



**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

Numéro de dépôt: **90402252.2**

Int. Cl.<sup>5</sup>: **F41A 1/02, F42B 5/08, F42B 5/10, F41A 19/58**

Date de dépôt: **06.08.90**

Le titre de l'invention a été modifié (Directives relatives à l'examen pratiqué à l'OEB, A-III, 7.3)

**31/33, rue de la Fédération  
F-75015 Paris(FR)**

Priorité: **08.08.89 FR 8910655**

Inventeur: **Roche, Michel  
12 rue de Saulx Tavannes  
F-21000 Dijon(FR)**

Date de publication de la demande:  
**13.02.91 Bulletin 91/07**

Inventeur: **Nicolas, André  
Au Montureau Asnieres-Les-Dijon  
F-21380 Messigny(FR)**

Etats contractants désignés:  
**BE DE ES GB IT**

Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE  
ATOMIQUE Etablissement de Caractère  
Scientifique Technique et Industriel**

Mandataire: **Mongrédién, André et al  
c/o BREVATOME 25, rue de Ponthieu  
F-75008 Paris(FR)**

**Lanceur à deux étages comportant un système de propulsion pyrotechnique et un dispositif d'allumage électrique.**

Le lanceur se compose de deux tubes (1 et 16) isolés électriquement. Un projectile (40) propulsé par un premier étage de lancement crée un court-circuit quand il chevauche les deux tubes (1 et 16). Un signal est produit sur une ligne de sortie (29) qui

permet de fermer un interrupteur (21) et de décharger un condensateur (22), qui crée une étincelle dans une charge (44) contenue dans le projectile (40). La partie avant (42) du projectile (40) est projetée à une vitesse accrue.

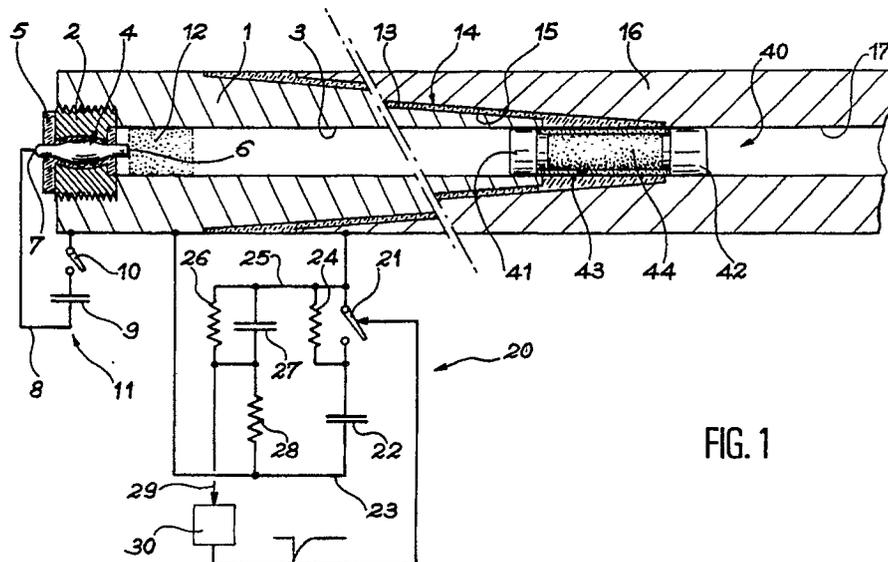


FIG. 1

EP 0 412 897 A1

## LANCEUR ELECTRO-THERMIQUE A DEUX ETAGES

L'invention a trait à un lanceur électro-thermique à deux étages permettant d'atteindre des vitesses de lancement très élevées d'un projectile.

Un lanceur électro-thermique de type connu, c'est-à-dire à un seul étage de lancement, comprend un tube conducteur électrique, une électrode s'étendant à travers le couvercle de fermeture de l'arrière du tube et débouchant dans ce tube, l'électrode étant séparée du couvercle par un joint isolant à des différences de potentiel de quelques dizaines de kilovolts. Un circuit électrique relie l'électrode au tube ; il se compose d'un interrupteur et d'un condensateur chargé. Quand l'interrupteur se ferme, le condensateur se décharge et une étincelle électrique apparaît entre le tube et l'électrode débouchant dans ce dernier. Cette étincelle provoque la détonation d'une charge explosive qui est située près du couvercle et qui met en mouvement un projectile.

La vitesse que l'on peut imprimer aux projectiles avec un tel lanceur est limitée sous peine de détruire le tube et le couvercle de fermeture de celui-ci. Cette vitesse est comprise entre 2 et 4 km/s en pratique.

D'autres lanceurs électro-thermiques sont connus par les documents suivants :

(1) - article de R.L. BURTON et al. intitulé "EMET Technology for rail launchers", comptes rendus de "3rd symposium on electromagnetic Launch technology", 21-24 avril 1986, Austin Texas E.U.A.

(2) - article intitulé "Plasma -pulse-accelerator", de Jürgen G.H. SALGE et al., Institut Für Hochspannungstechnik, Technische Universität Braunschweig R.F.A. et de Wolfram WITT, Rheinmetall GmbH, Düsseldorf R.F.A.

(3) - communication de M. GUILLEMOT, A. NICOLAS et M. ROCHE, intitulée "Projectile launching by an electrothermal gun" et présentée au "4th Symposium on electromagnetic launch technology, Austin, U.S.A., 19-21 avril 1988.

On connaît également des lanceurs de types divers à plusieurs étages de propulsion, mais l'efficacité des étages supplémentaires est limitée à cause de l'incertitude de la position du projectile dans le tube de tels lanceurs à un instant donné. Les capteurs ordinaires présentent un temps de réponse relativement long et leur fonctionnement est perturbé à cause de l'onde de choc dans les gaz qui précèdent le projectile. Il n'est donc pas possible de faire exploser les charges supplémentaires au moment voulu, si bien qu'une grande partie de leur énergie est perdue et qu'on ne peut accroître nettement la vitesse du projectile.

L'invention permet d'éviter ces inconvénients

par combinaison d'un projectile de constitution particulière et d'un lanceur électro-thermique adapté à ce projectile.

Ce lanceur comprend :

- 5 - un premier tube électriquement conducteur ayant une paroi interne appelée première paroi interne,
- un premier dispositif de mise à feu d'une première charge explosive disposée dans le premier tube,
- un projectile,
- 10 et il est caractérisé en ce qu'il comprend en outre :
  - un second tube électriquement conducteur ayant une paroi interne appelée seconde paroi interne et prolongeant la première paroi interne,
  - 15 - une gaine électriquement isolante séparant les deux tubes, le projectile étant par ailleurs composé d'une partie arrière, d'une partie avant et d'une enveloppe joignant la partie arrière et la partie avant et renfermant une seconde charge explosive, le projectile étant globalement conducteur électrique et suffisamment long pour occuper une position de mise à feu dans laquelle il est en contact avec la première paroi interne par sa partie arrière et en contact avec la seconde paroi interne par sa partie avant, et
  - 20 - un second dispositif de mise à feu de la seconde charge explosive, qui comprend des circuits électriques pour créer une différence de potentiel électrique entre les deux tubes, repérer que le projectile occupe la position de mise à feu et produire alors l'explosion de la seconde charge explosive par passage de courant électrique entre les parties arrière et avant du projectile.

Le projectile peut être entaillé de cannelures longitudinales sur sa surface latérale.

- 35 Le second dispositif de mise à feu peut comprendre un circuit électrique composé d'un interrupteur et d'un condensateur chargé et reliant les deux tubes ainsi qu'un autre circuit reliant également les deux tubes et capable de produire un signal de fermeture de l'interrupteur quand les deux tubes sont mis en court-circuit par le projectile.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante, d'exemples de réalisation donnés à titre purement indicatif et nullement limitatif en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente un mode de réalisation particulier de l'invention,
- 50 - la figure 2 représente partiellement un deuxième mode de réalisation particulier de l'invention, et
- la figure 3 représente une réalisation possible du projectile.

On se reporte tout d'abord à la figure 1. Le

lanceur comprend un premier tube électriquement conducteur 1 ayant une paroi interne appelée première paroi interne 3 qui est cylindrique. Une extrémité du tube 1 est munie d'un couvercle de fermeture 2 qui lui est boulonné. Le couvercle 2 est alésé en son centre pour laisser un espace suffisant pour une électrode 4 qui le traverse de part en part et qui en est séparée par un joint électriquement isolant 5 ; une extrémité 6 de l'électrode 4 débouche dans le premier tube 1.

L'autre extrémité 7 de l'électrode 4 est électriquement isolée de la surface extérieure du premier tube 1 et reliée au moyen d'une ligne électrique 8 à une borne d'un premier condensateur 9 dont l'autre borne est raccordée au premier tube 1 par l'intermédiaire d'un premier interrupteur 10.

L'ensemble de la ligne 8, du premier interrupteur 10 et du premier condensateur 9 constitue un premier dispositif de mise à feu 11. Une première charge explosive 12 se trouve dans le premier tube 1 à proximité de la première extrémité 6 de l'électrode 4.

La section du premier tube 1 est biseautée, c'est-à-dire que, à l'opposé du couvercle 2, sa paroi extérieure 13 devient conique et son épaisseur devient de plus en plus faible. Cette paroi extérieure conique 13 est recouverte d'une gaine électriquement isolante 14 en forme de manchon conique, elle-même recouverte par une surface intérieure conique 15 d'un second tube électriquement conducteur 16 qui a une paroi interne cylindrique 17 qui est appelée seconde paroi interne, qui est dans le prolongement de la première paroi interne 3 et qui a même diamètre que cette dernière.

Les premier et second tubes 1 et 16 sont électriquement isolés l'un de l'autre en temps normal par le manchon isolant 14 et sont joints par un ensemble électrique 20 de mise à feu qui comprend un premier circuit électrique formé d'un second interrupteur 21 et d'un second condensateur 22 disposés en série sur une même ligne 23 reliant les premier et second tubes 1 et 16 ; le second interrupteur 21 est situé entre le second condensateur 22 et le second tube 16. L'ensemble électrique 20 comprend encore : (a) un second circuit électrique formé d'une première résistance électrique 24 dont les bornes sont respectivement reliées aux bornes du second interrupteur 21, (b) sur une ligne 25 reliant le second tube 16 au premier tube 1, une deuxième résistance 26 et un troisième condensateur 27 montés en parallèle, puis une troisième résistance 28 en série et (c) une ligne de sortie 29 commençant entre les deuxième et troisième résistances 26 et 28 et alimentant un étage amplificateur 30 dont la sortie commande l'interrupteur 21.

Le projectile 40 comprend une partie arrière 41 du côté du couvercle 2 et une partie avant 42. Les

parties arrière et avant 41 et 42 sont électriquement conductrices et reliées entre elles par une enveloppe cylindrique 43 en matière électriquement isolante qui renferme une seconde charge explosive 44. La longueur de l'enveloppe cylindrique 43 est suffisante pour que, dans une position représentée sur la figure 1, la partie arrière 41 soit en contact avec le premier tube 1 et la partie avant 42 avec le second tube 16.

Comme le montre la figure 3, le projectile 40 peut être pourvu latéralement de cannelures longitudinales 45 dont, de préférence, la section décroît d'arrière en avant. Cette disposition permet d'éviter d'écraser l'enveloppe cylindrique 43 lors de l'explosion de la première charge 12 : la surpression pénètre alors dans les cannelures longitudinales 45 et produit des efforts radiaux centripètes sur l'enveloppe cylindrique 43 et la consolide vis-à-vis des efforts longitudinaux produits par cette surpression par l'intermédiaire de la partie arrière 41. La section des cannelures 45 permet de régler les pertes de charge.

On considère que la pression radiale optimale sur l'enveloppe cylindrique 43 est égale à la moitié de la pression longitudinale qui s'exerce sur la partie arrière 41.

Il est préférable que la section des cannelures 45 s'amenuise vers l'avant - afin d'éviter qu'une partie trop considérable de l'énergie d'explosion de la première charge 12 ne soit perdue - et que les cannelures 45 soient remplacées, au niveau de l'enveloppe 43, par un jeu annulaire continu entre cette enveloppe 43 et les parois internes 3 et 17, ce qui permet d'obtenir une bonne répartition circconférentielle des pressions radiales.

La figure 2 représente une conception un peu différente du lanceur selon l'invention. La différence provient de ce que, dans ce cas, le premier tube référencé ici 101 et le second tube référencé ici 116 ne sont pas biseautés mais joints bout à bout et reliés par l'intermédiaire d'une gaine ou manchon électriquement isolant 114 de forme générale biconique, c'est-à-dire dont l'épaisseur augmente quand on se dirige vers les parois internes 103 et 117 respectives des tubes 101 et 116. A cet endroit, comme d'ailleurs pour la figure 1, le manchon isolant 14 ou 114 délimite entre les parois internes 3 et 17 (ou 103 et 117) un intervalle de séparation plus long que la partie avant 42 du projectile 40 et sensiblement de la longueur de l'enveloppe cylindrique 43.

Dans la configuration de la figure 1, les tubes 1 et 16 sont assemblés par un emmanchement à force ; dans celle de la figure 2, les tubes 101 et 116 sont pourvus d'un système de bridage réalisé par exemple au moyen de deux collerettes 120 et 121 de part et d'autre de la gaine isolante 114 et réunis par des boulons isolants 122.

Le lancement du projectile 40 (figure 1), tout d'abord en contact avec la première charge 12, se déroule comme suit. La mise à feu est déclenchée de façon connue en soi quand le premier interrupteur 10 est fermé : le premier condensateur 9, chargé au préalable, se décharge et une étincelle se crée entre l'électrode 4 et le premier tube 1, qui fait détoner la première charge 12. Le projectile 40 est alors propulsé en avant et arrive rapidement à la position représentée figure 1, où sa partie arrière 41 est en face du premier tube 3 et la partie avant 42 en face du second tube 17. Le projectile 40 réalise alors un court-circuit entre les premier et second tubes 1 et 16, qui sont à des potentiels légèrement différents, de quelques dizaines de volts. En effet, l'ensemble électrique 20 permet de prélever une partie de la différence de potentiel du second condensateur 22, préalablement chargé, pour l'appliquer entre les premier et second tubes 16. Quand le court-circuit se produit, un signal caractérisé par une montée en échelon et une décroissance exponentielle parcourt la ligne de sortie 29 et, après amplification par l'étage amplificateur 30, permet de fermer le second interrupteur 21 en un temps extrêmement bref. Le second condensateur 22 se décharge alors, ce qui provoque une étincelle entre les parties arrière 41 et avant 42 du projectile 40 : la seconde charge 44 est mise à feu. L'enveloppe cylindrique 43 est alors déchirée et la partie avant 42 projetée à une vitesse accrue. La vitesse finale peut être plusieurs fois supérieure à celle obtenue au premier étage de lancement. Un cas favorable est par ailleurs celui pour lequel les parties arrière 41 et avant 42 ont la même masse, ce qui permet avec une seconde charge 44 de taille appropriée, d'annuler finalement l'énergie cinétique de la partie arrière 41.

## Revendications

1. Lanceur électrothermique comprenant :

- un premier tube (1, 101) électriquement conducteur ayant une paroi interne appelée première paroi interne (3, 103),

- un premier dispositif de mise à feu (11) d'une première charge explosive (12) disposée dans le premier tube,

- un projectile (40),

caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

- un second tube électriquement conducteur (16, 116) ayant une paroi interne appelée seconde paroi interne (17, 117) et prolongeant la première paroi interne (3, 103),

- une gaine électriquement isolante (14, 114) séparant les deux tubes, le projectile (40) étant par ailleurs composé d'une partie arrière (41), d'une partie avant (42) et d'une enveloppe (43) joignant la

partie arrière et la partie avant et renfermant une seconde charge explosive (44), le projectile étant globalement conducteur électrique et suffisamment long pour occuper une position de mise à feu dans laquelle il est en contact avec la première paroi interne (3, 103) par sa partie arrière (41) et en contact avec la seconde paroi interne (17, 117) par sa partie avant (42), et

- un second dispositif de mise à feu (20) de la seconde charge explosive (44), qui comprend des circuits électriques pour créer une différence de potentiel électrique entre les deux tubes, repérer que le projectile (40) occupe la position de mise à feu et produire alors l'explosion de la seconde charge explosive (44) par passage de courant électrique entre les parties arrière (41) et avant (42) du projectile.

2. Lanceur électrothermique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie arrière (41) et la partie avant (42) du projectile ont des masses analogues.

3. Lanceur électro-thermique selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le projectile a une surface latérale, donnant sur les parois internes, entaillée longitudinalement.

4. Lanceur électro-thermique selon la revendication 3, caractérisé en ce que la surface latérale des parties arrière (41) et avant (42) du projectile (40) est entaillée de cannelures longitudinales (45) débouchant sur un jeu annulaire (46) entre l'enveloppe (43) et les parois internes (3, 17).

5. Lanceur électro-thermique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les tubes (1, 16) ont des sections biseautées et en ce que la gaine (14) est un tube conique.

6. Lanceur électro-thermique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les tubes (101, 116) sont joints bout à bout et en ce que la gaine (114) a une épaisseur croissant vers les parois internes (103, 117).

7. Lanceur électro-thermique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le second dispositif de mise à feu (20) comprend un circuit électrique composé d'un interrupteur (21) et d'un condensateur (22) chargé et reliant les deux tubes (1, 101 ; 16, 116), ainsi qu'un autre circuit reliant également les deux tubes et capable de produire un signal de fermeture de l'interrupteur quand les deux tubes sont mis en court-circuit par le projectile.

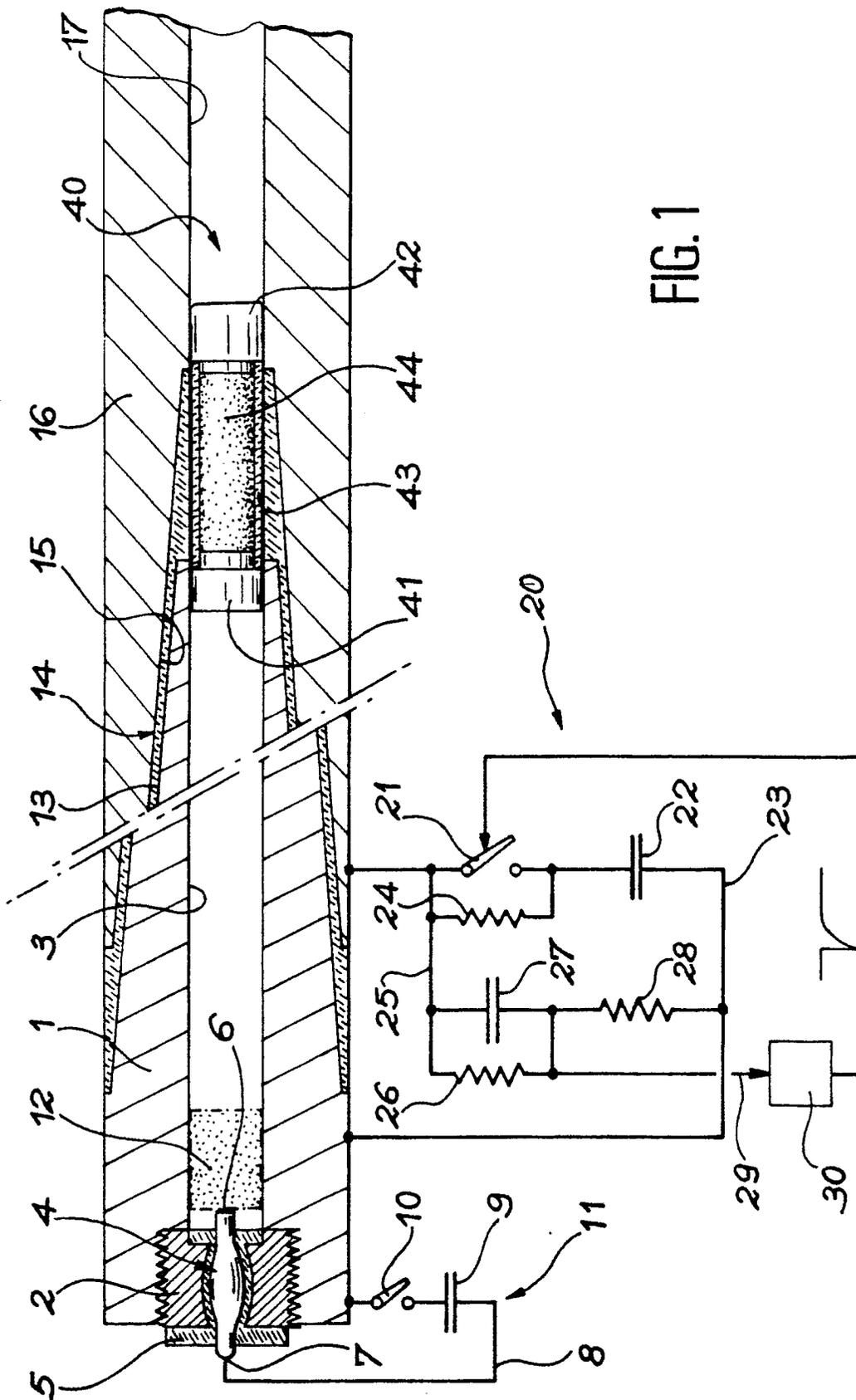


FIG. 1

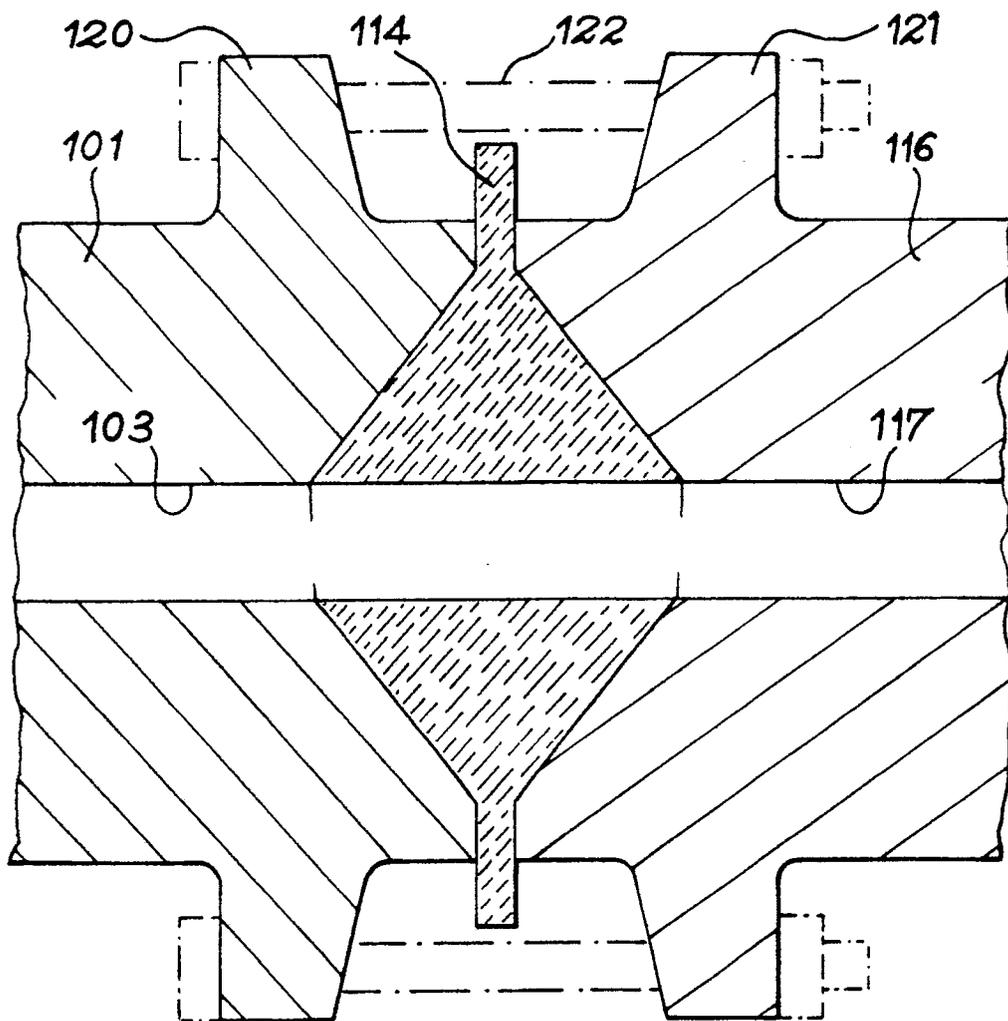


FIG. 2

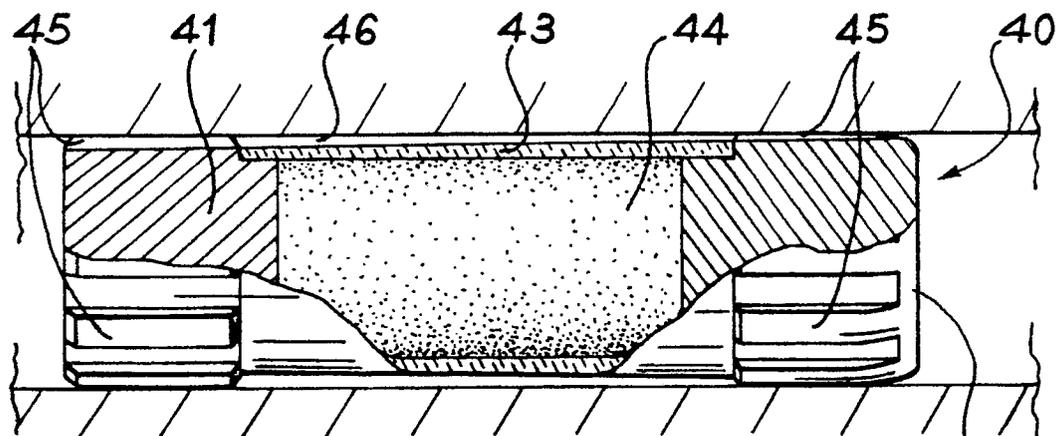


FIG. 3



Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 90 40 2252

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.5)
Y	US-A-3413888 (KALEY V.) * colonne 1, ligne 52 - colonne 2, ligne 27; figures 1, 6 *	1	F41A1/02 F42B5/08 F42B5/10 F41A19/58
A	---	6	
Y	US-A-3013472 (KAHN H.) * colonne 1, ligne 69 - colonne 2, ligne 21; figure 4 * * colonne 2, lignes 34 - 56 *	1	
A	---	7	
A	US-A-3388633 (KIRSHNER H.) * colonne 2, ligne 20 - colonne 3, ligne 30; figures 1, 2 * * colonne 2, lignes 34 - 56 *	1, 7	
A	FR-A-917369 (BASTARD) * page 1, ligne 55 - page 2, ligne 40; figures 3-5 *	1	
A	DE-A-1936973 (ARAMA) * page 5, alinéa 5 - page 6, alinéa 2 * * page 17, alinéa 2 - page 18, alinéa 1 * * page 29, alinéa 1,3 - page 30, alinéa 1 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)  F41A F42B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lien de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 09 OCTOBRE 1990	Examinateur VAN DER PLAS J.
<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 : arrière-plan technologique  O : divulgation non-écrite  P : document intercalaire</p> <p>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  &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1500 (03.92) (P0402)