteur,
- 20% à 90% en poids d'oxydant minéral, la somme des pourcentages étant égale à 100.

14. Procédé d'obtention d'un effet d'éclats par libération de gaz dans l'enveloppe d'un élément de munition explosive constitué d'une enveloppe 1 contenant un chargement explosif bi-composition, puis rupture de l'enveloppe due à la pression du gaz, caractérisé en ce que l'élément de munition explosive est un élément selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, et en ce que la libération de gaz est obtenue par détonation de l'explosif composite constituant la couche interne 2 du chargement, puis réaction de la composition pyrotechnique moins sensible constituant la couche périphé-

que 3, réaction initiée par l'onde de détonation résultant de la détonation de l'explosif composite constituant la couche interne (2).

15. Procédé selon la revendication 14 caractérisé en ce que l'élément de munition explosive est un élément selon l'une quelconque des revendications 7 à 9 et en ce que la couche périphérique (3) détone.

16. Procédé selon la revendication 14 caractérisé en ce que l'élément de munition explosive est un élément selon l'une quelconque des revendications 10 à 13 et en ce que la couche périphérique (3) réagit sans détoner.

Claims

1. Explosive munition component consisting of a preferably metallic casing (1) containing a twin-composition explosive charge consisting of an internal layer (2) made of plastic-bonded explosive, coated with a peripheral adjacent coaxial layer (3) made of pyrotechnic composition which is less sensitive than the plastic-bonded explosive forming the internal layer (2), characterized in that:

- the pyrotechnic composition forming the peripheral layer (3) consists of a filled polymeric matrix in which the filler contains at least one inorganic oxidizing agent or an organic nitrated explosive,
- the interface between the two layers has a star-shaped cross-section.

2. Explosive munition component according to Claim 1, characterized in that the two coaxial layers (2) and (3) are cylindrical.

3. Explosive munition component according to any one of the preceding claims, characterized in that the star-shaped cross-section has 6 to 24 arms.

4. Explosive munition component according to any one of the preceding claims, characterized in that the star-shaped cross-section is rigorously polygonal or has connecting grooves between arms.

5. Explosive munition component according to any one of the preceding claims, characterized in that the internal layer (2) is a plastic-bonded explosive consisting of a filled polyurethane or polyester matrix in which the filler contains more than 20 % by weight of organic nitrated explosive preferably chosen from the group consisting of hexogen, octogen, 5-oxo-3-nitro-



1,2,4-triazole and mixtures thereof, the percentage being expressed in relation to the plastic-bonded explosive.

6. Explosive munition component according to any one of the preceding claims, characterized in that the filler of the plastic-bonded explosive forming the internal layer (2) consists solely of the organic nitrated explosive. 5
7. Explosive munition component according to any one of the preceding claims, characterized in that the pyrotechnic composition forming the peripheral layer (3) is a plastic-bonded explosive. 10
8. Explosive munition component according to Claim 7, characterized in that the plastic-bonded explosive forming the peripheral layer (3) consists of a filled polyurethane or polyester matrix in which the filler contains more than 20 % by weight of organic nitrated explosive preferably chosen from the group consisting of hexogen, octogen, pentrite, triaminotrinitrobenzene, nitroguanidine, 5-oxo-3-nitro-1,2,4-triazole and mixtures thereof, the percentage being expressed in relation to the plastic-bonded explosive. 15
9. Explosive munition component according to Claim 8, characterized in that the filler of the plastic-bonded explosive forming the peripheral layer (3) consists solely of the organic nitrated explosive. 20
10. Explosive munition component according to any one of Claims 1 to 6, characterized in that the pyrotechnic composition forming the peripheral layer (3) is a pyrotechnic composition of the class of composite solid propellants, consisting of a filled polyurethane or polyester polymeric matrix in which the filler contains an inorganic oxidizing agent and is devoid of organic nitrated explosive. 25
11. Explosive munition component according to Claim 10, characterized in that the filler of the pyrotechnic composition forming the peripheral layer (3) contains an inorganic oxidizing agent chosen from the group consisting of ammonium perchlorate, potassium perchlorate, ammonium nitrate, sodium nitrate and mixtures thereof. 30
12. Explosive munition component according to either of Claims 10 and 11, characterized in that the filler of the pyrotechnic composition forming the peripheral layer (3) contains a reduc-

ing metal.

13. Explosive munition component according to any one of Claims 10 to 12, characterized in that the pyrotechnic composition of the class of composite solid propellants forming the peripheral layer (3) consists of:
 - 10 % to 40 % by weight of a polyurethane or polyester polymeric matrix,
 - 0 to 40 % by weight of a reducing metal,
 - 20 % to 90 % by weight of inorganic oxidizing agent,
 the sum of the percentages being equal to 100. 35
14. Process for obtaining a fragmentation effect by gas release in the casing of an explosive munition component consisting of a casing (1) containing a twin-composition explosive charge, followed by bursting of the casing due to the pressure of the gas, characterized in that the explosive munition component is a component according to any one of Claims 1 to 13 and in that the gas release is obtained by detonation of the plastic-bonded explosive forming the internal layer (2) of the charge, followed by reaction of the less sensitive pyrotechnic composition forming the peripheral layer (3), the reaction being initiated by the detonation wave resulting from the detonation of the plastic-bonded explosive forming the internal layer (2). 40
15. Process according to Claim 14, characterized in that the explosive munition component is a component according to any one of Claims 7 to 9 and in that the peripheral layer (3) detonates. 45
16. Process according to Claim 14, characterized in that the explosive munition component is a component according to any one of Claims 10 to 13 and in that the peripheral layer (3) reacts without detonating. 50

Patentansprüche

1. Explosives Munitionselement, das aus einer vorzugsweise metallischen Hülle (1) besteht, die eine aus zwei Zusammensetzungen bestehende Sprengladung enthält, die aus einer inneren Schicht (2) aus einem Composit-Sprengstoff besteht, die mit einer daran angrenzenden, peripheren, koaxialen Schicht (3) aus einer pyrotechnischen Zusammensetzung umgeben ist, die weniger empfindlich ist als der Composit-Sprengstoff der inneren Schicht (2), dadurch gekennzeichnet, daß 55



- die pyrotechnische Zusammensetzung, aus der die periphere Schicht (3) aufgebaut ist, aus einer mit einem Füllstoff versehenen Polymermatrix besteht, deren Füllstoff mindestens ein anorganisches Oxidationsmittel oder einen organischen Nitrat-Sprengstoff enthält, und
 - die Grenzfläche zwischen den beiden Schichten einen sternförmigen Querschnitt aufweist.
2. Explosives Munitionselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden koaxialen Schichten (3) und (2) zylindrisch sind.
3. Explosives Munitionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der sternförmige Querschnitt 6 bis 24 Zacken aufweist.
4. Explosives Munitionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der sternförmige Querschnitt streng polygonal ist oder ausgerundete Übergänge zwischen den Zacken aufweist.
5. Explosives Munitionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die innere Schicht (2) ein Composit-Sprengstoff ist, der aus einer Polyurethan- oder Polyestermatrix besteht, deren Füllstoff mehr als 20 Gew.-% eines organischen Nitrat-Sprengstoffs enthält, der vorzugsweise unter Hexogen, Oktogen, 5-Oxo-3-nitro-1,2,4-triazol und deren Gemischen ausgewählt ist, wobei dieser Prozentsatz auf den Composit-Sprengstoff bezogen ist.
6. Explosives Munitionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Füllstoff des Composit-Sprengstoffs, aus dem die innere Schicht (2) aufgebaut, lediglich aus einem organischen Nitrat-Sprengstoff besteht.
7. Explosives Munitionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die pyrotechnische Zusammensetzung, welche die periphere Schicht (3) darstellt, ein Composit-Sprengstoff ist.
8. Explosives Munitionselement nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Composit-Sprengstoff, aus dem die periphere Schicht (3) aufgebaut ist, aus einer Polyurethan- oder Polyestermatrix besteht, deren Füllstoff mehr als 20 Gew.-% eines organischen Nitrat-Sprengstoffs enthält, der vorzugsweise unter Hexogen, Oktogen, Nitropenta, Triaminotrinitrobenzol, Nitroguanidin, 5-Oxo-3-nitro-1,2,4-triazol und deren Gemischen ausgewählt ist, wobei dieser Prozentsatz auf den Composit-Sprengstoff bezogen ist.
9. Explosives Munitionselement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Füllstoff des Composit-Sprengstoffs, der die periphere Schicht (3) darstellt, lediglich aus einem organischen Nitrat-Sprengstoff besteht.
10. Explosives Munitionselement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die pyrotechnische Zusammensetzung, aus der die periphere Schicht (3) aufgebaut ist, eine pyrotechnische Zusammensetzung aus der Gruppe der festen zusammengesetzten Propergole ist, die aus einer polymeren Polyurethan- oder Polyestermatrix bestehen, deren Füllstoff ein anorganisches Oxidationsmittel, jedoch keinen organischen Nitrat-Sprengstoff enthält.
11. Explosives Munitionselement nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Füllstoff der pyrotechnischen Zusammensetzung, aus der die periphere Schicht (3) aufgebaut ist, ein unter Ammoniumperchlorat, Kaliumperchlorat, Ammoniumnitrat, Natriumnitrat und deren Gemischen ausgewähltes anorganisches Oxidationsmittel enthält.
12. Explosives Munitionselement nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Füllstoff der pyrotechnischen Zusammensetzung, aus der die periphere Schicht (3) aufgebaut ist, ein reduzierendes Metall enthält.
13. Explosives Munitionselement nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die pyrotechnische Zusammensetzung aus der Gruppe der festen zusammengesetzten Propergole, aus der die periphere Schicht (3) aufgebaut ist, besteht aus:
- 10 bis 40 Gew.-% polymerer Polyurethan- oder Polyestermatrix,
 - 0 bis 40 Gew.-% eines reduzierenden Metalls und
 - 20 bis 90 Gew.-% anorganischem Oxidationsmittel,
- wobei die Summe dieser Prozentsätze gleich 100 ist.
14. Verfahren zur Erzielung einer Splitterwirkung durch Gasfreisetzung in der Hülle eines explosiven Munitionselements, das aus einer Hülle (1) besteht, die eine aus zwei Zusammensetzungen

zungen bestehende Sprengladung enthält, und anschließendes Platzen der Hülle aufgrund des Gasdrucks, dadurch gekennzeichnet, daß das explosive Munitionselement ein Munitionselement nach einem der Ansprüche 1 bis 13 ist und die Gasfreisetzung durch Detonation des Composit-Sprengstoffes, aus dem die innere Schicht (2) der Ladung aufgebaut ist, und anschließende Reaktion der weniger empfindlichen pyrotechnischen Zusammensetzung, aus der die peripheren Schicht (3) aufgebaut ist, erzielt wird, wobei die Reaktion von der Detonation des Composit-Sprengstoffes, aus dem die innere Schicht (2) aufgebaut ist, herrührenden Detonationswelle gezündet wird.

5

10

15

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das explosive Munitionselement ein Munitionselement nach einem der Ansprüche 7 bis 9 ist und die periphere Schicht (3) detoniert.

20

16. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das explosive Munitionselement ein Munitionselement nach einem der Ansprüche 10 bis 13 ist und die periphere Schicht (3) ohne Detonation reagiert.

25

30

35

40

45

50

55

11

