



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 584 610 A2**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
12.10.2005 Bulletin 2005/41

(51) Int Cl.7: **C06B 33/08**, C06B 33/10,
C06B 45/02

(21) Numéro de dépôt: **05290732.6**

(22) Date de dépôt: **04.04.2005**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL BA HR LV MK YU

(30) Priorité: **07.04.2004 FR 0403727**

(71) Demandeur: **GIAT Industries
78000 Versailles Cedex (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Vaullerin, Maryse
18390 Savigny en Septaine (FR)**
• **Rodrigues, Tony
18000 Bourges (FR)**

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

(54) **Composition explosive**

(57) L'invention a pour objet une composition explosive comprenant au moins un matériau explosif et de la poudre d'aluminium. Cette composition est caractérisée en ce que la poudre d'aluminium comprend un mélange d'au moins un premier type de poudre d'aluminium de

granulométrie micrométrique et d'au moins un deuxième type de poudre d'aluminium de granulométrie nanométrique.

EP 1 584 610 A2

Description

[0001] Le domaine technique de l'invention est celui des compositions explosives.

[0002] Il est connu de réaliser des compositions explosives comprenant au moins un matériau explosif et de la poudre d'aluminium.

[0003] Ces compositions ont pour avantage d'engendrer un effet de souffle qui est dû à la combustion de l'aluminium lors de la détonation.

[0004] Il est par ailleurs connu de mettre en oeuvre de l'aluminium de granulométrie nanométrique au sein des chargements propulsifs afin d'accroître la vitesse de combustion.

[0005] Il est tentant d'envisager d'incorporer ainsi l'aluminium nanométrique dans les compositions explosives avec comme objectif d'améliorer, ou tout au moins maintenir, les performances détoniques tout en ne mettant en oeuvre qu'une quantité de matériaux explosifs plus réduite et en apportant les effets de souffle que donne habituellement l'aluminium dans les compositions explosives.

[0006] Cependant jusqu'à présent les essais visant à utiliser de l'aluminium nanométrique au sein des compositions explosives ont été relativement décevants.

[0007] La publication "Propellants, Explosives, Pyrotechnics" N°27 pages 300-306" du 27/02/2002 (article de MM Patrick Brousseau et C John Anderson) décrit ainsi les résultats détoniques obtenus en mêlant de l'aluminium de granulométrie nanométrique à du trinitrotoluène ou bien à de la composition B ou à un explosif composite (PBXE).

[0008] L'aluminium nanométrique utilisé est celui vendu sous la marque Alex (granulométrie entre 100 et 200 nanomètres). Les essais ont montré qu'en ajoutant ainsi 10% d'aluminium nanométrique à du trinitrotoluène la vitesse de détonation était augmentée.

[0009] Cependant cette même publication montre que lorsqu'on procédait à une telle adjonction d'aluminium nanométrique, les vitesses de détonation de la composition B ainsi que des explosifs composites diminuaient dans des proportions non négligeables, retirant ainsi tout intérêt à un tel ajout.

[0010] Ainsi la composition B (60% en masse de trinitrotoluène /40% en masse d'Hexogène) qui a une vitesse de détonation de 7891 m/s voit cette vitesse passer à 7598 m/s après adjonction de 10% en masse d'aluminium nanométrique (293m/s de diminution).

[0011] Les résultats obtenus avec des explosifs composites ont été analogues montrant, soit une absence d'effet sur la vitesse de détonation (composition à liant inerte), soit une diminution de cette vitesse (composition à liant énergétique).

[0012] C'est le but de l'invention que de proposer une composition explosive à vitesse de détonation maintenue ou améliorée et qui ne mette en oeuvre qu'une masse réduite de matériaux énergétiques.

[0013] Ainsi l'invention a pour objet une composition explosive comprenant au moins un matériau explosif et de la poudre d'aluminium, composition caractérisée en ce que la poudre d'aluminium comprend un mélange d'au moins un premier type de poudre d'aluminium de granulométrie micrométrique et d'au moins un deuxième type de poudre d'aluminium de granulométrie nanométrique.

[0014] Dans le cadre de l'invention on entend par granulométrie micrométrique une granulométrie comprise entre 4 micromètres et 105 micromètres et par granulométrie nanométrique une granulométrie inférieure à 4 micromètres.

[0015] Il a en effet été possible de vérifier que, lorsque l'aluminium utilisé n'est pas uniquement de granulométrie nanométrique, les performances détoniques se trouvaient améliorées d'une façon surprenante.

[0016] Ce résultat peut en partie s'expliquer par le fait que le mélange d'aluminium nanométrique et micrométrique permet d'améliorer la coulabilité des compositions explosives réalisées en diminuant la viscosité.

[0017] Il en résulte une homogénéité supérieure des blocs explosifs réalisés et une meilleure répartition de l'aluminium nanométrique au sein du chargement.

[0018] On pourra réaliser ainsi une composition explosive dans laquelle la masse globale d'aluminium mise en oeuvre dans la composition comprend entre 10% et 70% d'aluminium de granulométrie micrométrique.

[0019] On pourra ainsi réaliser une composition comprenant de 5% à 16% en masse d'aluminium de granulométrie nanométrique associé à 2% à 10% d'aluminium de granulométrie micrométrique, la masse globale d'aluminium mise en oeuvre étant inférieure ou égale à 30%.

[0020] Avantagusement le matériau explosif pourra être un explosif fusionnable, par exemple le trinitrotoluène ou bien un autre aromatique nitré à température de fusion supérieure à 100°C.

[0021] Le brevet EP0814069 décrit des explosifs fusionnables particulièrement intéressants car permettant de réaliser des compositions explosives à vulnérabilité réduite. Parmi les explosifs fusionnables cités on pourra ainsi considérer : la 2,4,6-trinitro-N-Méthylaniline (TNMA), le 2,4,6-Trinitro-3-méthylphénol, le 3-Amino-Trinitrotoluène, la 2,4,6-Trinitro Aniline, le 1,3,8-TrinitroNaphtalène et son mélange d'isomères qui est fusible à 115°C, le TNAZ (1,2,3 - trinitroazétidine) et ses eutectiques.

[0022] On pourra également réaliser des compositions explosives dans lesquelles le matériau explosif comprendra du perchlorate d'ammonium ou bien du nitrate d'ammonium.

EP 1 584 610 A2

[0023] On pourra ainsi réaliser une composition dans laquelle le matériau explosif mis en oeuvre comprend de 20% à 50% en masse de trinitrotoluène (proportions données en proportion massique relative du matériau explosif seul).

[0024] On pourra notamment réaliser une composition dans laquelle le matériau explosif est une composition B associant 25% à 50% en masse de trinitrotoluène et 50% à 75% en masse d'hexogène, en proportions massiques relatives du matériau explosif seul.

[0025] La composition explosive pourra avoir la formulation massique globale suivante :

64% à 42,5% en masse d'hexogène,
21% à 42,5% en masse de trinitrotoluène,
2% à 10% en masse d'aluminium micrométrique,
5% à 16% en masse d'aluminium nanométrique.

[0026] Elle pourra avoir la formulation massique globale suivante :

55% en masse d'hexogène,
30% en masse de trinitrotoluène,
5% en masse d'aluminium micrométrique,
10% en masse d'aluminium nanométrique.

[0027] On pourra également réaliser une composition à vulnérabilité réduite dans laquelle le matériau explosif mis en oeuvre est une composition associant 30% à 50% en masse d'un explosif fusionnable, 20% à 70% en masse d'au moins un explosif en grains à vulnérabilité réduite, et 0% à 30% d'un explosif complémentaire en grains, pourcentages donnés en proportions massiques relatives du matériau explosif seul.

[0028] Comme explosif en grain à vulnérabilité réduite on pourra utiliser l'ONTA (oxynitrotriazole) qui est bien connu notamment du brevet EP210881.

[0029] On pourrait également mettre en oeuvre le triaminotrinobenzène (TATB) ou la nitroguanidine (NGu).

[0030] La composition explosive pourra ainsi avoir la formulation massique globale suivante :

20% à 56% en masse d'oxynitrotriazole,
21% à 40% en masse de trinitrotoluène,
0% à 30% d'un explosif complémentaire en grains,
7% à 10% en masse d'un liant,
2% à 10% en masse d'aluminium micrométrique,
5% à 16% en masse d'aluminium nanométrique.

[0031] En particulier on pourra réaliser une composition explosive ayant la formulation massique globale suivante:

40% en masse d'oxynitrotriazole,
30% en masse de trinitrotoluène,
10% en masse d'un liant,
5% en masse d'aluminium micrométrique,
15% en masse d'aluminium nanométrique.

[0032] On pourra également réaliser une composition ayant la formulation massique globale suivante :

48% en masse d'oxynitrotriazole,
31% en masse de trinitrotoluène,
7,5% en masse d'un liant,
3,5% en masse d'aluminium micrométrique,
10% en masse d'aluminium nanométrique.

[0033] On pourra réaliser une composition ayant la formulation massique globale suivante :

21% en masse d'oxynitrotriazole,
31% en masse de trinitrotoluène,
7,5% en masse d'un liant,
27% en masse d'octogène,
3,5% en masse d'aluminium micrométrique,

10% en masse d'aluminium nanométrique.

[0034] On pourra enfin mettre en oeuvre l'invention avec une composition explosive composite, c'est à dire associant un ou plusieurs matériaux explosifs avec un ou plusieurs liants polymérisables (actifs ou inertes).

[0035] On pourra par exemple réaliser une composition dans laquelle le matériau explosif est une composition ayant la formulation massique globale:

55% à 80% en masse de matériau explosif,
10% à 30% d'un liant polymérisable (énergétique ou non),
10% à 30% d'aluminium.

[0036] On pourra ainsi réaliser une composition explosive ayant la formulation massique globale :

20% en masse d'hexogène,
43% en masse de perchlorate d'ammonium,
12% en masse de liant,
9% en masse d'aluminium micrométrique,
16% en masse d'aluminium nanométrique.

[0037] On pourra aussi réaliser une composition explosive ayant la formulation massique globale:

64% en masse d'hexogène,
16% en masse de liant,
7% en masse d'aluminium micrométrique,
13% en masse d'aluminium nanométrique.

[0038] On pourra enfin réaliser conformément à l'invention des compositions explosives comprimables et notamment des compositions comprimables à vulnérabilité réduite.

[0039] On pourra ainsi réaliser une composition explosive ayant la formulation massique globale :

45% à 72% en masse d'oxynitrotriazole,
10% à 35% en masse d'octogène ou d'hexogène,
4% à 7% en masse de cire,
12% à 20% en masse de poudre d'aluminium.

[0040] On pourra notamment réaliser une composition explosive ayant la formulation massique globale :

72% en masse d'oxynitrotriazole,
10% en masse d'octogène ou d'hexogène,
4% en masse de cire,
4% en masse de poudre d'aluminium micrométrique,
10% en masse de poudre d'aluminium nanométrique.

[0041] On pourra aussi réaliser une composition explosive ayant la formulation massique globale :

49% en masse d'oxynitrotriazole,
33% en masse d'octogène ou d'hexogène,
4% en masse de cire,
4% en masse de poudre d'aluminium micrométrique,
10% en masse de poudre d'aluminium nanométrique.

[0042] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre de différents exemples de réalisation de la composition selon l'invention ainsi que de son procédé de réalisation.

Exemple 1

[0043] On réalise une composition explosive ayant la formulation suivante :

55% en masse d'hexogène,
 30% en masse de trinitrotoluène,
 5% en masse d'aluminium micrométrique,
 10% en masse d'aluminium nanométrique.

[0044] Cette composition comporte donc 15% d'aluminium en masse.

[0045] L'aluminium micrométrique à une granulométrie moyenne de 15 micromètres.

[0046] L'aluminium nanométrique a une granulométrie moyenne de 50 nanomètres.

[0047] Pour fabriquer une telle composition on mélange tout d'abord l'aluminium nanométrique et l'aluminium micrométrique dans un mélangeur.

[0048] On fait fusionner l'explosif fusionnable dans un malaxeur. On mélange par ailleurs l'hexogène et l'aluminium puis on incorpore ce mélange à l'explosif fusionnable dans le malaxeur.

[0049] A titre comparatif on a réalisé des compositions explosives connues (référéncées dans le tableau ci dessous sous les numéros A,B,C,D) associant composition B (Hexogène 65% / Trinitrotoluène 35%) avec de l'aluminium micrométrique (granulométrie = 15 micromètres).

[0050] On a déterminé ensuite les vitesses de détonation des différentes compositions connues que l'on a comparées avec la vitesse de détonation de la composition selon l'exemple 1 de l'invention (Ex1) ainsi qu'avec celle (ref E) de la composition associant 90% de composition B (60/40) et 10% d'aluminium nanométrique telle que décrite dans la publication citée au préambule (Propellants, Explosives and pyrotechnics 02/2002)

[0051] Les résultats sont donnés par le tableau suivant (les pourcentages sont en masse de l'ensemble de la composition)

[0052] L'aluminium micrométrique à une granulométrie moyenne de 15 micromètres.

[0053] L'aluminium nanométrique a une granulométrie moyenne de 50 nanomètres.

N°	Hexogène %	Trinitro- toluène %	Aluminum Micro- métrique %	Aluminium nano- métrique %	Vitesse de détonation m/s
A	65	35	0	0	7983
B	58	32	10	0	7830
C	55	30	15	0	7760
D	48	26	26	0	7607
E	54	36	0	10	7598
Ex1	55	30	5	10	> 7960

[0054] Pour l'exemple 1 (Ex1) les vitesses de détonation mesurées ont été toujours supérieures à 7960 m/s et ont approché pour certains échantillons les 8100 m/s.

[0055] On constate que pour une masse globale d'aluminium équivalente (15%) la composition selon l'invention (Ex1) présente une vitesse de détonation (7960 m/s) qui est supérieure à celle (ref E) mesurée par les auteurs de la publication de Propellants, Explosives and pyrotechnics (27/02/2002) (7598 m/s).

[0056] On observe ainsi un écart de 362 m/s alors que le chargement ne comporte que 85% en masse d'explosif contre 90 % pour la composition connue et que ce chargement comporte également la même quantité d'aluminium nanométrique (10%).

[0057] On remarque également que pour une masse d'aluminium équivalente (15%) la composition selon l'invention a une vitesse de détonation supérieure de 200m/s à celle de la composition (ref C) mettant en oeuvre l'aluminium micrométrique.

[0058] En fait le niveau détonique de la composition selon l'invention est sensiblement équivalent à celui de la composition B 65/35 (ref A) alors qu'elle comporte 15% d'explosif en moins.

[0059] Ces exemples comparatifs mettent donc bien en évidence l'influence avantageuse apportée par la combinaison de l'aluminium de granulométrie micrométrique avec l'aluminium de granulométrie nanométrique.

[0060] A titre d'exemple on a également réalisé les compositions suivantes :

Exemple 2

[0061]

40% en masse d'oxynitrotriazole,

30% en masse de trinitrotoluène,
10% en masse d'un liant,
5% en masse d'aluminium micrométrique,
15% en masse d'aluminium nanométrique.

Exemple 3

[0062]

48% en masse d'oxynitrotriazole,
31% en masse de trinitrotoluène,
7,5% en masse d'un liant,
3,5% en masse d'aluminium micrométrique,
10% en masse d'aluminium nanométrique.

Exemple 4

[0063]

21% en masse d'oxynitrotriazole,
31% en masse de trinitrotoluène,
7,5% en masse d'un liant,
27% en masse d'octogène,
3,5% en masse d'aluminium micrométrique,
10% en masse d'aluminium nanométrique.

[0064] On pourra également mettre en oeuvre l'invention avec des matériaux réalisés suivant la technologie de fabrication bien connue des explosifs composites.

[0065] Les deux exemples suivants sont relatifs à de telles compositions composites.

Exemple 5 :

[0066]

20% en masse d'hexogène,
43% en masse de perchlorate d'ammonium,
12% en masse de liant,
9% en masse d'aluminium micrométrique,
16% en masse d'aluminium nanométrique.

Exemple 6 :

[0067]

64% en masse d'hexogène,
16% en masse de liant,
7% en masse d'aluminium micrométrique,
13% en masse d'aluminium nanométrique.

[0068] On réalise ces compositions de la manière suivante:

[0069] On mélange d'abord les deux granulométries de poudre d'aluminium puis on les mélange aux matériaux explosifs. Le liant est disposé dans un malaxeur maintenu en température. L'explosif solide mélangé à l'aluminium est introduit progressivement dans le liant. A la fin on ajoute un liant de polymérisation (durcisseur). On coule dans le corps de projectile et on place le chargement dans une étuve jusqu'à stabilisation (durée de l'ordre de 48 heures).

[0070] On pourra également réaliser conformément à l'invention des matériaux explosifs comprimables et plus particulièrement des matériaux comprimables à vulnérabilité réduite.

[0071] Le brevet FR2801883 décrit de telles compositions qui ont pour caractéristique principale d'associer un explosif à vulnérabilité réduite tel l'ONTA, un explosif complémentaire tel l'hexogène ou l'octogène, une poudre d'alumi-

nium et une cire d'enrobage permettant la mise en oeuvre par compression.

[0072] Le procédé de réalisation de ces compositions est décrit en détails dans le brevet FR2801883 et il n'est donc pas nécessaire de le décrire plus précisément.

[0073] Ce procédé permet d'obtenir des granulés d'une composition de base qui pourront être introduits dans un corps de munition puis comprimés. On ajoutera éventuellement lors de la granulation de la composition explosive de base quelques parties de poudre de graphite pour faciliter la compression ultérieure.

[0074] Les deux exemples ci dessous sont relatifs à de telles compositions explosives comprimables. Le graphite éventuel ajouté en fin de granulation n'est pas précisé dans ces compositions qui sont celles des ingrédients de la composition explosive de base.

Exemple 7 :

[0075]

72% en masse d'oxynitrotriazole,
10% en masse d'octogène ou d'hexogène,
4% en masse de cire,
4% en masse de poudre d'aluminium micrométrique,
10% en masse de poudre d'aluminium nanométrique.

Exemple 8 :

[0076]

49% en masse d'oxynitrotriazole,
33% en masse d'octogène ou d'hexogène,
4% en masse de cire,
4% en masse de poudre d'aluminium micrométrique,
10% en masse de poudre d'aluminium nanométrique.

Revendications

1. Composition explosive comprenant au moins un matériau explosif et de la poudre d'aluminium, composition **caractérisée en ce que** la poudre d'aluminium comprend un mélange d'au moins un premier type de poudre d'aluminium de granulométrie micrométrique et d'au moins un deuxième type de poudre d'aluminium de granulométrie nanométrique.
2. Composition explosive selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la masse globale d'aluminium mise en oeuvre dans la composition comprend entre 10% et 70% d'aluminium de granulométrie micrométrique.
3. Composition explosive selon la revendication 2, **caractérisée en ce qu'elle** comprend de 5% à 16% en masse d'aluminium de granulométrie nanométrique associé à 2% à 10% d'aluminium de granulométrie micrométrique, la masse globale d'aluminium mise en oeuvre étant inférieure ou égale à 30%.
4. Composition explosive selon une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** le matériau explosif est un explosif fusionnable.
5. Composition explosive selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** le matériau explosif mis en oeuvre comprend de 20% à 50% de trinitrotoluène en proportion massique relative du matériau explosif seul.
6. Composition explosive selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** le matériau explosif mis en oeuvre est une composition B associant 25% à 50% en masse de trinitrotoluène et 50% à 75% en masse d'hexogène, en proportions massiques relatives du matériau explosif seul.
7. Composition explosive selon la revendication 6, **caractérisée en ce qu'elle** a la formulation massique globale suivante :

64% à 42,5% en masse d'hexogène,
21% à 42,5% en masse de trinitrotoluène,
2% à 10% en masse d'aluminium micrométrique,
5% à 16% en masse d'aluminium nanométrique.

8. Composition explosive selon la revendication 7, **caractérisée en ce qu'elle a la formulation massique globale** suivante :

55% en masse d'hexogène,
30% en masse de trinitrotoluène,
5% en masse d'aluminium micrométrique,
10% en masse d'aluminium nanométrique.

9. Composition explosive selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** le matériau explosif mis en oeuvre est une composition associant 30% à 50% en masse d'un explosif fusionnable, 20% à 70% en masse d'au moins un explosif en grains à vulnérabilité réduite, et 0% à 30% d'un explosif complémentaire en grains, pourcentages donnés en proportions massiques relatives du matériau explosif seul.

10. Composition explosive selon la revendication 9, caractérisée en ce qu'elle a la formulation massique globale suivante :

20% à 56% en masse d'oxynitrotriazole,
21% à 40% en masse de trinitrotoluène,
0% à 30% d'un explosif complémentaire en grains,
7% à 10% en masse d'un liant,
2% à 10% en masse d'aluminium micrométrique,
5% à 16% en masse d'aluminium nanométrique.

11. Composition explosive selon la revendication 10, caractérisée en ce qu'elle a la formulation massique globale suivante :

40% en masse d'oxynitrotriazole,
30% en masse de trinitrotoluène,
10% en masse d'un liant,
5% en masse d'aluminium micrométrique,
15% en masse d'aluminium nanométrique.

12. Composition explosive selon la revendication 10, caractérisée en ce qu'elle a la formulation massique globale suivante :

48% en masse d'oxynitrotriazole,
31% en masse de trinitrotoluène,
7,5% en masse d'un liant,
3,5% en masse d'aluminium micrométrique,
10% en masse d'aluminium nanométrique.

13. Composition explosive selon la revendication 10, caractérisée en ce qu'elle a la formulation massique globale suivante :

21% en masse d'oxynitrotriazole,
31% en masse de trinitrotoluène,
7,5% en masse d'un liant,
27% en masse d'octogène,
3,5% en masse d'aluminium micrométrique,
10% en masse d'aluminium nanométrique.

14. Composition explosive selon une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce qu'elle constitue une composition** explosive composite associant au moins un matériau explosif et au moins un liant polymérisable.

15. Composition explosive selon la revendication 14, **caractérisée en ce qu'elle** a la formulation massique globale:

55% à 80% en masse de matériau explosif,
10% à 30% d'un liant polymérisable,
10% à 30% d'aluminium.

16. Composition explosive selon la revendication 15, **caractérisée en ce qu'elle** a la formulation massique globale:

20% en masse d'hexogène,
43% en masse de perchlorate d'ammonium,
12% en masse de liant,
9% en masse d'aluminium micrométrique,
16% en masse d'aluminium nanométrique.

17. Composition explosive selon la revendication 15, **caractérisée en ce que** qu'elle a la formulation massique globale:

64% en masse d'hexogène,
16% en masse de liant,
7% en masse d'aluminium micrométrique,
13% en masse d'aluminium nanométrique.

18. Composition explosive selon une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce qu'elle** a la formulation massique globale :

45% à 72% en masse d'oxynitrotriazole,
10% à 35% en masse d'octogène ou d'hexogène,
4% à 7% en masse de cire,
12% à 20% en masse de poudre d'aluminium.

19. Composition explosive selon la revendication 18, **caractérisée en ce qu'elle** a la formulation massique globale:

72% en masse d'oxynitrotriazole,
10% en masse d'octogène ou d'hexogène,
4% en masse de cire,
4% en masse de poudre d'aluminium micrométrique,
10% en masse de poudre d'aluminium nanométrique.

20. Composition explosive selon la revendication 18, **caractérisée en ce qu'elle** a la formulation massique globale:

49% en masse d'oxynitrotriazole,
33% en masse d'octogène ou d'hexogène,
4% en masse de cire,
4% en masse de poudre d'aluminium micrométrique,
10% en masse de poudre d'aluminium nanométrique.