

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 886 122 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
23.12.1998 Bulletin 1998/52

(51) Int Cl.⁶: **F42B 39/20**

(21) Numéro de dépôt: **98401419.1**

(22) Date de dépôt: **11.06.1998**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: **16.06.1997 FR 9707429**

(71) Demandeur: **CELERG Centre d'Affaires "La
Boursidière"
92357 Le Plessis Robinson Cédex (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Fiandesio, Patrick
78510 Triel S/Seine (FR)**
• **Grossi, Augustin
78360 Montesson (FR)**

(74) Mandataire: **Pech, Bernard et al
Sté Nationale des Poudres et Explosifs
12, quai Henri IV
75181 Paris Cédex 04 (FR)**

(54) **Moteur, à propergol solide, de faible vulnérabilité.**

(57) La présente invention concerne un moteur (1), à propergol solide, de faible vulnérabilité comprenant un chargement (11) de propergol solide, une protection thermique (2) recouvrant l'intérieur d'une structure métallique avec un fond avant (3) et un fond arrière (4) portant au moins une tuyère (10), lesdits fonds avant et arrière étant solidaires d'une virole cylindrique (5) comportant de larges ouvertures réparties circonférentielle-

ment et obturées temporairement par des bouchons étanches (8). L'objet de la présente invention est de proposer un moteur de structure simple et qui évite l'emploi de moyens de détection et de commande pour la libération des bouchons. Le moteur selon l'invention est tel que les bouchons étanches (8) sont tenus dans les ouvertures entre la protection thermique et un bobinage composite (7) de fibres imprégnées d'une matrice qui entoure la virole cylindrique (5).

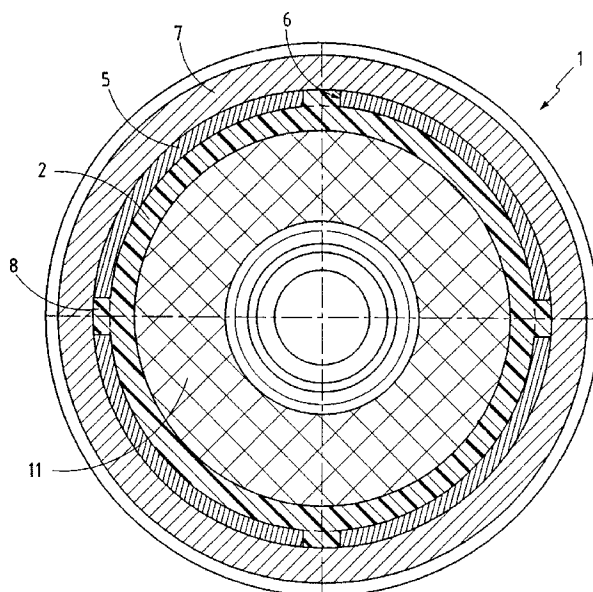


FIG.3

Description

La présente invention concerne le domaine des munitions à risques atténués, "Insensitive Munitions" pour les anglo-saxons. Plus particulièrement la présente invention concerne un moteur à propergol solide présentant une faible vulnérabilité vis à vis de certaines agressions extérieures telles qu'un incendie dans un dépôt de munitions ou l'impact d'éclats ou de balles sur la munition. Lors d'une agression, par exemple l'incendie d'un dépôt de munitions, le chargement en propergol solide d'un moteur à structure métallique va s'enflammer après un temps d'échauffement plus ou moins long. Le métal de la structure a encore une résistance importante malgré son propre échauffement et la pression à l'intérieur du moteur va donc augmenter provoquant, soit son éclatement, soit son déplacement intempestif par la poussée des gaz éjectés par la tuyère, ce qui aggrave les dégâts de l'incendie dans le dépôt et dans son environnement.

On connaît des dispositifs de dépressurisation rapide ou d'arrêt de poussée de moteur à propergol solide, par découpe ou libération d'ouvertures obturées disposées sur la structure, en général par des moyens pyrotechniques. Le brevet US 3 052 091 décrit un dispositif comportant des bouchons étanches obturant des ouvertures sur la structure et maintenus en place par deux demi-coquilles solidarisées par des boulons explosifs, lorsque les boulons explosifs sont déclenchés les demi-coquilles sont désolidarisées et les bouchons sont chassés par la pression interne du moteur et libèrent les ouvertures ; il y a dépressurisation rapide et arrêt de poussée. Le brevet US 5 166 468 décrit l'application de cette technique pour réduire la vulnérabilité d'un moteur à propergol solide. Un ensemble de thermocouples convenablement disposés dans la structure du moteur et associés à un microcircuit électronique détecte l'échauffement de la structure par un incendie et déclenche le fonctionnement du dispositif pyrotechnique provoquant la libération des ouvertures. Cette technique présente comme premier inconvénient celui de nécessiter des moyens de détection et de commande, plus ou moins encombrant et compliqués, donc sujets à défaillance. De plus le fonctionnement s'accompagne de projections de bouchons et de dispositifs de maintien souvent métalliques.

On connaît par ailleurs des moteurs à structure mixte comportant une structure intérieure renforcée par un bobinage extérieur de fibres imprégnées d'une résine ou plus généralement d'une matrice. Le brevet FR 2 606 082 décrit une structure mixte dont la structure intérieure comprend deux secteurs de tube réalisés par la découpe longitudinale d'un tube et un surbobinage circonferentiel assurant la tenue à la pression intérieure lors du fonctionnement, remarquons que ce moteur comporte ainsi deux longues fentes longitudinales. La structure intérieure assure la tenue aux efforts longitudinaux. La demande de brevet EP 0 559 436, précisée par la de-

mande de brevet WO 96/04474, décrit, pour réduire la vulnérabilité des moteurs à propergol solide, une structure mixte qui comporte notamment une virole métallique avec une multitude de fentes très étroites et un bobinage extérieur composite de fibres imprégnées d'une résine. Lorsque cette structure est prise dans un incendie, l'échauffement détruit assez rapidement le bobinage composite. Et lorsque après échauffement le propergol solide du chargement s'enflamme, la structure métallique qui ne peut supporter que des efforts axiaux se déforme et laisse échapper par les fentes les gaz de combustion empêchant toute augmentation importante de la pression dans le moteur. Toutefois ce dispositif présente les inconvénients de nécessiter un usinage long et délicat de nombreuses fentes et le risque de déchirement de la structure métallique.

La présente invention a pour but de proposer un dispositif ne présentant pas les inconvénients précédents.

La présente invention concerne un moteur à propergol solide, de faible vulnérabilité, comprenant un chargement de propergol solide, une protection thermique recouvrant l'intérieur d'une structure métallique avec un fond avant et un fond arrière portant au moins une tuyère, lesdits fonds avant et arrière étant solidaires d'une virole cylindrique comportant de larges ouvertures réparties circonferentiellement et obturées temporairement par des bouchons étanches ; le moteur est tel que les bouchons étanches sont tenus dans les ouvertures entre la protection thermique et un bobinage composite de fibres imprégnées d'une matrice qui entoure la virole cylindrique, les dits bouchons étant libérés par la dégradation accidentelle du bobinage composite.

L'agression extérieure dégrade, ou même détruit, le bobinage composite, les bouchons étanches n'étant plus retenus par le bobinage sont chassés par les gaz intérieurs qui ensuite s'évacuent par les larges ouvertures empêchant toute augmentation importante de la pression du moteur. Eventuellement les ouvertures sont circonferentiellement équiréparties pour équilibrer les efforts dûs au débit des gaz par chacune des ouvertures. Il y a donc au moins deux ouvertures diamétralement opposées sur la virole cylindrique ; mais, si elles sont plus nombreuses, ses ouvertures peuvent être réparties en plusieurs groupes transversaux le long de la virole cylindrique, étant entendu que dans chaque groupe transversal les ouvertures sont éventuellement circonferentiellement équiréparties.

Avantageusement chaque bouchon étanche est tel que sa face extérieure a le même rayon de courbure que celui de la face extérieure de la virole cylindrique. Cette condition évite les méplats ou les excroissances qui pourraient blesser le bobinage composite. De même la face intérieure de chaque bouchon étanche a le même rayon de courbure que celui de la partie intérieure de la virole cylindrique.

Avantageusement encore chaque bouchon étanche est en un matériau du type matériau de protection thermique. Il peut s'agir du même matériau que celui de

la protection thermique du moteur mais on peut aussi utiliser un matériau différent. Le matériau de protection thermique doit être compatible avec le propergol solide constituant le chargement. Les matériaux de protection thermique sont en général des élastomères de type polymérique ou caoutchouteux, comportant diverses charges et notamment des charges pulvérulentes et/ou fibreuses pour améliorer la tenue thermique.

Préférentiellement chaque bouchon étanche est une zone en surépaisseur de la protection thermique qui remplit le volume de l'ouverture : le bouchon fait partie de la protection thermique. L'étanchéité du bouchon est assurée par le contact de sa partie périphérique avec le bord de l'ouverture et elle est renforcée par son intégration à la protection thermique.

Avantageusement la portion de la virole cylindrique où sont aménagées les ouvertures est de moindre épaisseur et le bobinage composite renforce la tenue de la structure. Par portion de moindre épaisseur, il faut entendre que, sur cette portion de la virole cylindrique qui peut représenter presque toute la longueur de la virole, l'épaisseur de la virole est juste celle nécessaire pour résister aux efforts axiaux ou longitudinaux. La résistance aux efforts radiaux, notamment ceux dus à la pression de fonctionnement, est assurée par le bobinage composite qui renforce ainsi la virole cylindrique.

Avantageusement la section de passage de l'ensemble des ouvertures est au moins égale à dix fois l'aire du col de la tuyère. Bien sûr si le moteur comporte plusieurs tuyères la condition est calculée par rapport à la somme des aires des cols des tuyères.

Les ouvertures peuvent être de forme géométrique quelconque. Eventuellement ces ouvertures ont une forme oblongue suivant la direction de l'axe du moteur, des exemples de telles formes oblongues seront décrits par la suite.

Avantageusement chaque ouverture lorsqu'elle est oblongue a un grand axe parallèle à l'axe de la virole cylindrique, et sa plus grande largeur est supérieure ou égale au quinzième du diamètre de la virole cylindrique. Par exemple l'ouverture oblongue a une forme ovale ou elliptique. Cette condition sur la largeur de l'ouverture oblongue a pour but d'éviter la propagation de fissure, risque lié à des ouvertures trop étroites telles que des fentes.

Chaque ouverture oblongue comporte une partie rectangulaire de longueur L , terminée par deux parties opposées identiques dont la forme évite la propagation de fissure. Avantageusement ces parties opposées ont la forme, par exemple, d'anse de panier, de demi-ellipse ou plus simplement de demi-cercle.

La longueur L de la partie rectangulaire de chaque ouverture oblongue est inférieure ou égale à la moitié de la longueur de la portion de moindre épaisseur de la virole cylindrique.

Préférentiellement le moteur comporte au plus trois groupes transversaux d'ouvertures répartis le long de la virole cylindrique. Dans chaque groupe transversal il y

a au plus huit ouvertures, réparties circonférentiellement. Préférentiellement le nombre d'ouvertures de chaque groupe transversal est compris entre 2 et 4.

Enfin la distance axiale L' séparant deux groupes transversaux successifs sur la virole cylindrique est supérieure ou égale à la moitié de la longueur L , longueur de la partie rectangulaire d'une ouverture oblongue.

Le moteur selon l'invention présente les avantages de ne pas nécessiter de dispositifs de détection et de commande pour la libération des ouvertures, de ne pas donner lieu à des projections de pièces métalliques, tout au plus quelques morceaux de protection thermique et enfin la virole cylindrique comporte un nombre limité d'ouvertures faciles à usiner et ne présentant pas de risque de propagation de fissure.

La présente invention est exposée plus en détail à l'aide des figures suivantes représentant une réalisation particulière.

La figure 1 est une vue en coupe longitudinale d'un moteur selon l'invention.

La figure 2 est un agrandissement du détail II de la figure précédente.

La figure 3 est une vue en coupe transversale III du moteur au droit d'un groupe d'ouvertures, qui sont oblongues dans cet exemple.

La figure 1 représente, en coupe longitudinale, un moteur 1 qui comporte une structure métallique dont la partie intérieure est recouverte d'une protection thermique 2. Cette structure métallique est constituée notamment d'un fond avant 3 et d'un fond arrière 4 solidaires d'une virole cylindrique 5 qui comporte plusieurs ouvertures oblongues 6 obturées par des bouchons étanches 8, la virole 5 est extérieurement renforcée par un bobinage circonférentiel 7 de fibres imprégnées d'une matrice. Sur le fond avant 3 est fixé un dispositif allumeur 9. Sur le fond arrière 4 est fixée une tuyère 10. Le chargement de propergol solide représenté en 11 est du type chargement libre. Dans cet exemple chaque bouchon étanche 8 est en fait une zone en surépaisseur de la protection thermique qui occupe tout le volume intérieur de chaque ouverture oblongue 6. La forme des ouvertures oblongues est, dans cet exemple très simple : elle comporte une partie à bords parallèles de longueur L et distant de $2R$, ou autrement dit une partie rectangulaire de longueur L et de largeur $2R$, terminée à ses deux extrémités par des demi-cercles de rayon R .

La figure 2 est un agrandissement du détail II de la figure 1. On y retrouve, en 5, la virole cylindrique dont on voit le raccordement entre la partie de moindre épaisseur qui comporte les ouvertures oblongues 6 et la partie d'extrémité, plus épaisse, de liaison avec les fonds. Le bobinage composite extérieur 7 qui recouvre la partie de moindre épaisseur de la virole 5 et notamment les bouchons 8 des ouvertures oblongues 6. Ce bobinage se prolonge, pour s'y terminer, sur la partie épaisse de la virole cylindrique. La protection thermique 2, qui recouvre l'intérieur de la structure métallique, et qui présente des zones en surépaisseurs qui remplissent tout

le volume d'une ouverture oblongue jusqu'au bobinage composite extérieur ; ces zones en surépaisseur de la protection thermique jouent le rôle de bouchon étanche 8.

La figure 3 représente une coupe transversale schématique de la structure mixte au niveau d'un groupe d'ouvertures oblongues. La virole métallique 5 comporte pour ce groupe, quatre ouvertures oblongues 6 équiréparties, c'est à dire dans le cas présent, à 90° les unes des autres. La partie intérieure de la virole cylindrique 5 est revêtue d'une protection thermique 2, qui au niveau des ouvertures oblongues 6 comporte des zones 8 en surépaisseur qui pénètrent dans les ouvertures oblongues 6. On voit sur cette figure que la face extérieure de ces zones en surépaisseur est profilée de façon à avoir un rayon de courbure égal à celui de la partie extérieure de la virole cylindrique : cette disposition rétablit la circularité de la structure et évite les zones de méplats correspondant à une partie des ouvertures oblongues.

Dans cet exemple la -virole comporte deux groupes transversaux d'ouverture oblongues, chaque groupe comportant quatre ouvertures oblongues, distantes angulairement de 90°. Les ouvertures oblongues ont donc une forme simple : une partie rectangulaire de longueur $L=57,5$ mm et de largeur $2R=10$ mm, terminée par deux portions semi circulaires de rayon R . Les ouvertures oblongues sont usinées par des moyens mécaniques simples : dans le cas présent par exemple par fraisage ; la seule précaution souhaitable est la propreté et la netteté des bords des ouvertures.

Les ouvertures oblongues des deux groupes sont ici alignées et séparées de la distance $L'=30$ mm. Sachant que la longueur L_{af} de la partie de moindre épaisseur de la virole cylindrique est de 230 mm, que son diamètre extérieur D est de 140 mm et que la diamètre du col de la tuyère est de 12 mm, on peut vérifier que toutes les conditions énoncées précédemment sont remplies.

Lorsque le moteur, de la présente invention est pris dans un incendie, la chaleur de l'incendie détruit ou dégrade sérieusement le bobinage composite de sorte que ce bobinage n'a plus de résistance mécanique ou qu'elle est très faible. Lorsque, à son tour par échauffement, le propergol solide du chargement s'enflamme les gaz de combustion pressurisent très légèrement la chambre de combustion et l'interstice entre le chargement et la protection thermique. Cette très légère surpression est suffisante pour poinçonner la protection thermique au niveau des ouvertures oblongues car cette partie qui fait bouchon n'est plus retenue, ou très faiblement retenue par les restes du bobinage. Les ouvertures sont libérées et les gaz s'évacuent en évitant toute augmentation de pression. Ces larges ouvertures sont favorables car la résultante des forces de pression sur la surface du bouchon augmente comme la surface de l'ouverture alors que la résistance au cisaillement, à vaincre, augmente seulement comme le périmètre de l'ouverture. Enfin les seules projections sont celles des

bouchons en matériau de protection thermique donc des matériaux assez souples, en tous cas non-métalliques.

La structure métallique est réalisée en tout métal habituellement utilisé dans ce domaine, on citera préférentiellement les aciers et alliages légers à haute résistance. Les fonds avant 3 et arrière 4 sont rendus solides de la virole cylindrique 5 par des modes de fixation courants tels que jonc, vissage ou soudage. Dans cet exemple la virole cylindrique a une épaisseur réduite sur pratiquement toute sa longueur, seules les extrémités où se font les liaisons avec les fonds ont une épaisseur plus importante. La partie de moindre épaisseur de cette virole cylindrique peut éventuellement s'étendre sur une zone plus limitée de la virole, sur cette portion seront aménagées les ouvertures oblongues. La virole comporte aussi des dispositifs d'attache de la voilure du missile ou d'autres éléments devant se fixer sur la structure, ce qui se fait par des techniques habituelles puisqu'il s'agit d'éléments métalliques. Les fonds avant et arrière comportent aussi des embases pour y fixer l'allumeur, la ou les tuyères, ainsi que des jupes pour raccorder le moteur aux autres parties du missile. Les éléments de fixation ne sont pas représentés ou détaillés sur cette figure.

L'extérieur de la virole cylindrique, plus particulièrement toute sa portion de moindre épaisseur est recouverte d'un bobinage circonférentiel de fibres imprégnées d'une matrice, le bobinage composite est dimensionné pour résister aux efforts radiaux pendant le fonctionnement nominal du moteur, rappelons que la virole cylindrique métallique, assure la résistance aux efforts axiaux. Les matériaux du bobinage composite, ou au moins la matrice d'imprégnation des fibres sont choisis de façon à se dégrader ou à perdre leurs propriétés mécaniques à partir d'une température supérieure à la température maximale atteinte lors d'une utilisation nominale du moteur, mais inférieure à la température d'inflammation du propergol solide par échauffement. Des matériaux organiques tels que par exemple des fibres d'aramide, telles que celles commercialisées sous le nom de KEVLAR®, ou des fibres de carbone et pour la matrice, par exemple une résine époxyde, conviennent pour cette application.

La partie intérieure de la structure métallique est, de façon connue, recouverte d'une protection thermique fabriquée avec un matériau de protection thermique compatible avec le propergol solide du chargement. Cette protection thermique est dimensionnée en fonction de la mission du missile. Cette protection thermique est mise en place par coulée, par drapage ou par toute autre technique appropriée à la nature du matériau retenu. Par exemple le matériau de protection thermique est un élastomère obtenu par réticulation d'un polybutadiène à terminaison hydroxytéléchélique et chargé de matériaux réfractaires ($\text{SiO}_2, \dots$) sous forme de poudre et de fibres.

Le chargement de propergol solide peut être du ty-

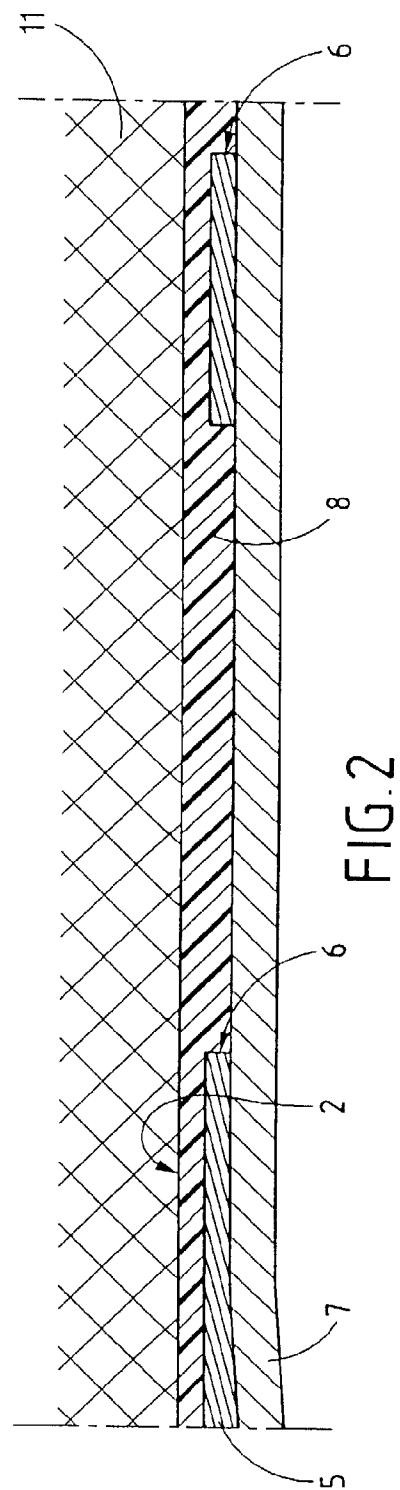
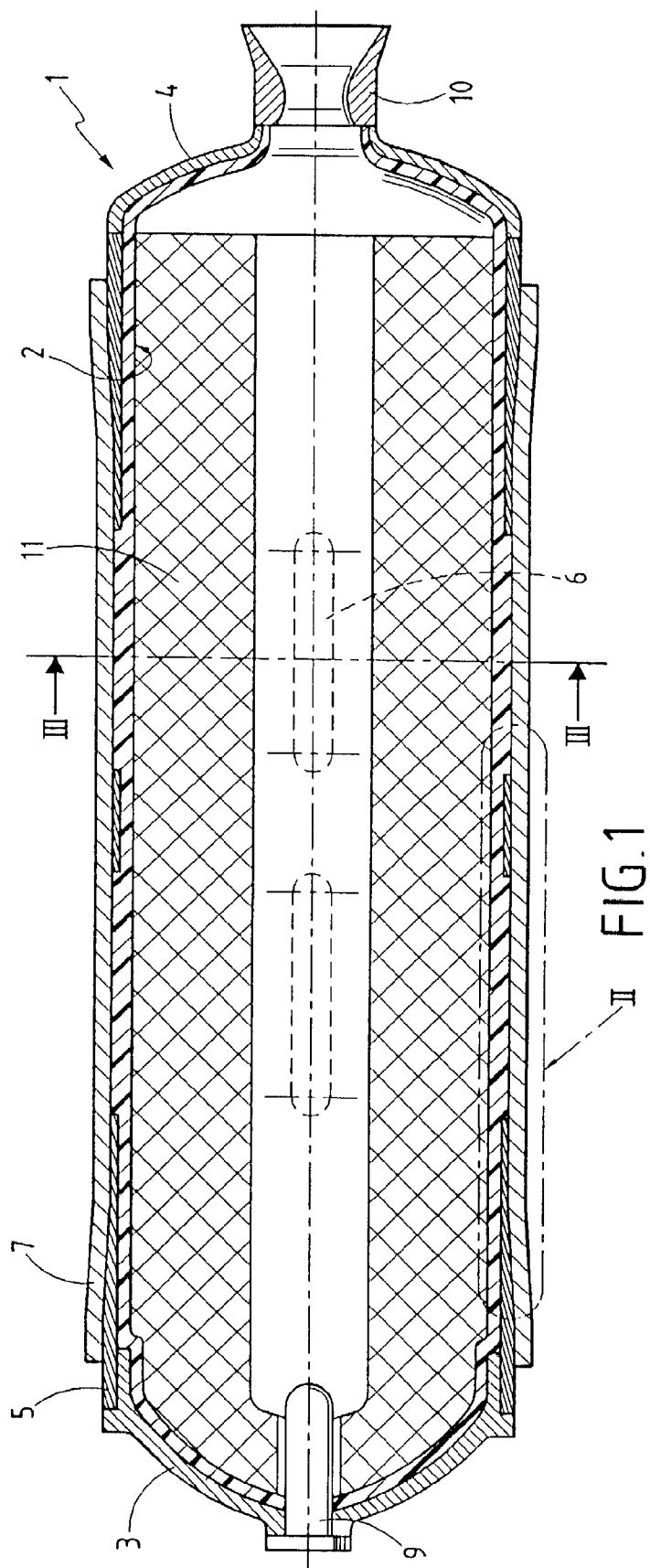
pe libre ou moulé collé, il peut comporter un ou plusieurs blocs de propergol solide, soit à combustion frontale soit à combustion radiale, les aménagements appropriés : inhibiteur, collage et/ou calage sont connus de l'homme de métier.

Tout type de propergol peut convenir pour réaliser le chargement et préférentiellement les propergols ne donnant pas lieu à des phénomènes de transition combustion-détonation lors des agressions ici envisagés.

Dans cet exemple le chargement est constitué par un bloc de propergol solide à canal central, donc à combustion radiale. Ce bloc est monté libre dans la structure, ce type de montage ménage un interstice entre la protection thermique de la structure et la face extérieure du bloc revêtue par un inhibiteur. Cet interstice est maintenu par des dispositifs de calage appropriés dont les détails ne sont pas donnés ici.

Revendications

1. Moteur (1) à propergol solide, de faible vulnérabilité, comprenant un chargement (11) de propergol solide, une protection thermique (2) recouvrant l'intérieur d'une structure métallique avec un fond avant (3) et un fond arrière (4) portant au moins une tuyère (10), lesdits fonds avant et arrière étant solidaires d'une virole cylindrique (5) comportant de larges ouvertures (6) réparties circonférentiellement et obturées temporairement par des bouchons étanches, moteur caractérisé en ce que les bouchons étanches (8) sont tenus dans les ouvertures (6) entre la protection thermique et un bobinage composite (7) de fibres imprégnées d'une matrice qui entoure la virole cylindrique (5), lesdits bouchons (8) étant libérés par la dégradation accidentelle du bobinage composite (7). 25
2. Moteur (1) selon la revendication 1 caractérisé en ce que chaque bouchon étanche (8) est tel que sa face extérieure a le même rayon de courbure que celui de la face extérieure de la virole cylindrique (5). 40
3. Moteur (1) selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que chaque bouchon étanche (8) est en matériau du type matériau de protection thermique. 45
4. Moteur (1) selon la revendication 3 caractérisé en ce que chaque bouchon étanche (8) est une zone en surépaisseur de la protection thermique (2). 50
5. Moteur (1) selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que la portion de la virole cylindrique (5) où sont aménagées les ouvertures (6) est de moindre épaisseur et que le bobinage composite (7) renforce la virole cylindrique (5). 55
6. Moteur (1) selon la revendication 5 caractérisé en ce que la section de passage de l'ensemble des ouvertures (6) est au moins égale à dix fois l'aire du col de la tuyère (10). 5
7. Moteur (1) selon la revendication 6 caractérisé en ce que chaque ouverture oblongue a un grand axe parallèle à l'axe de la virole cylindrique (5) et sa plus grande largeur est supérieure ou égale au quinzième du diamètre de la virole cylindrique (5). 10
8. Moteur (1) selon la revendication 6 ou 7 caractérisé en ce que chaque ouverture oblongue (6) comporte une partie rectangulaire de longueur **L**, terminée par deux portions opposées identiques dont la forme évite la propagation de fissure. 15
9. Moteur (1) selon la revendication 8 caractérisé en ce que la longueur **L** de la partie rectangulaire de chaque ouverture oblongue est inférieure ou égale à la moitié de la longueur de la portion de moindre épaisseur de la virole cylindrique (5). 20
10. Moteur (1) selon la revendication 6 caractérisé en ce qu'il comporte au plus trois groupes transversaux d'ouvertures (6) répartis le long de la virole cylindrique (5). 25
11. Moteur (1) selon la revendication 10 caractérisé en ce que chaque groupe transversal d'ouvertures comporte au plus huit ouvertures. 30
12. Moteur (1) selon la revendication 11 caractérisé en ce que le nombre préféré d'ouvertures de chaque groupe transversal est compris entre 2 et 4. 35
13. Moteur (1) selon la revendication 8 caractérisé en ce que la distance axiale **L'** séparant deux groupes transversaux successifs sur la virole cylindrique (5) est supérieure ou égale à la moitié de la longueur **L**, longueur de la partie rectangulaire d'une ouverture oblongue. 40



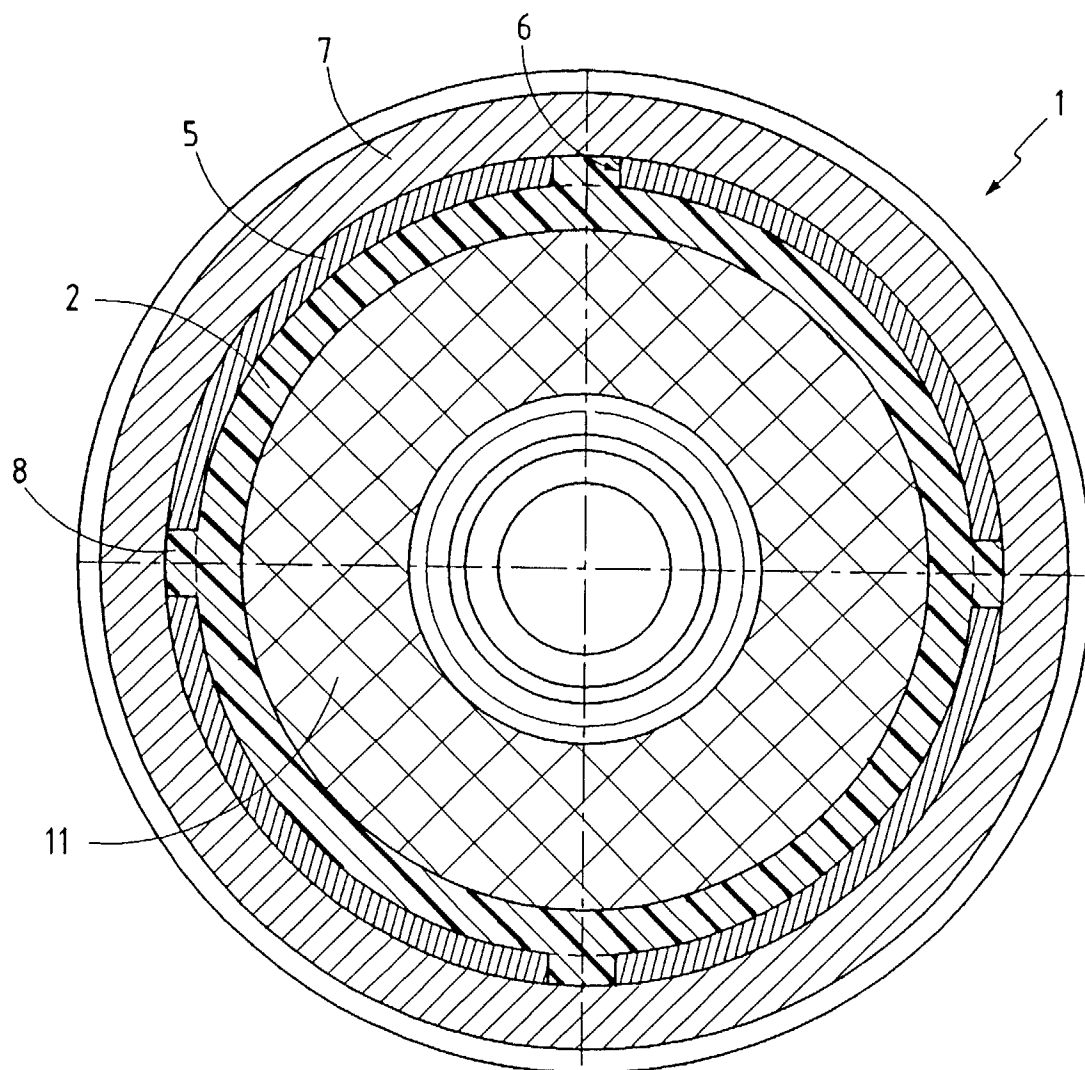


FIG. 3



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 98 40 1419

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
D,A	US 3 052 091 A (C. D'OOGE) 4 septembre 1962 * le document en entier *	1	F42B39/20
A	FR 2 627 272 A (FRANCE ETAT ARMEMENT) 18 août 1989 * page 5, ligne 4-38; figures 1-5 *	1,2	
D,A	WO 96 04474 A (THIOKOL CORP) 15 février 1996 * page 9, ligne 5-29; revendication 13; figure 1 *	1	
D,A	EP 0 559 436 A (THIOKOL CORP) 8 septembre 1993 * revendication 1 *	1	
D,A	US 5 166 468 A (ATKESON PETER L C) 24 novembre 1992		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			F42B F02K
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 22 juillet 1998	Examineur Van der Plas, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)