

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 745 037**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **96 02051**

⑤1 Int Cl⁶ : F 02 K 9/34, B 29 C 41/20, F 16 L 59/02

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 20.02.96.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 22.08.97 Bulletin 97/34.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SOCIETE EUROPEENNE DE PROPULSION SOCIETE ANONYME — FR.

⑦2 Inventeur(s) : BOURDONCLE JACQUES et LE MAGOUROU LOIC.

⑦3 Titulaire(s) : .

⑦4 Mandataire : CABINET BEAU DE LOMENIE.

⑤4 PROCEDE DE REALISATION D'UNE PROTECTION THERMIQUE INTERNE POUR PROPULSEUR.

⑤7 Une protection thermique interne pour une structure d'un propulseur, par exemple une structure fond-rallonge de propulseur tactique, est réalisée en préparant une base élastomérique à basse viscosité de sorte qu'elle puisse être mélangée avec les fibres au moyen d'un mélangeur mécanique, sans passage par une phase en solution, en mélangeant la base élastomérique et les fibres de manière à obtenir une composition solide sous forme divisée pouvant être stockée, et en moulant la composition in situ afin d'obtenir directement la protection thermique sur la structure à protéger.

FR 2 745 037 - A1



L'invention concerne la réalisation de protections thermiques
5 internes à haute résistance à l'ablation pour propulseurs. Un domaine
particulier d'application de l'invention est celui des protections thermiques
internes pour des structures "fond-rallonge" de propulseurs d'engins
tactiques. L'invention est toutefois utilisable pour d'autres structures de
propulseurs, par exemple pour des protections thermiques internes de fonds
10 de gros propulseurs.

Les propulseurs à poudre pour des engins tactiques sont
généralement constitués :

- d'un corps de propulseur renfermant le propergol,
- d'une structure fond-rallonge comprenant une partie fond fermant le
15 corps de propulseur à son extrémité arrière et une partie rallonge
prolongeant le fond, et
- d'une tuyère fixée à l'extrémité de la rallonge.

La rallonge est généralement cylindrique avec un diamètre
sensiblement réduit par rapport au corps de propulseur, ceci afin de pouvoir
20 ménager autour de la rallonge un espace permettant de loger des
équipements sans accroître l'encombrement au-delà du diamètre du corps de
propulseur.

La structure fond-rallonge est habituellement une structure
métallique munie d'une protection thermique interne.

25 Il est nécessaire que la protection thermique interne présente une
résistance élevée à l'ablation causée par les gaz de combustion du propergol
circulant à très grande vitesse en direction de la tuyère pendant la phase
opérationnelle.

Il est nécessaire également que la protection thermique présente
30 une bonne capacité d'isolation au regard de la température des gaz de
combustion afin de permettre, pendant toute la phase opérationnelle, une
limitation de la température de la structure métallique à un niveau
compatible avec sa fonction structurale, et une limitation de la température à
l'extérieur de la structure métallique à un niveau compatible avec le bon
35 fonctionnement des équipements qui s'y trouvent.

Il est encore hautement souhaitable que le matériau de la protection thermique présente une capacité de déformation élevée lui permettant de suivre les déformations de la structure métallique, sans rupture mécanique et sans décollement par rapport à la structure métallique.

5 En effet, la structure métallique est susceptible de se déformer de façon sensible sous l'effet, notamment, de la pression des gaz de combustion. Une capacité insuffisante de déformation du matériau de la protection thermique nécessiterait un épaissement de la structure ou une complication de l'architecture avec incidences pénalisantes sur le poids et le coût de

10 l'ensemble.

Afin de satisfaire ces conditions, il est connu de réaliser des protections thermiques en matériau composite, notamment de type tissu-résine phénolique. Le tissu, qui constitue le renfort du matériau composite, est par exemple en fibres de carbone ou, lorsque les gaz de combustion du

15 propergol ont un fort pouvoir oxydant, en fibres résistant à l'oxydation, par exemple en fibres de silice. L'élaboration de la protection thermique comprend les phases d'imprégnation du tissu par la résine phénolique, la découpe du tissu imprégné en bandes, le bobinage des bandes en biais sur une forme, la cuisson, l'usinage de la protection thermique aux dimensions

20 voulues et le collage sur la paroi interne de la structure à protéger.

Les coûts des matériaux de base et des différentes opérations, qui peuvent difficilement être toutes automatisées, rendent cette solution très onéreuse.

Une autre solution connue, moins onéreuse, consiste à utiliser,

25 pour la protection thermique, des matériaux à base élastomérique renforcée par des fibres, par exemple, selon la nature du propergol, des fibres de carbone ou des fibres résistant à l'oxydation telles que des fibres de silice. L'élaboration de la protection thermique comprend la réalisation d'une base élastomérique, à partir d'un élastomère gomme à viscosité élevée, au moyen de mélangeurs classiques tels qu'utilisés dans l'industrie du caoutchouc, la

30 mise en solution de la base élastomérique, le mélange de la base élastomérique dissoute avec les fibres, la coulée du mélange et l'évaporation du solvant, le séchage en étuve, le tirage en feuille par passage par exemple entre des rouleaux, la découpe de la feuille, la mise en place des couches découpées dans un moule, le moulage de la protection thermique interne

35 sous forte pression, généralement supérieure à 20 MPa, compte tenu de la

forte viscosité du mélange, et le collage de la protection thermique sur la structure à protéger.

En dépit du nombre relativement important d'opérations, cette solution est moins onéreuse que la première. Elle offre en outre, en raison de
5 l'utilisation d'une base élastomérique, une plus grande capacité de déformation. Toutefois, ces deux solutions connues présentent l'inconvénient de ne pas garantir une fiabilité absolue du collage sur la paroi interne de la structure à protéger. Il en est ainsi en particulier pour la partie
10 rallonge, dans le cas d'une structure fond-rallonge, le collage cylindre sur cylindre étant très délicat. Or, un collage sûr, même après une période de stockage prolongée, est nécessaire au bon fonctionnement du propulseur.

Aussi, la présente invention a pour but d'offrir un procédé de réalisation d'une protection thermique interne qui offre une meilleure
15 garantie de la fiabilité du collage sur la paroi de la structure à protéger.

L'invention a aussi pour but de diminuer le coût de fabrication et mise en oeuvre d'une telle protection thermique interne en comparaison avec
l'état de la technique.

Ces buts sont atteints grâce à un procédé de réalisation d'une protection thermique interne pour une structure d'un propulseur, procédé du
20 type comprenant la réalisation d'une base élastomérique et son mélange avec des fibres afin d'obtenir une protection thermique sous forme d'une couche d'élastomère renforcé par des fibres,
procédé comportant les étapes qui consistent à :

- préparer une base élastomérique à basse viscosité de sorte qu'elle puisse
25 être mélangée avec les fibres au moyen d'un mélangeur mécanique, sans passage par une phase en solution,
- mélanger la base élastomérique et les fibres de manière à obtenir une composition solide sous forme divisée susceptible d'être stockée, et
- mouler la composition in situ afin d'obtenir directement la protection
30 thermique sur la structure à protéger.

L'utilisation d'une base élastomérique à basse viscosité, c'est-à-dire ayant de préférence une viscosité inférieure à environ 1 500 Pa.s à 50°C, apporte plusieurs avantages significatifs.

En premier, il est alors possible de réaliser le mélange avec les
35 fibres au moyen d'un mélangeur mécanique, par exemple un mélangeur

interne classique de l'industrie du caoutchouc, de sorte que le passage de la base élastomérique à l'état de solution n'est pas nécessaire.

En second, la faible viscosité de la base élastomérique permet de réaliser aisément le moulage in situ de la protection thermique, notamment par mise en place de la composition à l'état divisé entre la structure à protéger à faible pression compatible avec la limite élastique du métal de la structure et au moins un élément de moule complémentaire, mise en compression de la composition, et vulcanisation in situ. Durant cette dernière opération, la vulcanisation de la protection thermique et son adhésion sur la structure sont réalisées de façon concomitante

On notera qu'une base élastomérique à faible viscosité ne permet pas la réalisation de feuilles susceptibles ensuite d'être drapées sur une forme, comme dans l'art antérieur. Des exemples de bases élastomériques à faible viscosité sont celles formées essentiellement d'un produit choisi parmi les polychloroprènes, et les silicones gommés qui vulcanisent à haute température, c'est-à-dire à température supérieure à 120°C.

Un avantage supplémentaire du procédé consiste dans le nombre réduit d'opérations en comparaison avec les procédés de l'art antérieur.

En outre, le moulage de la protection thermique in situ permet d'assurer une meilleure adhésion avec la structure à protéger. On peut à cet effet traiter la surface de la structure à protéger au moyen d'un agent d'adhésion, avant le moulage de la protection thermique. Il est possible aussi d'intégrer l'agent d'adhésion dans la composition de la base élastomérique.

Un mode particulier de réalisation d'un procédé conforme à l'invention sera décrit ci-après, à titre indicatif mais non limitatif, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique en demi-coupe axiale d'un ensemble arrière de propulseur tactique, avec une structure fond-rallonge munie d'une protection thermique interne, et
- les figures 2A à 2H illustrent de façon extrêmement schématique différentes étapes successives de réalisation d'une protection thermique du type de celle de la figure 1 selon un procédé conforme à la présente invention.

Sur la figure 1, les références 11 et 12 désignent respectivement la partie fond et la partie rallonge d'une structure métallique fond-rallonge

10 disposée entre un corps de propulseur 18 renfermant un propergol solide et une tuyère 19 d'éjection des gaz de combustion du propergol.

Le propulseur est par exemple un propulseur tactique à propergol solide. Comme le montre la figure 1, le fond 11 ferme le corps de propulseur 5 18 à sa partie arrière, tandis que la rallonge 12 prolonge le fond et raccorde celui-ci à la tuyère 19.

La rallonge 12 a un diamètre externe sensiblement inférieur à celui du corps de propulseur, permettant de loger divers équipements (non représentés) dans l'espace entourant la rallonge 12, sans excéder le diamètre 10 externe du corps de propulseur.

Une protection thermique 15 est collée sur la paroi interne de la structure métallique fond-rallonge 11-12. La protection thermique a pour fonction d'isoler thermiquement la structure métallique et l'espace entourant celle-ci des gaz de combustion produits par le propergol pendant la phase 15 opérationnelle du propulseur, de sorte que la fonction structurale de la structure fond-rallonge et le fonctionnement des équipements situés autour de la rallonge ne soient pas affectés.

La protection thermique 15 doit présenter une grande résistance à l'ablation par les gaz de combustion qui sont éjectés à grande vitesse 20 pendant la phase opérationnelle. La protection thermique 15 doit également présenter une bonne capacité de déformation afin de suivre des variations dimensionnelles notamment d'origine thermique de la structure métallique, sans rupture et sans décollement.

Pour ces raisons, la protection thermique 15 est ici réalisée en un 25 élastomère renforcé par des fibres.

Un mode de réalisation d'une protection thermique telle que celle de la figure 1 sera maintenant décrit en référence aux figures 2A à 2H.

Une première étape consiste à élaborer une base élastomérique. Selon une caractéristique de la présente invention, la base élastomérique est 30 choisie de manière à présenter une basse, voire très basse, viscosité de manière, comme décrit plus loin, à permettre le mélange ultérieur avec des fibres par des moyens mécaniques, sans recourir à la dissolution de la base élastomérique.

En particulier lorsque le propergol comporte une charge à base de 35 poudre d'aluminium, la base élastomérique comprend essentiellement une

gomme polychloroprène à basse viscosité, à laquelle peuvent être ajoutés différents composants, notamment :

- 5 – une résine telle qu'une résine phénolique ayant pour but de favoriser la formation d'un résidu carboné au cours de la pyrolyse de la protection thermique, sous l'action des gaz de combustion ;
- 10 – un agent plastifiant, ayant pour but de diminuer la viscosité du mélange au cours de son élaboration et d'améliorer le comportement mécanique de la protection thermique aux basses températures de stockage du propulseur ; ce plastifiant sera choisi préférentiellement parmi les plastifiants esters ;
- 15 – du noir de carbone, ou autre charge renforçante équivalente, ayant pour but d'améliorer les caractéristiques mécaniques de la protection thermique ;
- 20 – un système vulcanisant classique constitué par exemple par une association d'oxyde de magnésium, d'oxyde de zinc, et d'acide stéarique ; et
- 25 – des fibres par exemple de carbone (à précurseur rayonne, ou précurseur polyacrylonitrile, ou précurseur brai isotrope) ayant pour but de renforcer mécaniquement le résidu carboné se formant au cours de la pyrolyse de la protection thermique sous l'action des gaz de combustion.

Lorsque le propergol engendre lors de sa combustion des gaz à fort pouvoir oxydant (en particulier un propergol ne comportant pas de poudre d'aluminium dans sa formulation), la base élastomérique peut être constituée, essentiellement, soit par une gomme polychloroprène à basse viscosité, soit par une gomme silicone à basse viscosité.

Dans le premier cas, différents composants peuvent être ajoutés à la gomme polychloroprène, notamment :

- 30 – une résine telle qu'une résine phénolique ayant pour but de favoriser la formation d'un résidu carboné au cours de la pyrolyse de la protection thermique, sous l'action des gaz de combustion ;
- 35 – un agent plastifiant, ayant pour but de diminuer la viscosité du mélange au cours de son élaboration et d'améliorer le comportement mécanique de la protection thermique aux basses températures de stockage ; ce plastifiant sera choisi préférentiellement parmi les plastifiants esters ;

- du noir de carbone, ou autre charge renforçante équivalente, ayant pour but d'améliorer les caractéristiques mécaniques de la protection thermique ;
- 5 - un système vulcanisant classique constitué par exemple par une association d'oxyde de magnésium, d'oxyde de zinc, et d'acide stéarique ;
et
- des fibres minérales, par exemple de silice ou de quartz, ayant pour but de renforcer mécaniquement le résidu carboné se formant au cours de la pyrolyse de la protection thermique sous l'action des gaz de combustion.

10 Dans le deuxième cas, différents composants peuvent être ajoutés à la gomme silicone à basse viscosité, notamment :

- une charge renforçante à base de poudre de silice, et ayant pour but d'améliorer les caractéristiques mécaniques de la protection thermique ;
- un agent vulcanisant, par exemple à base de peroxyde ;
- 15 - des fibres par exemple de carbone (à précurseur rayonne, ou précurseur polyacrylonitrile, ou précurseur brai isotrope) ayant pour but de renforcer mécaniquement le résidu se formant au cours de la pyrolyse de la protection thermique sous l'action des gaz de combustion, et de former préférentiellement, par réaction avec la silice issue de la pyrolyse à haute
- 20 température de la gomme silicone, du carbure de silicium résistant à l'oxydation ; et
- un promoteur d'adhésion, par exemple à base de diacrylate, ou de diméthacrylate de zinc, et permettant à la protection thermique d'adhérer directement sur la structure métallique durant l'opération de
- 25 vulcanisation, sans qu'il soit nécessaire de déposer au préalable sur cette dernière un agent d'adhésion spécifique.

La base élastomérique est élaborée par voie sèche en faisant passer les différents constituants dans un mélangeur à cylindres 21 de type connu en soi (figure 2A). On obtient alors une base élastomérique 20 qui peut être stockée mais dont la viscosité est trop faible pour lui faire subir un calandrage en feuille.

La viscosité de la base élastomérique permet d'y incorporer des fibres par voie mécanique, par exemple au moyen d'un mélangeur interne 22 d'un type utilisé couramment dans l'industrie du caoutchouc. Dans un tel

35 mélangeur, les ingrédients sont introduits dans une chambre de mélange 22a

et sont mélangés par passage entre deux pales hélicoïdales 22b sous pression exercée par un piston 22c.

On obtient alors une composition solide 23 sous forme divisée, quasi-pulvérulente, qui peut être stockée en l'état pendant des périodes
5 relativement longues, pouvant atteindre plusieurs dizaines de jours.

Les fibres introduites sont des fibres réfractaires capables de supporter la température des gaz de combustion pendant la phase opérationnelle du propulseur. On pourra choisir des fibres de carbone, si les gaz de combustion produits par le propergol n'ont pas un pouvoir oxydant
10 trop élevé, ou dans le cas contraire, des fibres de céramique, par exemple des fibres d'oxydes réfractaires telles que des fibres de silice.

Les fibres introduites sont des fibres relativement courtes, de préférence de longueur inférieure à 6 mm, de sorte que la composition 23 reste sous forme assez finement divisée.

La quantité de fibres introduites dans la base élastomérique est choisie de sorte que le pourcentage en poids de fibres dans la composition
15 23 soit compris entre 30 % et 70 %, de préférence entre 40 % et 50 % afin de procurer un renfort suffisant à la protection thermique sans affecter sa capacité de déformation.

En vue du moulage in situ de la protection thermique dans la structure fond-rallonge 10, la paroi interne de celle-ci peut être revêtue par un agent d'adhésion 24 (figure 2C), en particulier dans le cas d'une formulation à base de gomme polychloroprène. De tels agents d'adhésion sont bien connus dans l'industrie du caoutchouc. On pourra utiliser
20 notamment un produit commercialisé sous la référence générique "Chemosil" par la société allemande Henkel ou un produit commercialisé sous la référence générique "Megum" par la société allemande Metallgesellschaft. En variante, il serait possible, pour des formulations à base de gomme polychloroprène, d'incorporer un promoteur d'adhésion dans
25 la composition de la base élastomérique, afin de s'affranchir de l'utilisation d'agent d'adhésion précité.

En ce qui concerne les formulations à base de gomme silicone, le promoteur d'adhésion est généralement inclus dans la formulation, comme indiqué plus haut.

35 Ensuite, la structure fond-rallonge 10 est placée dans une structure de moule métallique comprenant un support 25a, sur lequel la

rallonge 12 repose par son extrémité, et un noyau central 25b, ménageant avec la paroi interne de la rallonge 12 un espace annulaire 25c dont la largeur correspond à l'épaisseur de la protection thermique à réaliser (figure 2D).

- 5 L'espace annulaire 25c est rempli par la composition 23 qui est compactée au moyen d'un outil annulaire 26 emmanché sur le noyau 25b (figure 2E). Afin de faciliter le compactage, les éléments de moule 25a et 25b peuvent être préchauffés à une température sensiblement inférieure à la température de vulcanisation de l'élastomère, par exemple à environ 80 °C.
- 10 Le préchauffage peut être réalisé par alimentation électrique de résistances 25d noyées dans les éléments de moule.

Après compactage dans l'espace annulaire 25c, le fond 11 est prérempli avec un volume de composition 23 correspondant à la quantité nécessaire pour former la protection thermique interne du fond (figure 2F).

- 15 La composition introduite dans le fond 11 est comprimée et mise en forme au moyen d'un élément de moule métallique supplémentaire 25e engagé sur le noyau central 25b (figure 2G), le compactage étant réalisé au moyen d'une presse dont les plateaux sont appliqués contre le support 25a et l'élément de moule 25e. Une virole métallique 27 peut être montée sur la
- 20 partie d'extrémité 11a du fond opposée à la rallonge 12, pour servir de guide à l'élément de moule 25e.

- La vulcanisation est réalisée soit par chauffage des éléments de moule à la température requise (généralement environ 130 °C à 150 °C), soit en portant l'ensemble en étuve, la composition 23 étant maintenue sous
- 25 pression d'environ 5 Pa à 8 Pa.

Après démoulage, on obtient un ensemble fond-rallonge 10 muni de sa protection thermique interne 15 (figure 2H).

- Bien que l'on ait envisagé dans l'exemple ci-dessus la réalisation d'une protection thermique interne de la structure fond-rallonge d'un
- 30 propulseur tactique, le procédé selon l'invention peut être utilisé pour former des protections thermiques sur des surfaces de structures diverses de propulseurs, notamment sur des surfaces de fonds de gros propulseurs à poudre.

REVENDICATIONS

1. Procédé de réalisation d'une protection thermique interne pour une structure d'un propulseur, comprenant la réalisation d'une base élastomérique et son mélange avec des fibres afin d'obtenir une protection thermique sous forme d'une couche d'élastomère renforcé par des fibres, procédé caractérisé en ce qu'il comprend les étapes qui consistent à :
- préparer une base élastomérique à basse viscosité de sorte qu'elle puisse être mélangée avec les fibres au moyen d'un mélangeur mécanique, sans passage par une phase en solution,
 - mélanger la base élastomérique et les fibres de manière à obtenir une composition solide sous forme divisée susceptible d'être stockée, et
 - mouler la composition in situ afin d'obtenir directement la protection thermique sur la structure à protéger.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la base élastomérique a une viscosité inférieure à 1 500 Pa.s à 50°C.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la base élastomérique est composée essentiellement d'un produit choisi parmi les polychloroprènes et les silicones gommés.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le moulage est réalisé par mise en place de la composition solide sous forme divisée entre la structure à protéger et au moins un élément de moule complémentaire, mise en compression de la composition, et vulcanisation in situ.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que, préalablement au moulage, la structure à protéger est revêtue d'un agent d'adhésion.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'un promoteur d'adhésion de la protection thermique sur la structure à protéger est incorporé dans la base élastomérique, de sorte que la composition peut être moulée in situ sans revêtir la structure à protéger d'un agent d'adhésion.

FIG.1

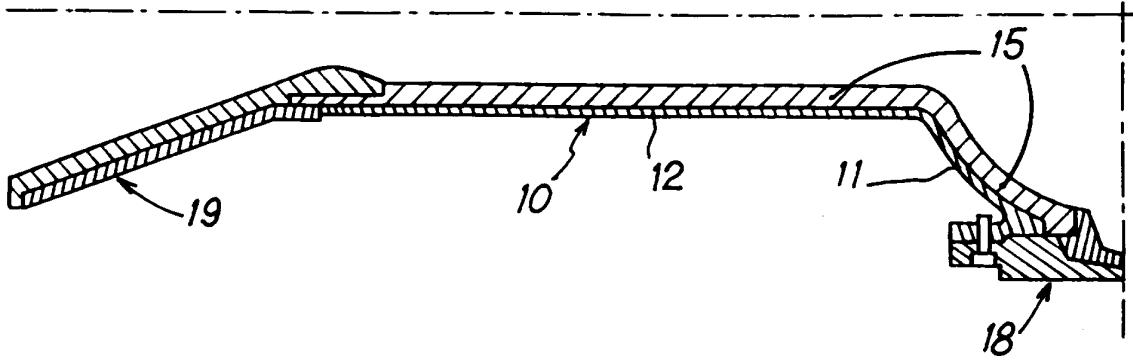


FIG.2A

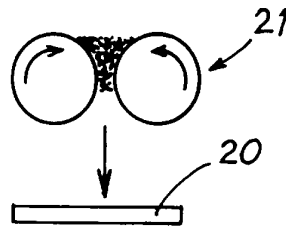


FIG.2B

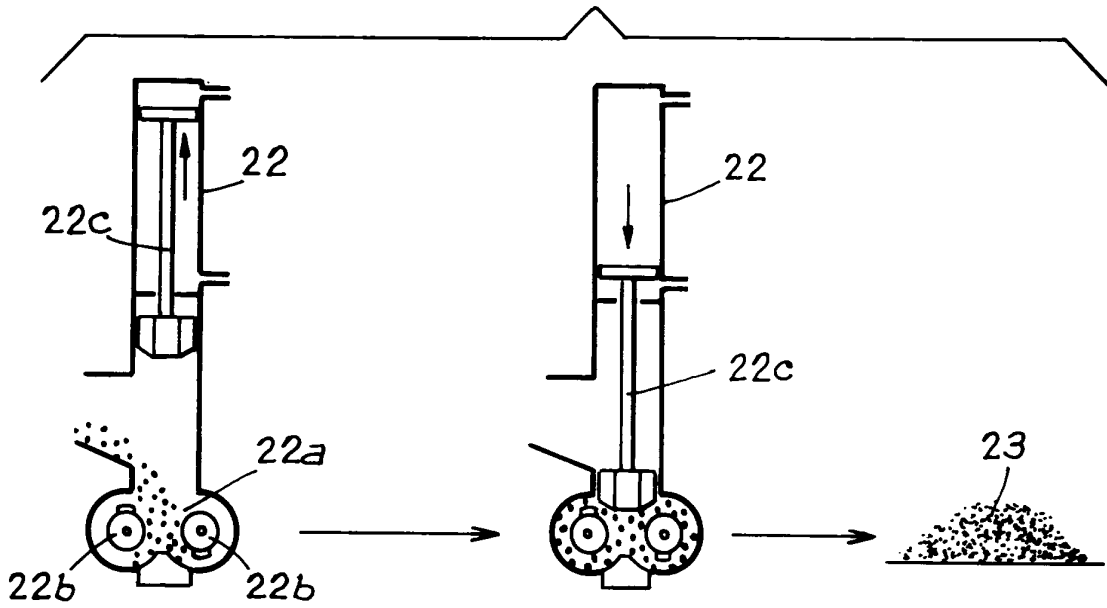


FIG. 2C

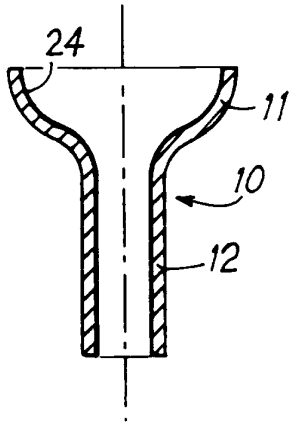


FIG. 2D

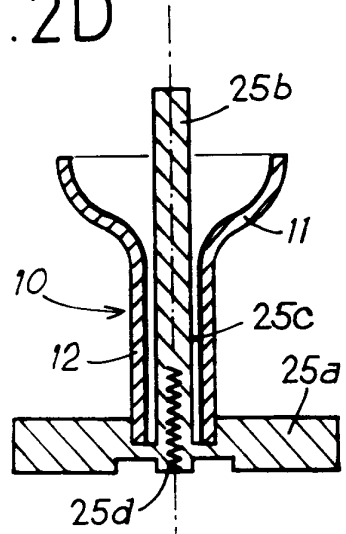


FIG. 2E

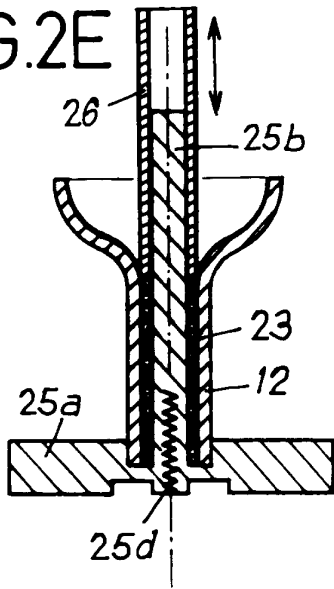


FIG. 2F

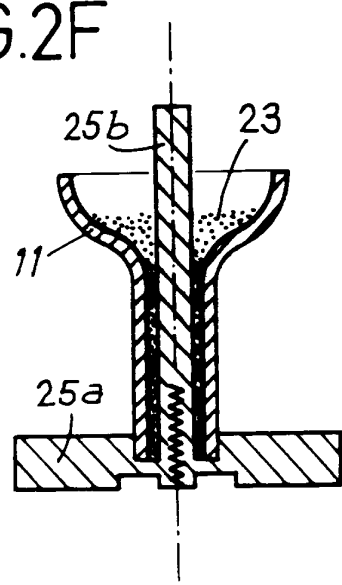


FIG. 2G

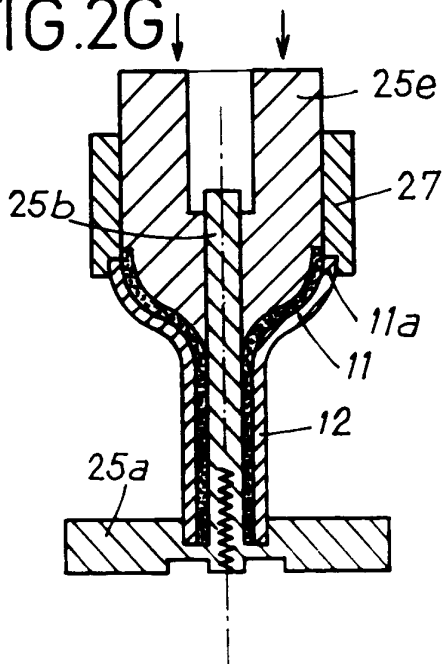
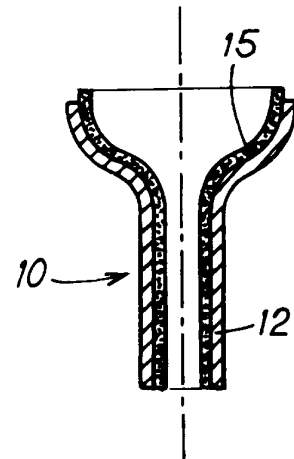


FIG. 2H



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	FR 2 144 071 A (SOCIÉTÉ EUROPÉENNE DE PROPULSION) 9 Février 1973 * le document en entier *	1-6
Y	US 4 076 684 A (WOHLFARTH ERNST ET AL) 28 Février 1978 * abrégé * * colonne 1, ligne 1 - ligne 12 * * colonne 1, ligne 56 - ligne 61 * * colonne 1 *	1-3
Y	US 4 108 940 A (RATTE JACQUES ET AL) 22 Août 1978 * colonne 3, ligne 56 - colonne 5, ligne 7 *	4
Y	EP 0 659 860 A (POUDRES & EXPLOSIFS STE NALE) 28 Juin 1995 * page 1, ligne 1 - ligne 9 *	5,6
A	US 5 023 006 A (DAVIDSON THOMAS F ET AL) 11 Juin 1991 * page 3, ligne 25 - ligne 38 *	1
A	US 4 529 536 A (ALLEN HENRY C) 16 Juillet 1985 * abrégé *	1
A	GB 2 178 745 A (BAYERN CHEMIE GMBH FLUGCHEMIE) 18 Février 1987 * page 2, ligne 12 - ligne 16 *	1
A	US 2 835 107 A (J.M.WARD)	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
5 Novembre 1996		Criado Jimenez, F
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1