



(11)

EP 3 835 711 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
16.06.2021 Bulletin 2021/24

(51) Int Cl.:
F42C 19/08 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **20213480.5**

(22) Date de dépôt: **11.12.2020**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME KH MA MD TN

- **RICHARD, Benoit**
33185 Le Haillan (FR)
- **LOPEZ, Philippe**
33185 Le Haillan (FR)
- **TEOLDI, Raphaël**
33185 Le Haillan (FR)
- **CAIGNARD, Stéphane**
33185 Le Haillan (FR)

(30) Priorité: **11.12.2019 FR 1914140**

(71) Demandeur: **ArianeGroup SAS**
75015 Paris (FR)

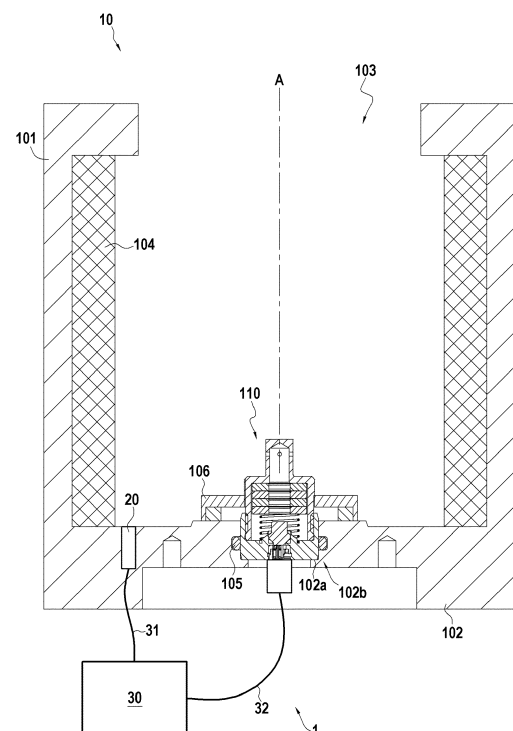
(74) Mandataire: **Cabinet Beau de Loménie**
158, rue de l'Université
75340 Paris Cedex 07 (FR)

(72) Inventeurs:
• **HERVIO, Antoine**
33185 Le Haillan (FR)

(54) SYSTÈME D'ALLUMAGE D'UN CHARGEMENT DE PROPERGOL

(57) L'invention concerne un système d'allumage (10) d'un chargement de propergol comprenant : une enceinte (101) dans laquelle est présent le chargement de propergol (104), l'enceinte comprenant un fond (102) et une sortie d'échappement (103) en regard du fond ; et un allumeur pyrotechnique (110) fixé au fond de l'enceinte, l'allumeur comprenant un corps délimitant une chambre d'initiation dans laquelle sont présents un chargement pyrotechnique, un initiateur apte à initier ledit chargement et un élément de calage pour maintenir le chargement pyrotechnique dans une position prédéterminée par rapport à l'initiateur, l'allumeur (110) étant apte à éjecter les gaz issus de la combustion du chargement pyrotechnique vers le chargement de propergol (104) afin de l'allumer. L'invention vise aussi un système de contrôle de la combustion d'un chargement de propergol.

[Fig. 1]



EP 3 835 711 A1

Description

Domaine Technique

[0001] L'invention se rapporte au domaine général des systèmes d'allumage d'un chargement de propergol. Elle concerne notamment un système pour contrôler la combustion d'un tel chargement.

Technique antérieure

[0002] On connaît des systèmes d'allumage d'un chargement de propergol qui comprennent un allumeur dans lequel est présente une poudre pyrotechnique qui peut être allumée par un initiateur disposé à proximité de celle-ci. L'initiation de la poudre pyrotechnique génère des gaz chauds qui viennent au contact du chargement de propergol pour l'allumer.

[0003] Comme il est difficile de contrôler l'interaction entre l'initiateur et la poudre pyrotechnique, et que les gaz issus de la combustion de la poudre peuvent transporter des particules, les systèmes connus sont difficiles à modéliser et ne permettent pas d'obtenir un allumage et donc une combustion du chargement qui soient répétables. Ces inconvénients rendent difficile le contrôle de la combustion d'un chargement de propergol, par exemple pour déterminer sa vitesse de combustion avec précision.

[0004] Il existe donc un besoin pour un système d'allumage d'un chargement de propergol qui ne présente pas les inconvénients précités.

Exposé de l'invention

[0005] A cet effet, l'invention a pour objet un système d'allumage d'un chargement de propergol comprenant :

- une enceinte dans laquelle est présent le chargement de propergol, l'enceinte comprenant un fond et une sortie d'échappement en regard du fond ;
- un allumeur pyrotechnique fixé au fond de l'enceinte, l'allumeur comprenant un corps délimitant une chambre d'initiation dans laquelle sont présents un chargement pyrotechnique, un initiateur apte à initier ledit chargement et un élément de calage configuré pour maintenir le chargement pyrotechnique dans une position prédéterminée par rapport à l'initiateur, l'allumeur étant apte à éjecter les gaz issus de la combustion du chargement pyrotechnique vers le chargement de propergol afin de l'allumer.

[0006] Le système d'allumage selon l'invention comprend notamment un élément de calage qui permet de maintenir le chargement pyrotechnique en position dans la chambre d'initiation de l'allumeur, ce qui assure une plus grande répétabilité dans l'allumage du chargement de propergol. Ce système d'allumage est ainsi particulièrement avantageux pour contrôler la combustion d'un

chargement de propergol.

[0007] Dans un exemple de réalisation, le chargement pyrotechnique peut comprendre au moins un bloc pyrotechnique ayant la forme d'un disque ajouré centré sur un axe de l'allumeur pyrotechnique et qui définit un canal débouchant vers une sortie de l'allumeur. L'emploi d'au moins un bloc pyrotechnique ayant la forme précitée permet d'améliorer encore la répétabilité de l'allumage. On peut notamment disposer plusieurs blocs côte à côte centrés sur le même axe. Les blocs peuvent être obtenus à partir d'une poudre pyrotechnique qui a été compactée.

[0008] Dans un exemple de réalisation, l'élément de calage peut comprendre un élément de rappel élastique, par exemple un ressort. L'emploi d'un élément de rappel élastique permet de disposer d'un allumeur à bas coût. Un tel élément de calage permet de maintenir une force de rappel contre le chargement pyrotechnique pendant l'allumage. En variante, l'élément de calage peut être une cale.

[0009] Dans un exemple de réalisation, l'allumeur pyrotechnique peut comprendre en outre un opercule entre le chargement pyrotechnique et une sortie dudit allumeur configuré pour se rompre lorsque la pression dans la chambre d'initiation atteint un seuil prédéterminé. L'emploi d'un tel opercule améliore encore la répétabilité de l'allumage du chargement de propergol. En outre, l'opercule permet de protéger le chargement pyrotechnique de l'extérieur lorsque l'allumeur est stocké, ce qui augmente sa durée de vie.

[0010] Dans un exemple de réalisation, le fond de l'enceinte peut présenter un épaulement qui définit un logement dans lequel l'allumeur est monté serré. Lors de l'allumage, la génération de gaz dans l'allumeur plaque celui-ci au fond de l'enceinte et il est maintenu en place dans le logement. Cette disposition permet de fixer simplement l'allumeur et de permettre en outre un remplacement aisé de celui-ci après utilisation.

[0011] Dans un exemple de réalisation, un joint d'étanchéité peut être présent entre le fond de l'enceinte et l'allumeur. L'étanchéité entre l'allumeur et le fond permet d'améliorer encore la répétabilité de l'allumage en empêchant les gaz de s'échapper par le fond de l'enceinte. Le joint assure également une certaine souplesse de la fixation de l'allumeur au fond pour amortir les vibrations.

[0012] Dans un exemple de réalisation, l'allumeur peut comprendre en outre un diffuseur muni d'évents pour éjecter les gaz issus de la combustion du chargement pyrotechnique vers le chargement de propergol. Le diffuseur peut présenter des événements répartis circonférentiellement autour du diffuseur, le diffuseur ayant par exemple une forme cylindrique. L'emploi d'un tel diffuseur permet de diriger de façon uniforme les gaz chauds vers le chargement de propergol, et d'améliorer encore la répétabilité de l'allumage.

[0013] L'invention vise aussi un système de contrôle de la combustion d'un chargement de propergol, comprenant : un système d'allumage d'un chargement de propergol tel que celui présenté ci-avant, au moins

un capteur de pression présent dans l'enceinte, et une unité de traitement configurée pour calculer une vitesse de combustion du chargement de propergol à partir de la pression mesurée par le capteur de pression. Ce système de contrôle met à profit les avantages en termes de répétabilité du système d'allumage pour calculer la vitesse de combustion d'un chargement de propergol avec précision.

Brève description des dessins

[0014] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent un exemple de réalisation dépourvu de tout caractère limitatif. Sur les figures :

[Fig. 1] La figure 1 est une vue schématique en coupe d'un système de contrôle de la combustion d'un chargement de propergol incorporant un système d'allumage selon un mode de réalisation de l'invention.

[Fig. 2] La figure 2 montre une vue en perspective d'un allumeur selon un mode de réalisation de l'invention.

[Fig. 3] La figure 3 est une vue éclatée de l'allumeur de la figure 2.

[Fig. 4] La figure 4 est une vue en coupe de l'allumeur de la figure 2.

[Fig. 5] La figure 5 est une vue similaire à celle de la figure 1, où l'allumeur a été déclenché.

[Fig. 6] La figure 6 est une vue en perspective d'un bloc pyrotechnique selon un mode de réalisation.

Description des modes de réalisation

[0015] La figure 1 montre une vue schématique en coupe d'un système de contrôle 1 de la combustion d'un chargement de propergol, qui comprend un système d'allumage 10 d'un chargement de propergol, un capteur de pression 20 et une unité de traitement 30 reliée notamment au capteur de pression 20 par un câble 31.

[0016] Le système d'allumage 10 comprend une enceinte 101, ici de forme cylindrique autour d'un axe A, ayant un fond 102 et une sortie d'échappement 103 en regard du fond 102. La sortie d'échappement 103 est du côté opposé au fond 102. Un chargement de propergol 104 est présent dans l'enceinte 101 sur la paroi de celle-ci. Le chargement de propergol 104 peut par exemple être coulé directement dans l'enceinte à l'aide de moyens connus ou introduit sous la forme d'un ou plusieurs blocs. Le chargement de propergol 104 présente ici une forme généralement cylindrique.

[0017] Le système d'allumage 10 comprend en outre un allumeur pyrotechnique 110 qui est ici monté serré dans le fond 102 de l'enceinte 101. En particulier, le fond 102 présente ici un épaulement 102a définissant un logement 102b dans lequel l'allumeur 110 est monté. Lors de l'allumage, l'allumeur 110 est en butée sur l'épaulement 102a permettant de le maintenir en place dans le logement 102b. Un joint d'étanchéité 105 peut être présent autour de l'allumeur 110 entre le fond 102 et l'allumeur 110. L'allumeur 110 peut être en variante vissé directement dans le fond 102 de l'enceinte 101.

[0018] Le système d'allumage 10 peut en outre comprendre un élément de blocage axial 106 de l'allumeur 110. Par exemple, un tel élément de blocage axial de l'allumeur peut comprendre un écrou et une pièce de calage, aptes à exercer une pression sur l'initiateur de sorte à maintenir celui-ci plaqué contre le fond 102 de l'enceinte 101. L'élément de blocage axial 106 est situé du côté opposé à l'épaulement 102a et permet de plaquer l'allumeur 110 contre l'épaulement 102a.

[0019] Les figures 2 à 4 montrent différentes vues de l'allumeur 110 qui va maintenant être décrit plus en détail.

[0020] L'allumeur 110 est ici de géométrie cylindrique autour d'un axe B (qui coïncide avec l'axe A du système d'allumage 10 lorsque l'allumeur est monté dans ledit système). Il comprend, dans cet exemple, un corps 111 ayant une première partie 111a qui est destinée à être montée dans le fond 102, et une deuxième partie 111b qui est montée dans la première partie 111a, par exemple par sertissage ou vissage. Dans cet exemple, la première partie 111a présente ainsi un diamètre maximum supérieur au diamètre maximum de la deuxième partie 111b. Cette disposition permet un montage aisé et peu coûteux, tout en assurant une plus grande fiabilité de l'allumeur 110.

[0021] Le corps 111 définit une chambre d'initiation 112 (figure 4) dans laquelle sont présents un chargement pyrotechnique 113 et un initiateur 114. Le chargement pyrotechnique 113 est composé ici d'une pluralité de blocs pyrotechniques 113a prenant chacun la forme d'un disque ajouré. Les blocs pyrotechniques 113a sont centrés sur l'axe B de l'allumeur 110 et présentent un diamètre externe sensiblement égal à celui de la chambre d'initiation 112. Les ajours des blocs pyrotechniques 113a définissent ensemble un canal 113b qui débouche vers une sortie de l'allumeur 110. Le canal 113b est centré sur l'axe B et situé en regard de l'initiateur 114.

[0022] Dans une variante, chaque bloc pyrotechnique 113a peut avoir la forme d'un disque plein (sans ajour central) et comprendre des rainures 121 qui permettent le passage des gaz vers la périphérie des blocs, et un jeu entre les blocs et le corps 111 qui permet aux gaz de rejoindre la sortie de l'allumeur. La figure 6 représente un bloc pyrotechnique 113a selon cette variante.

[0023] Dans cet exemple, le corps 111, et plus précisément la deuxième partie 111b du corps, comprend un diffuseur 115 sous la forme d'un tube débouchant dans la chambre d'initiation 112 à une extrémité et qui est ob-

turé à l'autre extrémité. Plus précisément, dans cet exemple, le diffuseur 115 est situé dans le prolongement du canal 113b formé par les blocs pyrotechniques 113a. Dans l'exemple illustré, le diamètre interne D1 du diffuseur 115 est sensiblement égal au diamètre D2 du canal 113b. Le diffuseur 115 permet de projeter les gaz chauds issus de la combustion du chargement pyrotechnique 113 vers le chargement de propergol 104. Le diffuseur 115 comprend ici des événements 115a sous la forme de percages répartis circonférentiellement autour du diffuseur 115. L'axe de chaque événement 115a est ici perpendiculaire à l'axe B. L'axe de chaque événement peut en variante former un angle compris entre 0° et 90° avec l'axe B pour projeter les gaz issus de la combustion du chargement pyrotechnique dans une direction différente vers le chargement de propergol 104. De manière préférée, les événements 115a sont dirigés directement vers le chargement de propergol. Les événements 115a permettent une diffusion contrôlée des gaz chauds vers le chargement de propergol, ce qui permet encore une plus grande répétabilité de l'allumage du chargement.

[0024] Conformément à l'invention, l'allumeur 110 comprend un élément de calage tel qu'un ressort 116 configuré pour maintenir le chargement pyrotechnique 113 dans une position prédéterminée par rapport à l'initiateur 114. Dans l'exemple illustré, le ressort 116 prend appui d'une part sur une paroi de fond 117a de l'allumeur et d'autre part sur le chargement pyrotechnique 113 pour plaquer celui-ci contre une paroi 117b de l'allumeur 110 opposée à la paroi de fond 117a. L'élément de calage (ressort 116) est ici disposé autour de l'initiateur 114, ce qui lui permet de ne pas perturber l'initiation et la combustion du chargement pyrotechnique 113. D'autres configurations sont envisageables, en particulier le chargement pyrotechnique 113 peut ne pas être plaqué directement contre la paroi 117b. On peut en outre utiliser d'autres types d'éléments de calage, par exemple une cale.

[0025] L'initiateur 114 peut être serti directement dans la paroi de fond 117a, ou encore vissé dans celle-ci. L'initiateur 114 comprend ici deux conducteurs électriques 114a pour permettre son déclenchement à l'aide d'un courant électrique. Un élément de centrage 114b est ici prévu pour maintenir l'initiateur 114 en position dans l'allumeur 110.

[0026] Dans cet exemple, un opercule 118 est positionné entre le chargement pyrotechnique 113 et le diffuseur 115 qui est configuré pour rompre lorsque la pression dans la chambre d'initiation 112 atteint un seuil prédéterminé. L'opercule 118 peut être métallique par exemple en aluminium, en laiton, en cuivre ou en inox. L'opercule 118 peut présenter une épaisseur comprise entre 50 µm et 500 µm suivant le matériau et le seuil de pression prédéterminé choisi.

[0027] L'allumeur 110 est, dans cet exemple, relié à l'unité de traitement 30 par un câble 32 connecté aux conducteurs 114a. L'unité de traitement 30 peut alors jouer aussi le rôle d'unité de commande de l'allumeur

110 et permettre de déclencher celui-ci. En variante, une unité de commande séparée peut être employée pour commander l'allumage de l'allumeur 110.

[0028] Le capteur de pression 20 est ici fixé dans le fond de l'enceinte 102 et débouche à l'intérieur de l'enceinte 102 pour y mesurer la pression. L'unité de traitement 30 peut ainsi calculer la vitesse de combustion du chargement de propergol 104 à partir de la mesure de la pression.

[0029] La figure 5 illustre une séquence d'allumage du système de contrôle 1. Dans un premier temps l'unité de traitement 30 fait circuler un courant électrique via le câble 32 dans l'initiateur 114, ce qui a pour effet de déclencher l'initiateur 114 qui va allumer le chargement pyrotechnique 113. Les gaz chauds issus de la combustion du chargement pyrotechnique 113 font augmenter la pression dans la chambre d'initiation 112 jusqu'au seuil de pression auquel l'opercule 118 est rompu. Les gaz chauds sous pression peuvent alors s'introduire dans le diffuseur 115 et être éjectés par les événements 115a en direction du chargement de propergol 104 pour l'allumer. Une fois allumé, le chargement de propergol 104 se consume et les gaz s'échappent par la sortie d'échappement 103 du système d'allumage 10. Durant toute la séquence d'allumage et après, le capteur de pression 20 enregistre les variations de la pression dans l'enceinte 102 en fonction du temps et les transmet à l'unité de traitement 30 qui peut calculer la vitesse de combustion du chargement de propergol 104 avec précision et de façon répétable.

[0030] On notera que pour contrôler un chargement de propergol, on peut positionner le système d'allumage à la verticale avec la sortie d'échappement 103 dirigée vers le haut comme illustré sur les figures 1 et 4, ou encore à l'horizontale.

Revendications

1. Système d'allumage (10) d'un chargement de propergol comprenant :

- une enceinte (101) dans laquelle est présent le chargement de propergol (104), l'enceinte comprenant un fond (102) et une sortie d'échappement (103) en regard du fond ; et
- un allumeur pyrotechnique (110) fixé au fond de l'enceinte, l'allumeur comprenant un corps (111) délimitant une chambre d'initiation (112) dans laquelle sont présents un chargement pyrotechnique (113), un initiateur (114) apte à initier ledit chargement et un élément de calage (116) configuré pour maintenir le chargement pyrotechnique dans une position prédéterminée par rapport à l'initiateur, l'allumeur étant apte à éjecter les gaz issus de la combustion du chargement pyrotechnique (113) vers le chargement de propergol (104) afin de l'allumer.

2. Système selon la revendication 1, dans lequel le chargement pyrotechnique (113) comprend au moins un bloc pyrotechnique (113a) ayant la forme d'un disque ajouré centré sur un axe (B) de l'allumeur pyrotechnique et qui définit un canal (113b) débouchant vers une sortie de l'allumeur. 5

3. Système selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel l'élément de calage (116) comprend un élément de rappel élastique. 10

4. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel l'allumeur pyrotechnique (110) comprend en outre un opercule (118) entre le chargement pyrotechnique (113) et une sortie dudit allumeur configuré pour se rompre lorsque la pression dans la chambre d'initiation atteint un seuil prédéterminé. 15

5. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le fond (102) de l'enceinte présente un épaulement (102a) qui définit un logement (102b) dans lequel l'allumeur (110) est monté serré. 20

6. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel un joint d'étanchéité (105) est présent entre le fond (102) de l'enceinte (101) et l'allumeur (110). 25

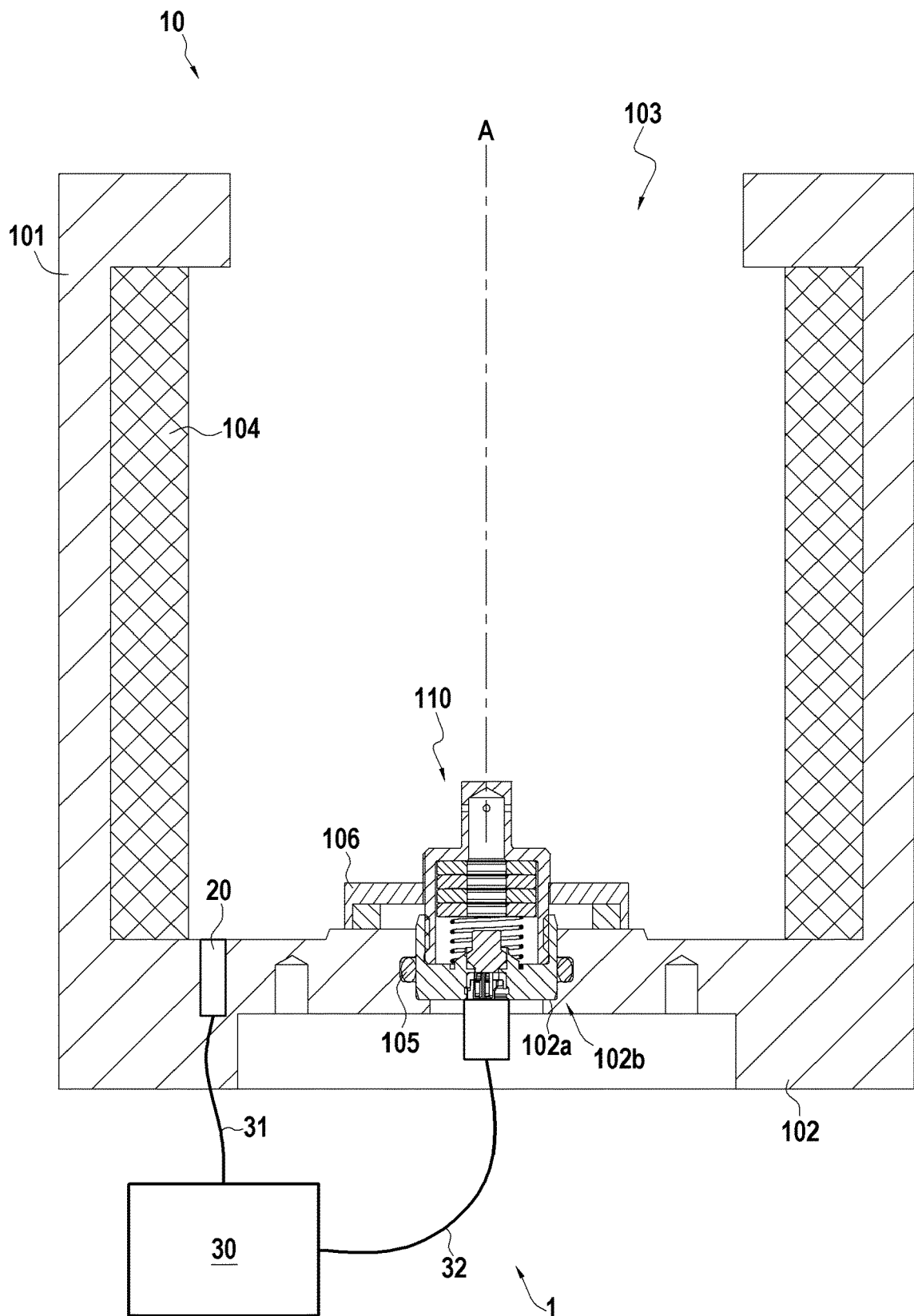
7. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel l'allumeur (110) comprend en outre un diffuseur (115) muni d'évents (115a) pour éjecter les gaz issus de la combustion du chargement pyrotechnique (113) vers le chargement de propergol (104). 30
35

8. Système (1) de contrôle de la combustion d'un chargement de propergol (104), comprenant : un système d'allumage (10) d'un chargement de propergol selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, au moins un capteur de pression (20) présent dans l'enceinte (101), et une unité de traitement (30) configurée pour calculer une vitesse de combustion du chargement de propergol (104) à partir de la pression mesurée par le capteur de pression (20). 40
45

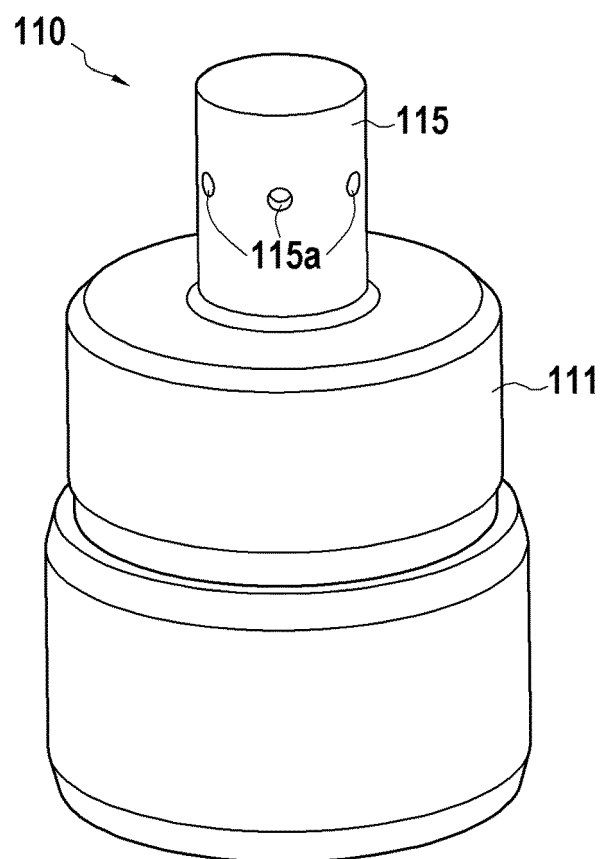
50

55

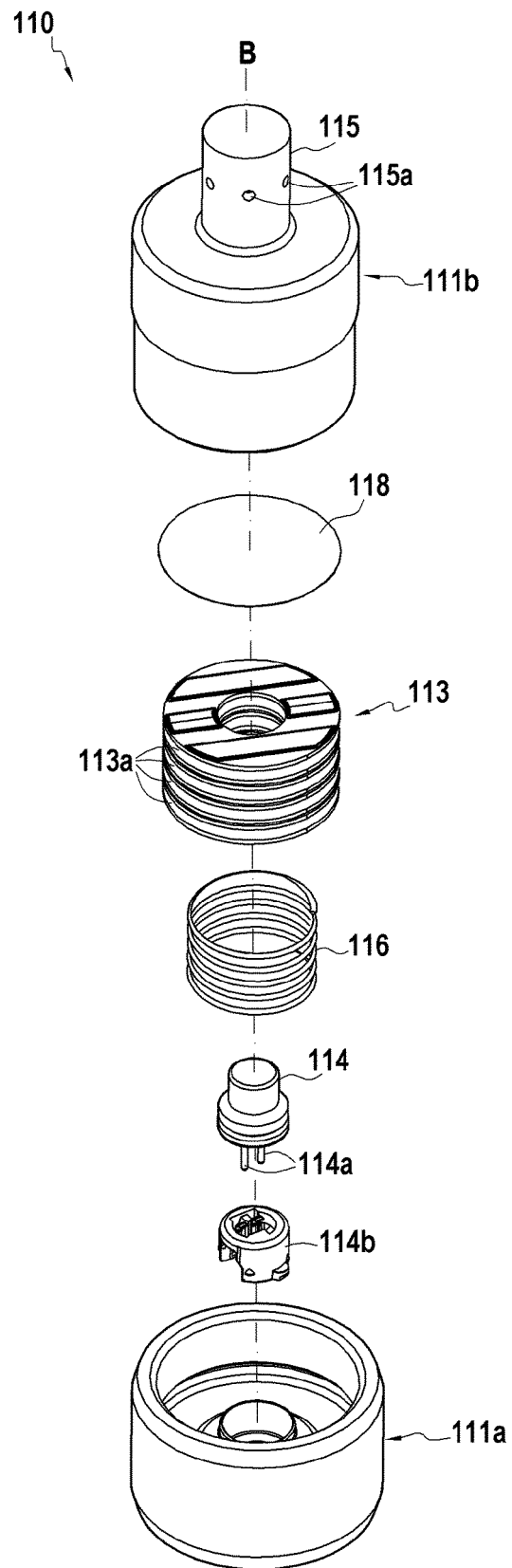
[Fig. 1]



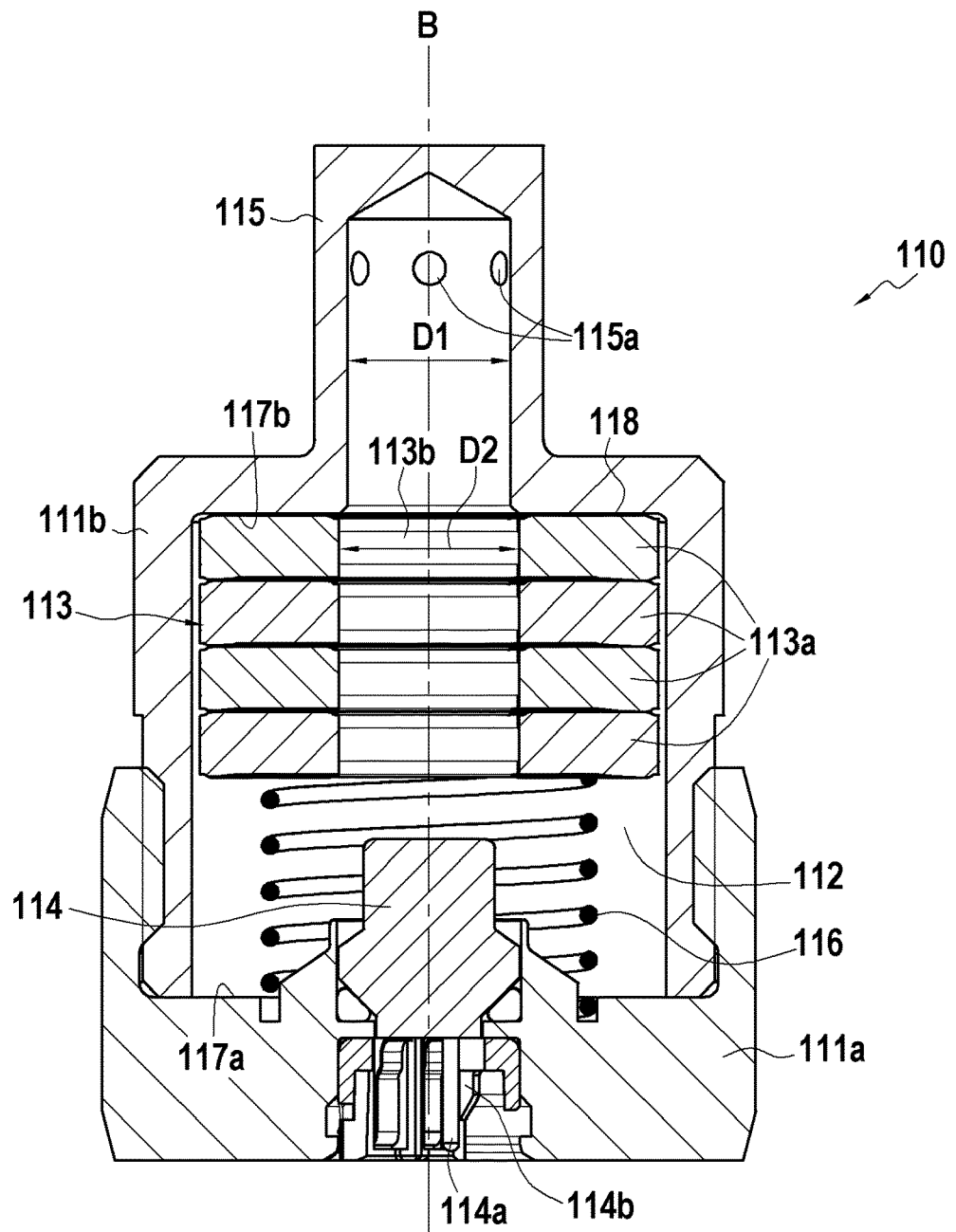
[Fig. 2]



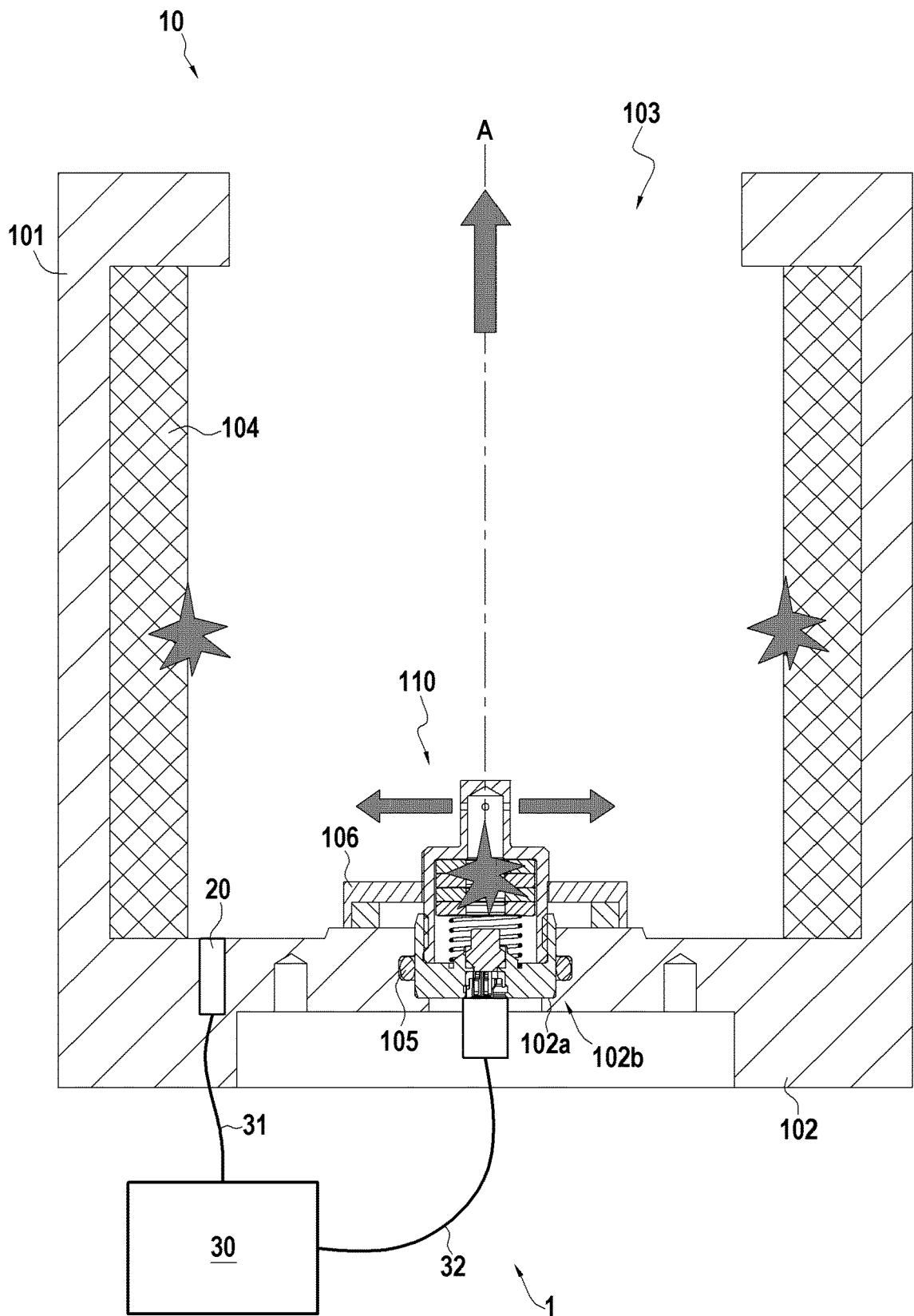
[Fig. 3]



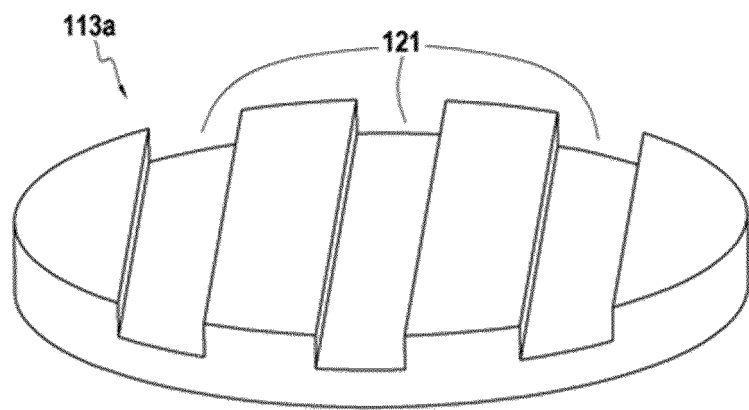
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 20 21 3480

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	DE 11 49 284 B (JOSEF SCHABERGER & CO G M B H) 22 mai 1963 (1963-05-22) * colonne 3, lignes 11-25 * * colonne 3, ligne 50 - colonne 4, ligne 6 * * figures 1, 3 *	1,2,4-8	INV. F42C19/08
X	US 4 047 483 A (WILLIAMS NATHAN P) 13 septembre 1977 (1977-09-13) * colonne 2, lignes 25-58 *	1,2,4-8	
X	US 4 023 497 A (MORRIS ELIAS P ET AL) 17 mai 1977 (1977-05-17) * colonne 2, ligne 12 - colonne 3, ligne 21 *	1,3-8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F42C F02K
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 16 avril 2021	Examineur Kasten, Klaus
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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		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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 20 21 3480

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

16-04-2021

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 1149284 B	22-05-1963	AUCUN	
US 4047483 A	13-09-1977	AUCUN	
US 4023497 A	17-05-1977	BE 845472 A	16-12-1976
		CA 1036419 A	15-08-1978
		DE 2637848 A1	17-03-1977
		FR 2322270 A1	25-03-1977
		GB 1549647 A	08-08-1979
		JP S5924262 B2	08-06-1984
		JP S52118800 A	05-10-1977
		SE 428399 B	27-06-1983
		US 4023497 A	17-05-1977

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82