

(19)



(11)

EP 3 654 351 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
20.05.2020 Bulletin 2020/21

(51) Int Cl.:
G21F 5/008^(2006.01) G21F 5/08^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **19207260.1**

(22) Date de dépôt: **05.11.2019**

(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
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **TN International**
78180 Montigny Le Bretonneux (FR)

(72) Inventeur: **GARCIA, Justo**
92400 COURBEVOIE (FR)

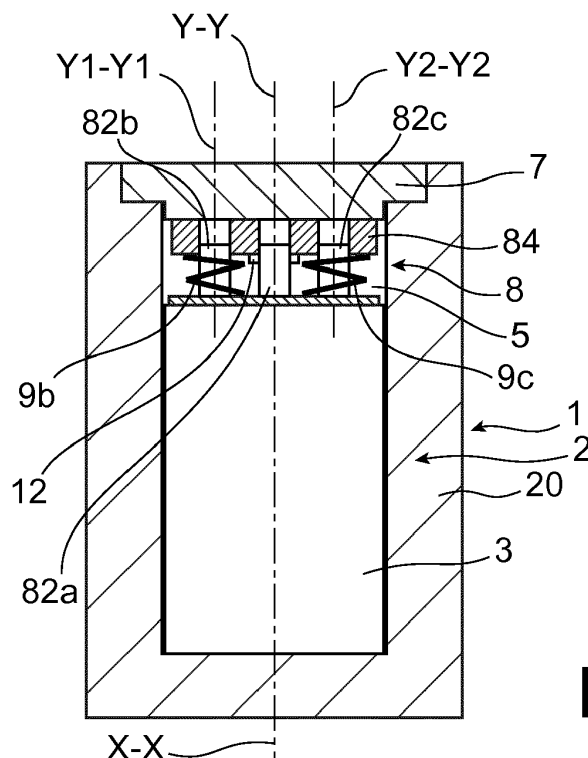
(74) Mandataire: **Brevalex**
95, rue d'Amsterdam
75378 Paris Cedex 8 (FR)

(30) Priorité: **14.11.2018 FR 1860510**

(54) **COLIS DE MATIERE RADIOACTIVE, COMPRENANT UN DISPOSITIF DE CALAGE AXIAL A MATERIAU A MÉMOIRE DE FORME**

(57) L'invention concerne un colis (1) comprenant un emballage (2) de transport, d'entreposage et/ou de stockage de matière radioactive (3). Un ensemble contenant la matière radioactive (3) est logé dans une cavité (5) de l'emballage. Le colis (1) comprend au moins un dispositif de calage axial (8) de l'ensemble contenant la matière radioactive dans la cavité (5) de l'emballage. Le dispositif

de calage axial (8) comprend au moins un actionneur (9) en matériau à mémoire de forme qui est configuré pour s'allonger, lorsque sa température dépasse une température d'activation, en provoquant un déploiement du dispositif de calage axial (8) selon une direction axiale (X-X) de l'emballage.

**FIG. 6**

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] L'invention se rapporte à un colis pour le transport, l'entreposage et/ou le stockage de matières radioactives, telles que des assemblages de combustible nucléaire frais ou irradiés. Elle concerne notamment le calage axial de la matière radioactive relativement à l'emballage en cas de chute du colis.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

[0002] Certains colis de matière radioactive comprennent un emballage de transport et/ou d'entreposage de la matière radioactive, ainsi que des cales rigides pour caler la matière radioactive dans l'emballage. Ces cales sont par exemple situées entre le fond de l'emballage et la matière radioactive.

[0003] Les colis comprenant des cales rigides présentent un jeu axial entre la matière radioactive et un couvercle, du fait notamment des tolérances de fabrication de l'emballage et des dilatations différentielles dans le colis.

[0004] D'autres colis de matière radioactive comprennent un emballage et un élément élastique de calage axial de la matière radioactive dans l'emballage. Un tel colis est connu du document US 2005/0056563, dans lequel la raideur de l'élément élastique dépend du poids de la matière radioactive.

[0005] Le dimensionnement des éléments élastiques de calage axial peut s'avérer complexe. Il est difficile d'assurer un contact axial entre la matière radioactive et le couvercle de l'emballage avec des conditions variables de chute du colis.

[0006] Lors d'une chute coté couvercle de colis tels que ceux décrits ci-dessus, la matière radioactive peut ainsi se déplacer dans la cavité de l'emballage du fait de ce jeu axial. La matière radioactive peut alors impacter violemment le couvercle de l'emballage et remettre en cause son étanchéité.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0007] L'invention vise à résoudre au moins partiellement les problèmes rencontrés dans les solutions de l'art antérieur.

[0008] A cet égard, l'invention a pour objet un colis comprenant un emballage de transport, d'entreposage et/ou de stockage de matière radioactive. L'emballage comprend un corps latéral, un couvercle et un fond qui est espacé du couvercle selon une direction axiale de l'emballage. L'emballage définit une cavité qui est délimitée par le corps latéral, le couvercle et le fond. Le colis comprend au moins un ensemble contenant la matière radioactive qui est logé dans la cavité de l'emballage.

[0009] Selon l'invention, le colis comprend au moins un dispositif de calage axial de l'ensemble contenant la

matière radioactive dans la cavité de l'emballage. Le dispositif de calage axial comprend au moins un actionneur en matériau à mémoire de forme qui est configuré pour s'allonger, lorsque sa température dépasse une température d'activation, en provoquant un déploiement du dispositif de calage selon la direction axiale.

[0010] Grâce à l'invention, le jeu axial entre l'ensemble contenant la matière radioactive et l'emballage est limité lors d'une chute du colis coté couvercle. Par ailleurs, le déploiement du dispositif de calage tend à être indépendant des conditions de chutes de l'emballage, ce qui rend plus fiable le calage de l'ensemble contenant la matière radioactive relativement à l'emballage. Le dispositif de calage axial est en position au moins partiellement rétractée lorsque la matière radioactive est insérée dans l'emballage, ce qui permet de garantir l'existence d'un jeu axial minimal entre l'ensemble contenant la matière radioactive et l'emballage au moment de la fermeture du colis. Les risques d'endommager l'ensemble contenant la matière radioactive lors de la mise en place du couvercle sont alors limités.

[0011] L'ensemble contenant la matière radioactive comporte notamment la matière radioactive et éventuellement un panier ou un étui dans lequel est logée la matière radioactive.

[0012] L'invention peut comporter de manière facultative une ou plusieurs des caractéristiques suivantes combinées entre elles ou non.

[0013] Selon une particularité de réalisation, le dispositif de calage axial s'étend axialement entre le couvercle et l'ensemble contenant la matière radioactive.

[0014] Selon une particularité de réalisation, le dispositif de calage axial s'étend axialement entre le fond et l'ensemble contenant la matière radioactive.

[0015] Le dispositif de calage comprend une première extrémité axiale et une deuxième extrémité axiale qui est opposée axialement à la première extrémité axiale. La deuxième extrémité axiale est située plus proche axialement du centre de l'emballage que la première extrémité axiale.

[0016] Selon une particularité de réalisation, la première extrémité axiale est une extrémité fixe qui est rigidement solidaire de l'emballage. La deuxième extrémité axiale est une extrémité libre qui est déplaçable axialement relativement à la première extrémité axiale.

[0017] Selon une particularité de réalisation, la deuxième extrémité axiale est une extrémité fixe qui est rigidement solidaire de l'ensemble contenant la matière radioactive. La première extrémité axiale est une extrémité libre qui est déplaçable axialement relativement à la deuxième extrémité axiale.

[0018] Selon une particularité de réalisation, la première extrémité axiale est fixée au couvercle.

[0019] Selon une autre particularité de réalisation, la première extrémité axiale est fixée au fond de l'emballage ou bien la première extrémité axiale est en appui contre le fond de l'emballage.

[0020] Selon une particularité de réalisation, l'extrémi-

té libre est configurée pour être à distance de l'ensemble contenant la matière radioactive lors de la fermeture de l'emballage. Dans ce cas, l'extrémité libre est notamment la deuxième extrémité axiale.

[0021] Les efforts mécaniques exercés par le dispositif de calage sur l'ensemble contenant la matière radioactive lors de la fermeture de l'emballage sont supprimés.

[0022] Selon une autre particularité de réalisation, l'extrémité libre est configurée pour être à distance de l'emballage, notamment du couvercle ou du fond de l'emballage, lors de la fermeture de l'emballage. Dans ce cas, l'extrémité libre est notamment la première extrémité axiale.

[0023] Les efforts mécaniques exercés par le dispositif de calage sur l'emballage au moment de sa fermeture sont limités/supprimés.

[0024] Selon une particularité de réalisation, le dispositif de calage est configuré pour se déployer axialement, lorsque le matériau à mémoire de forme dépasse sa température d'activation, pour que l'extrémité libre vienne au contact de l'ensemble contenant la matière radioactive.

[0025] La température d'activation est atteinte relativement rapidement dès lors que le couvercle a été mis en place et que le colis se trouve en conditions normales de transport, d'entreposage et/ou de stockage de la matière radioactive.

[0026] Le calage de la matière radioactive relativement à l'emballage tend à être amélioré, du fait du contact mécanique entre le dispositif de calage axial et l'ensemble contenant la matière radioactive.

[0027] Selon une autre particularité de réalisation, le dispositif de calage est configuré pour se déployer axialement, lorsque le matériau à mémoire de forme dépasse sa température d'activation, pour que l'extrémité libre vienne axialement au contact de l'emballage, notamment du couvercle ou du fond de l'emballage.

[0028] Le calage de l'ensemble contenant la matière radioactive relativement à l'emballage tend à être amélioré, du fait du contact mécanique entre le dispositif de calage axial et l'emballage.

[0029] Selon une particularité de réalisation, l'actionneur comprend un moyen de sollicitation élastique en matériau à mémoire de forme.

[0030] Le moyen de sollicitation élastique permet un calage satisfaisant et de limiter l'intensité des efforts axiaux exercés entre l'ensemble contenant la matière radioactive et l'emballage par l'intermédiaire du dispositif de calage.

[0031] Selon une autre particularité de réalisation, l'actionneur comprend une tige en matériau à mémoire de forme.

[0032] De préférence, le moyen de sollicitation élastique comprend au moins un ressort. Le ressort est par exemple un ressort hélicoïdal. Le ressort travaille en particulier en compression.

[0033] De préférence, le matériau à mémoire de forme comprend un matériau métallique.

[0034] Selon une particularité de réalisation, la tempé-

rature d'activation du matériau à mémoire de forme est supérieure ou égale à 50°C.

[0035] De préférence, la température d'activation est supérieure ou égale à 80°C.

[0036] De préférence, la température d'activation est supérieure ou égale à 120°C.

[0037] La température d'activation est notamment inférieure à la température moyenne de l'ensemble contenant la matière radioactive une fois que le couvercle a été fermé, tout en étant significativement supérieure à la température ambiante.

[0038] Selon une particularité de réalisation, le matériau à mémoire de forme est configuré pour s'allonger de manière réversible lorsque sa température dépasse sa température d'activation.

[0039] Le matériau à mémoire de forme est alors un matériau standard à mémoire de forme. L'emballage est notamment un emballage de transport de matière radioactive. Le dispositif de calage peut être réutilisé plus facilement, en particulier avec le même type de matière radioactive.

[0040] Selon une autre particularité de réalisation, le matériau à mémoire de forme est configuré pour s'allonger de manière irréversible lorsque sa température dépasse sa température d'activation.

[0041] Le matériau à mémoire de forme est un matériau à mémoire de forme dit à simple effet. L'emballage est notamment un emballage d'entreposage/de stockage de matière radioactive. Le calage axial de l'ensemble contenant la matière radioactive relativement à l'emballage est amélioré, en particulier sur de longues durées.

[0042] Selon une particularité de réalisation, l'extrémité libre comprend une pièce d'appui qui a au moins partiellement une forme de plaque.

[0043] Les efforts mécaniques exercés entre l'ensemble contenant la matière radioactive et l'emballage par l'intermédiaire du dispositif de calage sont mieux répartis. Le calage axial de l'ensemble contenant la matière radioactive relativement à l'emballage est amélioré.

[0044] Selon une particularité de réalisation, le dispositif de calage comprend au moins une tige de guidage de l'extrémité axiale libre, qui s'étend au moins partiellement axialement entre la première extrémité axiale et la deuxième extrémité axiale.

[0045] Selon une particularité de réalisation, le dispositif de calage comprend un dispositif de contournement d'effort qui est configuré pour transmettre un effort mécanique depuis l'ensemble contenant la matière radioactive jusqu'à l'emballage au moins partiellement en dérivation du matériau à mémoire de forme, lorsque le dispositif de calage s'est déployé au moins partiellement axialement.

[0046] Du fait du dispositif de contournement d'effort, les efforts mécaniques qui sont exercés par l'ensemble contenant la matière radioactive sur le matériau à mémoire de forme en cas de chute du colis sont moins intenses. Le matériau à mémoire de forme peut présenter une résistance mécanique moins importante.

[0047] Selon une particularité de réalisation, le dispositif de contournement d'effort comprend un dispositif anti-retour qui est configuré pour limiter le rapprochement de l'extrémité libre de l'extrémité fixe, lorsque le dispositif de calage s'est déployé au moins partiellement axialement.

[0048] Le dispositif anti-retour améliore le calage axial de l'ensemble contenant la matière radioactive relativement à l'emballage, en limitant les variations de longueur axiale de l'actionneur en cas de chute du colis coté couvercle. Le fonctionnement du dispositif de calage axial se rapproche alors de celui d'une cale rigide, limitant le déplacement de l'ensemble contenant la matière radioactive dans la cavité de l'emballage. Les sollicitations en ouverture du couvercle en cas de chute sont diminuées.

[0049] Selon une particularité de réalisation, le dispositif anti-retour comprend au moins une mâchoire auto serrante et/ou une rondelle autobloquante.

[0050] Selon une particularité de réalisation, l'emballage loge un panier qui comprend une pluralité d'alvéoles dans lesquelles est logée la matière radioactive. Le colis comprend au moins un dispositif de calage par alvéole contenant de la matière radioactive.

[0051] Le dispositif de calage axial est configuré pour caler la matière radioactive dans les alvéoles du panier. Le calage de la matière radioactive relativement à l'emballage est amélioré en la calant axialement dans chaque alvéole.

[0052] L'invention porte également sur un emballage de transport, d'entreposage et/ou de stockage de matière radioactive. L'emballage comprend un corps latéral, un couvercle et un fond qui est espacé du couvercle selon une direction axiale de l'emballage. L'emballage définit une cavité qui est délimitée par le corps latéral, le couvercle et le fond. La cavité est destinée à loger au moins un ensemble contenant la matière radioactive.

[0053] Selon l'invention, l'emballage comprend au moins un dispositif de calage axial configuré pour caler axialement l'ensemble dans la cavité de l'emballage. Le dispositif de calage axial comprend au moins un actionneur en matériau à mémoire de forme qui est configuré pour s'allonger, lorsque sa température dépasse une température d'activation, en provoquant un déploiement du dispositif de calage selon la direction axiale.

[0054] L'invention se rapporte aussi à un procédé de transport, d'entreposage et/ou de stockage d'une matière radioactive dans un emballage pour former un colis tel que défini ci-dessus.

[0055] Le procédé comprend une étape de chargement de la matière radioactive dans l'emballage, durant laquelle le matériau à mémoire de forme est à une température inférieure à sa température d'activation.

[0056] Le procédé comprend le calage axial de l'ensemble contenant la matière radioactive dans l'emballage par le dispositif de calage, suite à l'augmentation de la température du matériau à mémoire de forme au-dessus de sa température d'activation lorsque l'emballage

a été fermé.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

- [0057]** La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation, donnés à titre purement indicatif et nullement limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :
- 10 - figure 1 est une représentation partiellement en perspective et partiellement en coupe d'un colis de transport, d'entreposage et/ou de stockage de matière radioactive, selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
 - 15 - la figure 2 est une représentation en élévation d'un dispositif de calage axial de matière radioactive dans le colis selon le premier mode de réalisation, en position rétractée ;
 - la figure 3 est une vue partiellement en coupe d'un dispositif de calage axial du colis selon le premier mode de réalisation, en position rétractée ;
 - 20 - la figure 4 est une vue partiellement en coupe d'un dispositif de calage axial du colis selon le premier mode de réalisation, en position déployée ;
 - 25 - la figure 5 est une vue schématique partiellement en coupe longitudinale d'un colis selon un deuxième mode de réalisation, comprenant un dispositif de calage axial en position rétractée ;
 - la figure 6 est une vue schématique partiellement en coupe longitudinale d'un colis selon le deuxième mode de réalisation, dont le dispositif de calage axial est en position déployée ;
 - 30 - la figure 7 est une vue partiellement en coupe d'un dispositif de calage axial d'un colis selon un troisième mode de réalisation, en position rétractée ;
 - 35 - la figure 8 est une vue partiellement en coupe d'un dispositif de calage axial du colis selon un troisième mode de réalisation, en position déployée ;
 - la figure 9 est une vue schématique partiellement en coupe longitudinale d'un colis selon un quatrième mode de réalisation, comprenant un dispositif de calage axial en position rétractée ;
 - 40 - la figure 10 est une vue schématique partiellement en coupe longitudinale d'un colis selon le quatrième mode de réalisation, dont le dispositif de calage axial est en position déployée ;
 - 45 - la figure 11 est une vue schématique partiellement en coupe longitudinale d'un colis selon un cinquième mode de réalisation, comprenant un dispositif de calage axial en position rétractée ;
 - 50 - la figure 12 est une vue schématique partiellement en coupe longitudinale d'un colis selon le cinquième mode de réalisation, dont le dispositif de calage axial est en position déployée ;
 - 55 - la figure 13 est une vue schématique partiellement en coupe longitudinale d'un colis selon un sixième mode de réalisation, comprenant un dispositif de calage axial en position rétractée ;

- la figure 14 est une vue schématique partiellement en coupe longitudinale d'un colis selon le sixième mode de réalisation, dont le dispositif de calage axial est en position déployée ;
- la figure 15 est une vue schématique partiellement en coupe longitudinale d'un colis selon un septième mode de réalisation, comprenant un dispositif de calage axial en position rétractée ;
- la figure 16 est une vue schématique partiellement en coupe longitudinale d'un colis selon le septième mode de réalisation, dont le dispositif de calage axial est en position déployée ;
- la figure 17 est une vue schématique partiellement en coupe longitudinale d'un colis selon un huitième mode de réalisation, comprenant un dispositif de calage axial en position rétractée ;
- la figure 18 est une vue schématique partiellement en coupe longitudinale d'un colis selon le huitième mode de réalisation, dont le dispositif de calage axial est en position déployée ;
- la figure 19 est une vue schématique partiellement en coupe longitudinale d'un colis selon un neuvième mode de réalisation, comprenant un dispositif de calage axial en position rétractée ;
- la figure 20 est une vue schématique partiellement en coupe longitudinale d'un colis selon le neuvième mode de réalisation, dont le dispositif de calage axial est en position déployée.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

[0058] Des parties identiques, similaires ou équivalentes des différentes figures portent les mêmes références numériques de façon à faciliter le passage d'une figure à l'autre.

[0059] La figure 1 représente un colis 1 de matière radioactive. Le colis 1 comporte un emballage 2 de transport, d'entreposage et/ou de stockage de matière radioactive 3. La matière radioactive 3 (non représentée) comprend par exemple des assemblages de combustible nucléaire frais ou irradié ou des déchets radioactifs vitrifiés. Le colis 1 comprend un panier 4 qui est à l'intérieur de l'emballage 2, la matière radioactive 3 (non représentée) qui est logée dans le panier 4, et des dispositifs de calage axiaux 8 (non représentés) de la matière radioactive 3 relativement à l'emballage 2.

[0060] L'emballage 2 comprend un corps latéral 20 qui s'étend selon un axe longitudinal X-X de l'emballage. L'axe longitudinal X-X de l'emballage 2 est l'axe longitudinal du colis 1. L'emballage 2 est fermé de part et d'autre du corps latéral 20 selon la direction longitudinale X-X par un couvercle 7 et par un fond 6.

[0061] Le corps latéral 20 est délimité radialement vers l'intérieur par une virole 21 en acier et radialement vers l'extérieur par une paroi externe 24 métallique. Le corps latéral 20 comprend un matériau de protection neutronique 22 qui est situé radialement entre la virole interne

21 et la paroi externe 24.

[0062] La virole 21 délimite radialement vers l'extérieur une cavité interne 5 de l'emballage 2 à l'intérieur de laquelle est logé le panier 4. La cavité interne 5 est délimitée axialement d'une part par le couvercle 7 et d'autre part par le fond 6.

[0063] Dans le présent document et sauf précision contraire, l'adjectif « axial » signifie sensiblement parallèle à l'axe longitudinal X-X de l'emballage, l'adjectif « radial » signifie orienté selon une direction sensiblement orthogonale à cet axe et l'adjectif « transversal » signifie selon un plan sensiblement orthogonal à l'axe longitudinal X-X et sécant avec cet axe. Les termes « inférieur » et « supérieur » sont définis relativement à l'axe longitudinal X-X de l'emballage 2.

[0064] Le panier 4 comprend une pluralité d'alvéoles 41 adjacentes, ces dernières s'étendant chacune selon l'axe longitudinal X-X du panier. Les alvéoles 41 sont conformées pour recevoir chacune un assemblage combustible qui est de forme complémentaire de celle de l'alvéole 41. Dans le premier mode de réalisation représenté, les alvéoles 41 et les assemblages combustibles sont de section carrée.

[0065] En référence conjointe aux figures 2 à 4, le colis 1 comprend un dispositif de calage axial 8 par alvéole 41 qui contient de la matière radioactive 3. Dans le premier mode de réalisation, les dispositifs de calage axiaux 8 comprennent chacun un boîtier 84 qui est fixé sur la face inférieure du couvercle 7 en vis-à-vis de chacune des alvéoles 41. Les dispositifs de calage axiaux 8 s'étendent chacun axialement entre le couvercle 7 et la matière radioactive 3.

[0066] Chacun des dispositifs de calage axial 8 est sensiblement symétrique de révolution autour d'un axe de déploiement Y-Y qui est sensiblement parallèle à l'axe longitudinal X-X de l'emballage 2. À ce titre, une direction axiale est également une direction sensiblement parallèle à l'axe de déploiement Y-Y de chaque dispositif de calage axial 8, sauf précision contraire dans la suite de l'exposé.

[0067] Chaque dispositif de calage axial 8 comporte un boîtier 84, une première extrémité axiale 81a, une deuxième extrémité axiale 81b qui est opposée axialement à la première extrémité axiale 81a, au moins un actionneur 9, au moins une tige 82 et des mâchoires auto serrantes 14.

[0068] Le boîtier 84 comprend une paroi latérale 85 autour de l'axe de déploiement Y-Y, une paroi supérieure 87 et une paroi inférieure 86 qui est opposée axialement à la paroi supérieure 87. La paroi latérale 85 s'étend axialement depuis la paroi supérieure 87 jusqu'à la paroi inférieure 86. La paroi supérieure 87 et la paroi inférieure 86 sont des parois transversales à l'axe de déploiement Y-Y. La paroi supérieure 87 est fixée à l'emballage 2, notamment au couvercle 7, et elle forme la première extrémité axiale 81a du dispositif de calage 8. La paroi inférieure 86 est fixée à la paroi latérale 85.

[0069] L'actionneur 9 comprend une pluralité de res-

sorts hélicoïdaux en matériau à mémoire de forme. Le matériau à mémoire de forme est un matériau métallique. Il est configuré pour s'allonger selon la direction de déploiement Y-Y lorsque sa température dépasse une température d'activation qui est supérieure ou égale à 50°C et ainsi prendre une forme préalablement mémorisée. La température d'activation est typiquement supérieure ou égale à 120°C.

[0070] Les ressorts hélicoïdaux s'étendent axialement selon la direction de déploiement Y-Y depuis la paroi supérieure 87 jusqu'à une bride 89. Les ressorts, qui sont raccordés à la paroi 87, sont des moyens de sollicitation de la bride 89. Autrement dit, les ressorts sont configurés pour se déformer selon la direction de déploiement Y-Y entre leur position rétractée qui est représentée à la figure 3 et leur position déployée qui est représentée à la figure 4. En position rétractée, les ressorts sont à une température inférieure à la température d'activation. En position déployée, les ressorts sont à une température supérieure à la température d'activation.

[0071] La bride 89 prend la forme d'une plaque qui présente une surface supérieure et une surface inférieure opposée axialement à la surface supérieure. La surface supérieure de la bride 89 est raccordée à l'extrémité inférieure des ressorts de l'actionneur qui sont également solidaire de la bride 89. La surface inférieure de la bride 89 est rigidement solidaire de la tige 82, en étant par exemple fixée à la tige 82.

[0072] La tige 82 s'étend longitudinalement sensiblement selon la direction de déploiement Y-Y. Elle est raccordée à son extrémité supérieure à la bride 89. La tige 82 est configurée pour se déplacer selon la direction de déploiement Y-Y relativement au boîtier 84 entre une position rétractée qui est représentée à la figure 3 et une position déployée qui est représentée à la figure 4. La longueur axiale de la tige 82 est identique entre sa position rétractée et sa position déployée.

[0073] Le dispositif de calage comprend une plaque 83 qui s'étend sensiblement transversalement à la direction de déploiement. Sa surface supérieure est rigidement solidaire de la tige 82 et elle affleure la surface inférieure de la paroi inférieure 86, en position rétractée du dispositif de calage 8. La surface inférieure de la plaque 83 est destinée à venir au contact de la matière radioactive 3 dans une alvéole 41 du panier en position déployée. La plaque 83 est ainsi une pièce d'appui du dispositif de calage axial 8 contre la matière radioactive 3. La plaque 83 forme la deuxième extrémité axiale 81b du dispositif de calage axial 8. Il s'agit d'une extrémité libre, puisqu'elle est mobile axialement par rapport au boîtier 84 et par rapport à la matière radioactive 3 entre la position rétractée et la position déployée du dispositif de calage axial 8.

[0074] Les mâchoires auto-serrantes 14 sont situées dans un logement du boîtier 84 qui est délimité radialement par rapport à l'axe de déploiement Y-Y par une paroi inclinée radialement vers l'extérieur en direction de la paroi inférieure 86. Ce logement est délimité axiale-

ment par la paroi inférieure 86. Des ressorts de compression hélicoïdaux sont disposés entre la surface inférieure des mâchoires et la surface supérieure de la paroi 86. Les mâchoires 14 sont situées autour de la tige 82. Grâce à la paroi inclinée, les ressorts de compression permettent d'assurer un contact permanent des mâchoires 14 sur la tige 82. Les mâchoires auto serrantes 14 sont immobiles axialement par rapport au boîtier 84.

[0075] Les mâchoires 14 présentent chacune une surface interne entaillée pour engager mécaniquement la tige 82 par coopération de forme. Elles sont configurées pour enserrer la tige 82. Elles sont configurées pour laisser la tige 82 se déployer axialement vers la matière radioactive 3, et pour empêcher le retour axial de la tige 82 vers la paroi supérieure 87. Les mâchoires auto-serrantes 14 forment ainsi un dispositif anti-retour qui est configuré pour limiter le rapprochement de la deuxième extrémité axiale 81b de la première extrémité axiale 81a du dispositif de calage 8, lorsque le dispositif de calage 8 s'est déployé au moins partiellement axialement. Le déplacement axial de la tige 82 relativement aux mâchoires 14 est irréversible.

[0076] Les mâchoires auto-serrantes 14 et la paroi latérale 85 du boîtier forment un dispositif de contournement d'effort du dispositif de calage en cas de chute du colis 1 coté couvercle 7. Elles sont configurées pour transmettre un effort mécanique axial en provenance de la plaque 83 jusqu'à la paroi supérieure 87 du boîtier au moins partiellement en dérivation de l'actionneur 9.

[0077] En référence plus spécifiquement à la figure 3, le dispositif de calage axial 8 est en position rétractée. Les ressorts de l'actionneur 9 sont en position rétractée, leur longueur axiale est minimale. La bride 89 est située axialement à proximité de la paroi supérieure 87. La tige 82 est en position rétractée, en étant située à l'intérieur du boîtier 84. La plaque 83 affleure ou est au contact de la paroi inférieure 86.

[0078] En référence plus spécifiquement à la figure 4, le dispositif de calage axial 8 est en position déployée. Les ressorts de l'actionneur 9 sont en position déployée, leur longueur axiale est plus importante qu'en position rétractée et leur forme correspond à celle préalablement mémorisée à une température supérieure à la température d'activation. La bride 89 est plus éloignée axialement de la paroi supérieure 87. La tige 82 est en position déployée, en étant partiellement en saillie axialement du boîtier 84. La plaque 83 est destinée à être au contact de la matière radioactive 3 dans l'emballage 2.

[0079] Le procédé de transport, d'entreposage et/ou de stockage de la matière radioactive 3 dans l'emballage 2 pour former le colis 1 selon le premier mode de réalisation est décrit ci-dessous.

[0080] Tout d'abord, la matière radioactive 3 est chargée dans les alvéoles 41 du panier 4 à l'intérieur de la cavité interne 5 de l'emballage. Les dispositifs de calage axiaux 8 sont en position rétractée selon la direction longitudinale X-X de l'emballage, le matériau à mémoire de forme de leur actionneur 9 étant à une température infé-

rieure à celle de sa température d'activation.

[0081] Puis, le couvercle 7, équipés des dispositifs de calage 8, vient fermer axialement le colis 1. Les actionneurs 9 des dispositifs de calage axiaux 8 se déploient axialement, suite à l'augmentation de leur température au-dessus de la température d'activation. La chaleur dégagée par la matière radioactive 3 dans la cavité interne 5 du colis permet le déploiement axial des actionneurs 9. Enfin, la matière radioactive 3 est calée axialement à l'intérieur de l'emballage 2 une fois que les dispositifs de calage axiaux 8 sont chacun en position déployée.

[0082] Les figures 5 et 6 représentent un colis 1 selon un deuxième mode de réalisation de l'invention. Dans ce colis 1, la matière radioactive 3 est logée dans un étui. L'étui est directement au contact du fond 6 et/ou des parois latérales 20 de l'emballage 2. Le colis 1 comporte un seul dispositif de calage axial 8, disposé entre le couvercle 7 et la matière radioactive 3, qui est configuré pour caler axialement la matière radioactive 3 dans la cavité interne 5 de l'emballage 2.

[0083] Le dispositif de calage axial 8 du deuxième mode de réalisation se distingue principalement de celui du colis 1 qui est représenté à la figure 2, par ses dimensions, en ce qu'il comprend plusieurs tiges de guidage 82b, 82c, en ce qu'il est dépourvu de bride 89, et en ce qu'il comprend une rondelle autobloquante 12 qui est configurée pour coopérer avec une tige centrale 82a pour former le dispositif anti-retour 10 du dispositif de calage axial 8.

[0084] Le boîtier 84 du dispositif de calage axial 8 s'étend sensiblement sur toute la surface inférieure du couvercle 7. Il comprend un logement pour loger axialement chacune des tiges de guidage 82b, 82c et de la tige centrale 82a en position rétractée du dispositif de calage 8.

[0085] Le dispositif de calage axial 8 comprend un premier ressort 9b en matériau à mémoire de forme qui est situé autour d'une première tige de guidage 82b. Le dispositif de calage axial 8 comprend un deuxième ressort 9c en matériau à mémoire de forme qui est situé autour d'une deuxième tige de guidage 82c. Les ressorts 9b, 9c sont chacun des ressorts hélicoïdaux. Ils comprennent chacun une extrémité axiale supérieure qui prend appui sur la paroi inférieure du boîtier 84 et une extrémité axiale inférieure qui prend appui sur la plaque 83. Les températures d'activation des matériaux à mémoire de forme des ressorts 9b, 9c sont sensiblement identiques.

[0086] Les ressorts 9b, 9c forment l'actionneur 9 du dispositif de calage 8. Le premier ressort 9b est configuré pour solliciter le déploiement de la première tige de guidage 82b selon une première direction de déploiement Y1-Y1 qui est parallèle à l'axe longitudinal X-X de l'emballage. Le deuxième ressort 9c est configuré pour solliciter le déploiement de la deuxième tige de guidage 82c selon une deuxième direction de déploiement Y2-Y2 qui est parallèle à l'axe longitudinal X-X de l'emballage. Les ressorts 9b, 9c et les tiges de guidage 82b, 82c sont configurés pour solliciter axialement la plaque 83 vers la

matière radioactive 3. Les ressorts 9b, 9c sont ainsi des moyens de sollicitation de la plaque 83.

[0087] Les tiges de guidage 82b, 82c sont sensiblement identiques. Leur direction longitudinale est sensiblement parallèle à l'axe longitudinal X-X de l'emballage. Elles ont une longueur identique en position rétractée et en position déployée. Les tiges de guidage 82b, 82c sont configurées pour guider le déplacement de la plaque 83 relativement à l'ensemble contenant la matière radioactive 3. Lors du transport du colis 1, les tiges de guidage 82b, 82c limitent le déplacement latéral de la plaque 83 et des ressorts 9b, 9c relativement au corps latéral 20 et elles limitent ainsi l'endommagement des ressorts 9b, 9c.

[0088] La plaque 83 s'étend sensiblement sur toute la surface supérieure de la matière radioactive 3. Elle est rigidement solidaire de l'extrémité axiale inférieure de chacune des tiges de guidage 82b, 82c et de la tige centrale 82a. Elle est à distance de la matière radioactive 3 en position rétractée qui est représentée à la figure 5. Elle est au contact mécanique de la matière radioactive 3 en position déployée qui est représentée à la figure 6, pour caler axialement la matière radioactive 3 relativement au couvercle 7 de l'emballage 2.

[0089] L'actionneur 9 permet le déplacement axial de la plaque 83, qui forme la deuxième extrémité axiale, relativement à la première extrémité axiale formée par le boîtier 84.

[0090] L'axe longitudinal de la tige centrale 82a est parallèle à l'axe longitudinal X-X de l'emballage, en étant notamment confondu avec l'axe longitudinal X-X de l'emballage. La tige centrale 82a a une longueur identique en position rétractée et en position déployée, notamment une longueur identique à celles des tiges de guidage 82b, 82c.

[0091] La rondelle autobloquante 12 est solidaire du boîtier 84 et entoure la tige centrale 82a. La rondelle 12 est par exemple une rondelle à frein à griffes pour axes lisses.

[0092] La rondelle autobloquante 12 est configurée pour enserrer la tige centrale 82a. Elle est configurée pour laisser la tige 82a se déployer axialement vers l'étui et pour empêcher le retour axial de la tige centrale 82a vers le couvercle 7, en particulier en cas de chute du colis 1 sur le couvercle 7. Le déplacement axial de la tige centrale 82a relativement à la rondelle autobloquante 82a est irréversible.

[0093] La rondelle autobloquante 12, la tige centrale 82a, la plaque 83 et la paroi latérale du boîtier 84 forment un dispositif de contournement d'effort du dispositif de calage. Elles sont configurées pour transmettre un effort mécanique axial depuis la plaque 83 jusqu'au couvercle 7 au moins partiellement en dérivation de l'actionneur 9.

[0094] En référence plus spécifiquement à la figure 5, le dispositif de calage axial 8 est en position rétractée. Les ressorts 9b, 9c sont en position rétractée, leur longueur axiale est minimale. Chacune des tiges de guidage 82b, 82c et de la tige centrale 82a est en position rétractée.

[0095] En référence plus spécifiquement à la figure 6, le dispositif de calage axial 8 est en position déployée. Les ressorts 9b, 9c sont en position déployée, leur longueur axiale est plus importante qu'en position rétractée. Chacune des tiges de guidage 82b, 82c et de la tige centrale 82a est en position déployée, en étant partiellement en saillie axialement du boîtier 84.

[0096] Les figures 7 et 8 représentent un dispositif de calage axial 8 pour un colis 1 selon un troisième mode de réalisation qui se différencie du dispositif de calage du colis selon le deuxième mode de réalisation par la structure du dispositif anti-retour 10.

[0097] Le dispositif anti-retour 10 comprend une tige centrale dentée 82d, un cliquet 16 et un ressort 17. La tige centrale dentée 82d remplace la tige centrale 82a du dispositif de calage du colis selon le deuxième mode de réalisation. Elle présente des dents qui sont espacées les unes des autres selon la direction de déploiement Y-Y et qui sont configurées pour engager par coopération de forme le cliquet 16. Le cliquet 16 a une surface externe biseautée qui est de forme complémentaire de celle des dents de la tige centrale dentée 82d. Le cliquet 16 est logé au moins partiellement à l'intérieur de la paroi latérale du boîtier 84, en s'étendant transversalement à la direction de déploiement Y-Y. Le ressort 17 est un ressort hélicoïdal qui forme un moyen de sollicitation élastique du cliquet 16. Il est configuré pour solliciter le cliquet 16 en translation hors de son logement pour qu'il engage mécaniquement la tige centrale dentée 82d.

[0098] Les figures 9 et 10 représentent un colis 1 selon un quatrième mode de réalisation de l'invention. Dans ce colis 1, la matière radioactive 3 est logée dans les alvéoles 41 d'un panier 4 de l'emballage 2. Le colis 1 comporte un dispositif de calage axial 8 par alvéole 41 qui contient de la matière radioactive 3, pour caler axialement la matière radioactive 3 relativement à l'emballage 2.

[0099] Chaque dispositif de calage axial 8 du colis 1 selon le quatrième mode de réalisation se différencie principalement du dispositif de calage axial 8 du colis selon le deuxième mode de réalisation par ses dimensions, en ce qu'il comprend une seule tige de guidage 82b, 82c et un seul ressort 9b, 9c pour solliciter le déploiement de la tige de guidage, et en ce qu'il est dépourvu de dispositif de contournement d'effort. En particulier, les dispositifs de calage axiaux 8 ne comportent ni tige centrale 82a, ni rondelle autobloquante 12.

[0100] Le boîtier 84 de chaque dispositif de calage axial 8 comprend un logement pour loger axialement la tige de guidage 82b, 82c du dispositif de calage 8 en position rétractée du dispositif de calage 8. La paroi supérieure du boîtier 84 est rigidement solidaire du couvercle 7, en étant notamment fixée au couvercle 7.

[0101] Chaque dispositif de calage axial 8 comprend un ressort 9b, 9c en matériau à mémoire de forme qui est situé autour d'une tige de guidage 82b, 82c. Le ressort 9b, 9c est un ressort hélicoïdal. Il comprend une extrémité axiale supérieure qui est solidaire de la paroi inférieure

du boîtier et une extrémité axiale inférieure qui est solidaire d'une plaque 83b, 83c portée par la tige de guidage 82b, 82c.

[0102] La direction longitudinale Y1-Y1, Y2-Y2 de chaque tige de guidage 82b, 82c est sensiblement parallèle à la direction longitudinale X-X de l'emballage. Chaque tige de guidage 82b, 82c a une longueur identique en position rétractée et en position déployée.

[0103] Chaque dispositif de calage axial 8 comprend une plaque 83b, 83c qui forme une pièce d'appui contre la matière radioactive 3 dans l'alvéole 41. Cette plaque 83b, 83c est rigidement solidaire de l'extrémité axiale inférieure de la tige de guidage 82b, 82c correspondante. Elle est à distance de la matière radioactive 3 en position rétractée qui est représentée à la figure 9. Elle est au contact mécanique de la matière radioactive 3 en position déployée qui est représentée à la figure 10, pour caler axialement la matière radioactive 3 dans l'alvéole 41 relativement à l'emballage 2.

[0104] L'actionneur 9b, 9c permet le déplacement axial de la plaque 83b, 83c, qui forme la deuxième extrémité axiale, relativement à la première extrémité axiale formée par le boîtier 84.

[0105] Les figures 11 et 12 représentent un colis 1 selon un cinquième mode de réalisation de l'invention. Dans ce colis 1, la matière radioactive 3 est logée dans un étui qui est placé dans l'emballage 2. L'étui est directement au contact du fond 6 et/ou des parois latérales 20 de l'emballage 2. Le colis 1 comporte un seul dispositif de calage axial 8 qui est configuré pour caler axialement la matière radioactive 3 dans la cavité interne 5 de l'emballage 2.

[0106] Chaque dispositif de calage axial 8 du colis 1 selon le cinquième mode de réalisation se différencie principalement du dispositif de calage axial 8 du colis selon le deuxième mode de réalisation par la structure de l'actionneur 9 qui comprend une première tige d'actionneur 9a et une deuxième tige d'actionneur 9d, en ce qu'il est dépourvu de tiges de guidage 82b, 82c, et en ce qu'il est dépourvu de dispositif de contournement d'effort.

[0107] Le boîtier 84 du dispositif de calage axial 8 comprend un logement pour loger axialement partiellement chacune des tiges d'actionneur 9a, 9d. La paroi supérieure du boîtier 84 est rigidement solidaire du couvercle 7, en étant notamment fixée au couvercle 7.

[0108] Chaque tige d'actionneur 9a, 9d est une tige en matériau à mémoire de forme qui s'étend axialement depuis le boîtier 84 jusqu'à la plaque 83. La direction longitudinale Y1-Y1, Y2-Y2 des tiges d'actionneurs 9a, 9d est sensiblement parallèle à la direction longitudinale X-X de l'emballage. Les tiges d'actionneur 9a, 9d sont sensiblement identiques. En particulier, les températures d'activation des matériaux à mémoire de forme des tiges d'actionneurs 9a, 9d sont sensiblement identiques. La longueur axiale des tiges d'actionneur 9a, 9d varie entre leur position rétractée qui est représentée à la figure 11 et leur position déployée qui est représentée à la figure 12.

[0109] La plaque 83 est rigidement solidaire de l'extrémité axiale inférieure de chacune des tiges d'actionneur 9a, 9d. Elle est à distance de la matière radioactive 3 en position rétractée. Elle est au contact mécanique de la matière radioactive 3 en position déployée, pour caler axialement la matière radioactive 3 relativement à l'emballage 2.

[0110] Les figures 13 et 14 représentent un colis 1 selon un sixième mode de réalisation de l'invention dont le dispositif de calage axial 8 se distingue de celui du colis 1 selon le deuxième mode de réalisation en ce qu'il est dépourvu de dispositif de contournement d'effort. En particulier, le dispositif de calage axial 8 ne comporte ni tige centrale 82a, ni rondelle autobloquante 12.

[0111] Les figures 15 et 16 représentent un colis 1 selon un septième mode de réalisation de l'invention dont le dispositif de calage axial 8 se distingue de celui du colis 1 selon le sixième mode de réalisation en ce que le boîtier 84 du dispositif de calage est rigidement solidaire du fond 6 de l'emballage, au lieu d'être rigidement solidaire du couvercle 7 de l'emballage. Le boîtier 84 est notamment fixé ou posé au fond 6 de l'emballage. Il fait saillie du fond 6 de l'emballage à l'intérieur de la cavité interne 5 de l'emballage.

[0112] En référence plus spécifiquement à la figure 15, le dispositif de calage axial 8 est en position rétractée. Les ressorts à mémoire de forme de l'actionneur 9 sont en position rétractée, leur longueur axiale est minimale. Les tiges de guidage 82b, 82c sont en position rétractées, en étant situées partiellement à l'intérieur du boîtier 84. La plaque 83 est au contact de la matière radioactive 3, en étant à distance du boîtier 84.

[0113] En référence plus spécifiquement à la figure 16, le dispositif de calage axial 8 est en position déployée. Les ressorts de l'actionneur 9 sont en position déployée, leur longueur axiale est plus importante qu'en position rétractée. Les tiges de guidage 82b, 82c sont en position déployées. Elles ont une longueur axiale sensiblement identique en position rétractée et en position déployée. La plaque 83 est au contact de la matière radioactive 3, elle est plus éloignée du fond 6 du boîtier 84 qu'en position rétractée du dispositif de calage 8.

[0114] Le procédé de transport, d'entreposage et/ou de stockage de la matière radioactive 3 dans l'emballage 2 pour former le colis 1 selon le septième mode de réalisation est décrit ci-dessous.

[0115] Tout d'abord, le dispositif de calage axial 8 en position rétractée est disposé au fond 6 de l'emballage, le matériau à mémoire de forme de l'actionneur 9 étant à une température inférieure à celle de sa température d'activation. Puis, la matière radioactive 3 est chargée à l'intérieur de la cavité interne 5 de l'emballage en venant en appui contre la plaque 83 du dispositif de calage axial 8.

[0116] Enfin, le couvercle 7 vient fermer axialement le colis 1 de sorte qu'un jeu axial soit aménagé entre le couvercle 7 et la matière radioactive 3. L'actionneur 9 du dispositif de calage axial se déploie axialement, suite à

l'augmentation de sa température au-dessus de sa température d'activation. La matière radioactive 3 est calée axialement à l'intérieur de l'emballage 2 en venant en butée contre le couvercle 7.

[0117] Les figures 17 et 18 représentent un colis 1 selon un huitième mode de réalisation de l'invention dont le dispositif de calage axial 8 se distingue de celui du colis 1 selon le septième mode de réalisation en ce que la matière radioactive 3 est à distance de la plaque 83 du dispositif de calage 8 en position rétractée. La plaque 83 forme une extrémité libre du dispositif de calage axial 8, puisqu'elle est mobile axialement par rapport au boîtier 84 et par rapport à la matière radioactive 3 entre la position rétractée et la position déployée du dispositif de calage axial 8.

[0118] L'emballage 2 du colis selon le huitième mode de réalisation se distingue de celui selon le septième mode de réalisation en ce que la surface interne du corps latéral 20 comprend un épaulement 25 qui sert de butée axiale à la matière radioactive 3 vers le fond 6 relativement à l'emballage 2. La matière radioactive 3 est destinée à venir en appui contre l'épaulement 25 en position rétractée du dispositif de calage axial 8.

[0119] En référence plus spécifiquement à la figure 17, le dispositif de calage axial 8 est en position rétractée. Les ressorts de l'actionneur 9 sont en position rétractée, leur longueur axiale est minimale. Les tiges de guidage 82b, 82c sont en position rétractées, en étant situées partiellement à l'intérieur du boîtier 84. La plaque 83 est à distance de la surface inférieure de la matière radioactive 3 et du boîtier 84. La matière radioactive 3 est en appui contre l'épaulement 25 et elle est à distance axiale du couvercle 7.

[0120] En référence plus spécifiquement à la figure 18, le dispositif de calage axial 8 est en position déployée dans laquelle les ressorts de l'actionneur 9 sont en position déployée, leur longueur axiale étant plus importante qu'en position rétractée. Les tiges de guidage 82b, 82c sont en position déployées, en ayant sensiblement la même longueur axiale qu'en position rétractée. La plaque 83 est au contact de la surface inférieure de la matière radioactive 3. La matière radioactive 3 est soulevée de l'épaulement 25 et elle est en appui axial contre la surface inférieure du couvercle 7.

[0121] Les figures 19 et 20 représentent un colis 1 selon un neuvième mode de réalisation de l'invention dont le dispositif de calage axial 8 se distingue de celui du colis 1 selon le septième mode de réalisation en ce que le boîtier 84 du dispositif de calage repose sur la surface supérieure de la matière radioactive 3, au lieu d'être rigidement solidaire du couvercle 7 de l'emballage. Alternativement, le boîtier 84 est rigidement solidaire de la matière radioactive 3 et par exemple fixé directement ou indirectement à la matière radioactive 3. Il fait saillie de la matière radioactive 3 à l'intérieur de la cavité interne 5 de l'emballage vers le couvercle 7.

[0122] En référence plus spécifiquement à la figure 19, le dispositif de calage axial 8 est en position rétractée.

Les ressorts de l'actionneur 9 sont en position rétractée, leur longueur axiale est minimale. Les tiges de guidage 82b, 82c sont en position rétractées, en étant situées partiellement à l'intérieur du boîtier 84. La plaque 83 est à distance du couvercle 7 et du boîtier 84. La plaque 83 forme une extrémité libre du dispositif de calage axial 8, puisqu'elle est mobile axialement par rapport au boîtier 84 et par rapport à la matière radioactive 3 entre la position rétractée et la position déployée du dispositif de calage axial 8.

[0123] En référence plus spécifiquement à la figure 20, le dispositif de calage axial 8 est en position déployée. Les ressorts de l'actionneur 9 sont en position déployée, leur longueur axiale est plus importante qu'en position rétractée. Les tiges de guidage 82b, 82c sont en position déployées. La plaque 83 étant au contact de la surface inférieure du couvercle 7, elle est plus éloignée du boîtier 84 et de la matière radioactive 3 qu'en position rétractée du dispositif de calage 8.

[0124] Le procédé de transport, d'entreposage et/ou de stockage de la matière radioactive 3 dans l'emballage 2 pour former le colis 1 selon le neuvième mode de réalisation est décrit ci-dessous.

[0125] Tout d'abord, le dispositif de calage axial 8 est fixé ou posé à la surface supérieure de la matière radioactive 3. Le dispositif de calage axial 8 est en position, rétractée puisque le matériau à mémoire de forme est à une température inférieure à sa température d'activation. Puis, la matière radioactive 3 est chargée à l'intérieur de la cavité interne 5 de l'emballage en venant en appui contre le fond 6 de l'emballage. Alternativement, la matière radioactive 3 est d'abord chargée dans l'emballage 2 puis le dispositif de calage 8 est placé sur la surface supérieure de la matière radioactive 3.

[0126] Enfin, le couvercle 7 vient fermer axialement le colis 1. L'actionneur 9 du dispositif de calage axial se déploie axialement, suite à l'augmentation de sa température au-dessus de sa température d'activation pour amener la plaque 83 en butée contre la surface inférieure du couvercle 7 de sorte que la matière radioactive 3 est calée axialement à l'intérieur de l'emballage 2.

[0127] Grâce au dispositif de calage axial 8 ou aux dispositifs de calage axiaux 8 du colis 1, le jeu axial entre la matière radioactive 3 et l'emballage 2 est limité ou supprimé en cas de chute du colis 1 du côté du couvercle 7. Le déploiement de chaque dispositif de calage axial 8 est indépendant des conditions de chutes du colis 1, ce qui tend à améliorer le calage de la matière radioactive 3 relativement à l'emballage 2 et par conséquent à réduire les efforts appliqués sur la face inférieure du couvercle 7 au moment de l'impact.

[0128] Chaque dispositif de calage axial 8 est en position au moins partiellement rétractée lorsque la matière radioactive 3 est insérée dans l'emballage 2, permettant de garantir l'existence d'un jeu axial minimal entre la matière radioactive 3 et l'emballage 2 au moment de la fermeture du colis 1.

[0129] En référence aux modes de réalisations repré-

sentés aux figures 1 à 14 et 17, 18, la plaque 83, 83b, 83c de chaque dispositif de calage axial 8 est configurée pour être à distance de la matière radioactive 3, lorsque l'actionneur 9 est en position rétractée. Cette configuration empêche tout endommagement de la matière radioactive 3 lors de la mise en place du couvercle 7.

[0130] Dans le mode de réalisation représenté aux figures 19 et 20, la plaque 83 du dispositif de calage axial 8 est configurée pour être à distance du couvercle 7 de l'emballage 2 lorsque l'actionneur 9 est en position rétractée. Cette configuration empêche tout endommagement de la matière radioactive 3 lors de la mise en place du couvercle 7.

[0131] En référence aux modes de réalisations représentés aux figures 1 à 18, la plaque 83, 83b, 83c de chaque dispositif de calage axial 8 est configurée pour être au contact de la matière radioactive 3, lorsque l'actionneur 9 est en position déployée. Le calage de la matière radioactive 3 relativement à l'emballage 2 est amélioré, du fait du contact mécanique entre le dispositif de calage axial 8 et la matière radioactive 3.

[0132] Dans le mode de réalisation représenté aux figures 19 et 20, la plaque 83 du dispositif de calage axial 8 est au contact du couvercle 7 de l'emballage 2, lorsque l'actionneur 9 est en position déployée. Le calage de la matière radioactive 3 relativement à l'emballage 2 est amélioré, du fait du contact mécanique entre le dispositif de calage axial 8 et l'emballage 2.

[0133] En référence aux modes de réalisations représentés aux figures 1 à 10 et 13 à 20, chaque actionneur 9 de dispositif de calage axial 8 comprend au moins un moyen de sollicitation, en particulier un ressort 9b, 9c, qui est en matériau à mémoire de forme. Ce moyen de sollicitation permet un calage satisfaisant de la matière radioactive 3 relativement à l'emballage 2, tout en limitant l'intensité des efforts axiaux exercés entre la matière radioactive 3 et l'emballage 2 par l'intermédiaire du dispositif de calage 8.

[0134] En référence aux modes de réalisations représentés aux figures 1 à 8, chaque dispositif de calage axial 8 comprend un dispositif de contournement d'effort, lui-même équipé d'un dispositif anti-retour 10. Le dispositif de contournement d'effort limite les efforts mécaniques axiaux qui sont exercés sur l'actionneur 9 en matériau à mémoire de forme en cas de chute du colis 1. Le matériau à mémoire de forme de l'actionneur 9 peut être choisi avec une résistance mécanique moins importante.

[0135] En référence aux modes de réalisation des figures 9 à 20, chacun des dispositifs de calage axial 8 est dépourvu de dispositif de contournement d'effort. Ces dispositifs de calage axiaux 8 sont moins coûteux à fabriquer et plutôt plus facile à installer. Ils sont particulièrement avantageux lorsque le matériau à mémoire de forme des actionneurs 9 est un matériau à mémoire de forme dit simple effet, c'est-à-dire que le matériau à mémoire de forme s'allonge de manière irréversible lorsque sa température dépasse sa température d'activation.

[0136] Le colis 1 du premier mode de réalisation qui

est représenté aux figures 1 à 4 et celui du quatrième mode de réalisation qui est représenté aux figures 9 à 10 comprennent chacun un panier 4 pour loger la matière radioactive 3, ainsi qu'un dispositif de calage axial 8 par

alvéole 41 qui contient de la matière radioactive 3. Le calage axial de la matière radioactive 3 relativement à l'emballage 2 est amélioré.

[0137] Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme du métier à l'invention qui vient d'être décrite sans sortir du cadre de l'exposé de l'invention.

[0138] Les assemblages combustibles de la matière radioactive 3 et/ou les alvéoles 41 du panier 4 peuvent également adopter d'autres formes qu'une forme carrée, telle qu'une forme hexagonale, en section transversale.

[0139] La forme de la cavité interne 5 peut également varier. La cavité interne 5 est par exemple de section transversale hexagonale plutôt que circulaire. De manière générale, le contour extérieur du panier 4 est de forme complémentaire de celle de la surface interne de l'emballage 2 qui délimite la cavité interne 5.

[0140] Lorsque le colis 1 comprend un panier 4 qui est logé dans une cavité interne 5 d'un emballage 2, au moins un dispositif de calage axial 8 peut être configuré pour caler axialement le panier 4 relativement à l'emballage 2, notamment relativement au couvercle 7 et/ou au fond 6 de l'emballage.

[0141] L'actionneur 9 de chaque dispositif de calage axial 8 peut comprendre d'autres types de ressorts qu'un ressort hélicoïdal, par exemple un ressort à lame.

[0142] Lorsque l'actionneur 9 comprend au moins un ressort 9b, 9c qui s'étend axialement entre le boîtier 84 et la plaque 83, le dispositif de calage 8 peut également être dépourvu de tige de guidage 82b, 82c. En particulier, le dispositif de calage axial 8 peut être dépourvu de tige de guidage 82b, 82c lorsqu'il comprend une tige centrale 82a.

[0143] Chacun des dispositifs de calage axiaux 8 des colis des cinquième au neuvième mode de réalisation représenté peut comprendre un dispositif anti-retour 10 et un dispositif de contournement d'effort, tels que ceux du premier au troisième mode de réalisation représenté.

Revendications

1. Colis (1) comprenant un emballage (2) de transport, d'entreposage et/ou de stockage de matière radioactive (3), et au moins un ensemble contenant la matière radioactive (3), l'emballage comprenant un corps latéral (20), un couvercle (7) et un fond (6) qui est espacé du couvercle (7) selon une direction axiale (X-X) de l'emballage (2), l'emballage (2) définissant une cavité (5) qui est délimitée par le corps latéral (20), le couvercle (7) et le fond (6), la cavité (5) logeant le au moins un ensemble contenant la matière radioactive (3),

caractérisé en ce que le colis (1) comprend au

moins un dispositif de calage axial (8) de l'ensemble contenant la matière radioactive dans la cavité (5) de l'emballage, le dispositif de calage axial (8) comprenant au moins un actionneur (9) en matériau à mémoire de forme qui est configuré pour s'allonger, lorsque sa température dépasse une température d'activation, en provoquant un déploiement du dispositif de calage axial (8) selon la direction axiale (X-X).

2. Colis (1) selon la revendication précédente, dans lequel le dispositif de calage axial (8) s'étend axialement entre le couvercle (7) et l'ensemble contenant la matière radioactive (3), et/ou dans lequel le dispositif de calage axial (8) s'étend axialement entre le fond (6) et l'ensemble contenant la matière radioactive (3).

3. Colis (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif de calage axial (8) comprend une première extrémité axiale (81a) et une deuxième extrémité axiale (81b) qui est opposée axialement à la première extrémité axiale (81a) et qui est située plus proche axialement du centre de l'emballage (2) que la première extrémité axiale (81a), la première extrémité axiale (81a) étant une extrémité fixe qui est rigidement solidaire de l'emballage (2), la deuxième extrémité axiale (81b) étant une extrémité libre qui est déplaçable axialement relativement à la première extrémité axiale (81a), ou la deuxième extrémité axiale (81b) étant une extrémité fixe qui est rigidement solidaire de l'ensemble contenant la matière radioactive (3), la première extrémité axiale (81a) étant une extrémité libre qui est déplaçable axialement relativement à la deuxième extrémité axiale (81b).

4. Colis (1) selon la revendication précédente, dans lequel la première extrémité axiale (81a) est fixée au couvercle (7), ou la première extrémité axiale (81a) est fixée au fond (6) ou en appui contre le fond (6) de l'emballage.

5. Colis (1) selon l'une quelconque des revendications 3 et 4, dans lequel l'extrémité libre est configurée pour être à distance de l'ensemble contenant la matière radioactive (3) et/ou l'extrémité libre est configurée pour être à distance du couvercle (7) ou du fond (6) de l'emballage (2), lors de la fermeture de l'emballage (2).

6. Colis (1) selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, dans lequel, lorsque le matériau à mémoire de forme dépasse sa température d'activation, le dispositif de calage axial (8) est configuré pour se déployer axialement, pour que l'extrémité libre vienne au contact de l'ensemble contenant la matière ra-

dioactive (3), ou pour que l'extrémité libre vienne axialement au contact du couvercle (6) ou du fond (7) de l'emballage (2).

7. Colis (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'actionneur (9) comprend un moyen de sollicitation élastique en matériau à mémoire de forme, le moyen de sollicitation élastique comprenant de préférence au moins un ressort. 5
8. Colis (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le matériau à mémoire de forme comprend un matériau métallique, la température d'activation étant supérieure ou égale à 50°C, de préférence supérieure ou égale à 80°C, de préférence supérieure ou égale à 120°C. 10
9. Colis (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le matériau à mémoire de forme est configuré pour s'allonger de manière réversible lorsque sa température dépasse sa température d'activation, ou dans lequel le matériau à mémoire de forme est configuré pour s'allonger de manière irréversible lorsque sa température dépasse sa température d'activation. 15
10. Colis (1) selon l'une quelconque des revendications 3 à 9, dans lequel l'extrémité libre comprend une pièce d'appui (83) qui a au moins partiellement une forme de plaque. 20
11. Colis (1) selon l'une quelconque des revendications 3 à 10, dans lequel le dispositif de calage axial (8) comprend au moins une tige de guidage de l'extrémité axiale libre (82b, 82c), la tige de guidage (82b, 82c) s'étendant au moins partiellement axialement entre la première extrémité axiale (81a) et la deuxième extrémité axiale (81b). 25
12. Colis (1) selon l'une quelconque des revendications 3 à 11, dans lequel le dispositif de calage axial (8) comprend un dispositif de contournement d'effort (14, 84, 12, 16, 17) qui est configuré pour transmettre un effort mécanique depuis l'ensemble contenant la matière radioactive (3) jusqu'à l'emballage (2) au moins partiellement en dérivation du matériau à mémoire de forme, lorsque le dispositif de calage axial (8) s'est déployé au moins partiellement axialement. 30
13. Colis (1) selon la revendication 12, dans lequel le dispositif de contournement d'effort (14, 84, 12, 16, 17) comprend un dispositif anti-retour (14, 12, 16, 17) qui est configuré pour limiter le rapprochement de l'extrémité libre de l'extrémité fixe. 35
14. Colis (1) selon la revendication précédente, dans lequel le dispositif anti-retour comprend au moins une 40

mâchoire auto serrante (14) et/ou une rondelle autobloquante (12).

15. Colis (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, l'emballage (2) loge un panier (4) comprenant une pluralité d'alvéoles (41) dans lesquelles sont logées la matière radioactive (3), le colis (1) comprenant au moins un dispositif de calage axial (8) par alvéole (41) contenant de la matière radioactive (3). 45
16. Colis (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'emballage (2) comprend l'au moins un dispositif de calage axial (8) configuré pour caler axialement l'ensemble dans la cavité (5) de l'emballage, le dispositif de calage axial (8) comprenant au moins un actionneur (9) en matériau à mémoire de forme qui est configuré pour s'allonger, lorsque sa température dépasse une température d'activation, en provoquant un déploiement du dispositif de calage axial (8) selon la direction axiale (X-X). 50
17. Procédé de transport, d'entreposage et/ou de stockage d'une matière radioactive (3) dans un emballage (2) pour former un colis (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, comprenant : 55

une étape de chargement de la matière radioactive (3) dans l'emballage (2), le matériau à mémoire de forme étant à une température inférieure à sa température d'activation, et le calage axial de l'ensemble contenant la matière radioactive (3) dans l'emballage (2) par le dispositif de calage axial (8), suite à l'augmentation de la température du matériau à mémoire de forme au-dessus de sa température d'activation lorsque l'emballage (2) a été fermé.

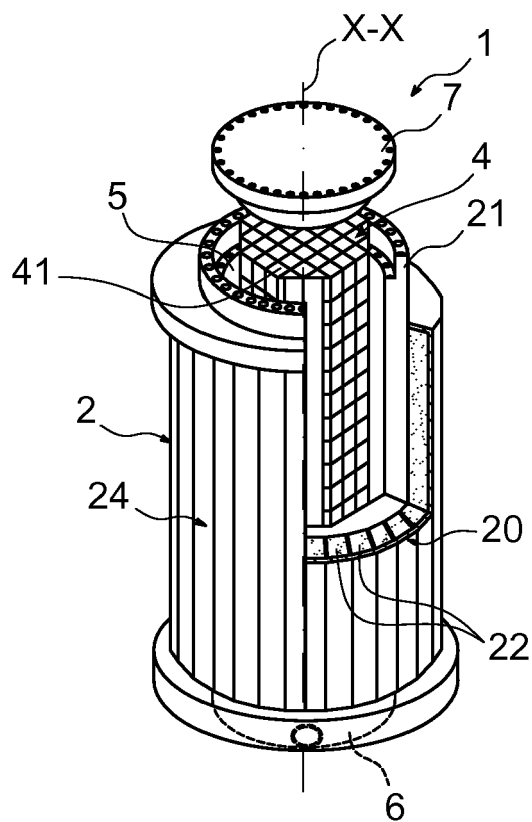


FIG. 1

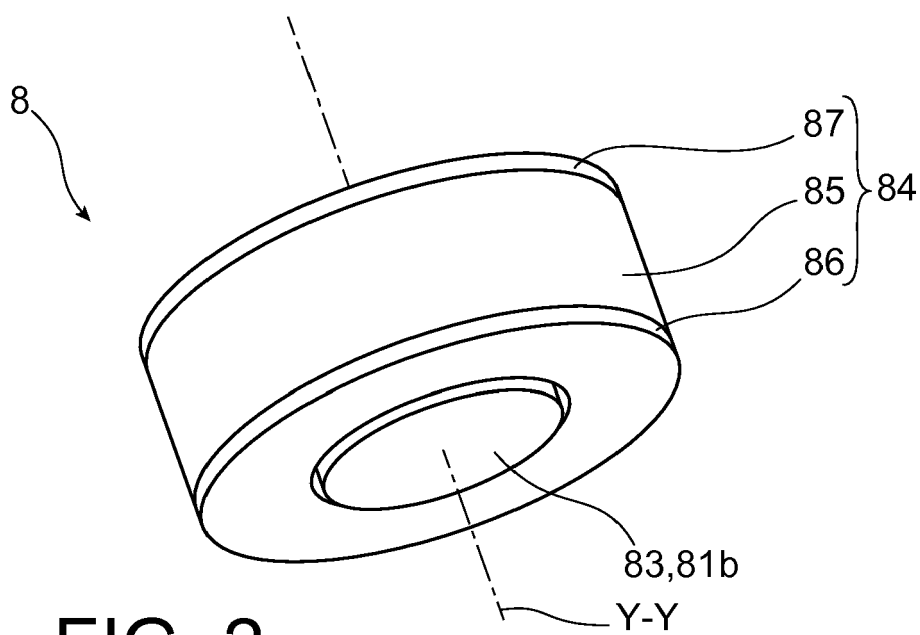


FIG. 2

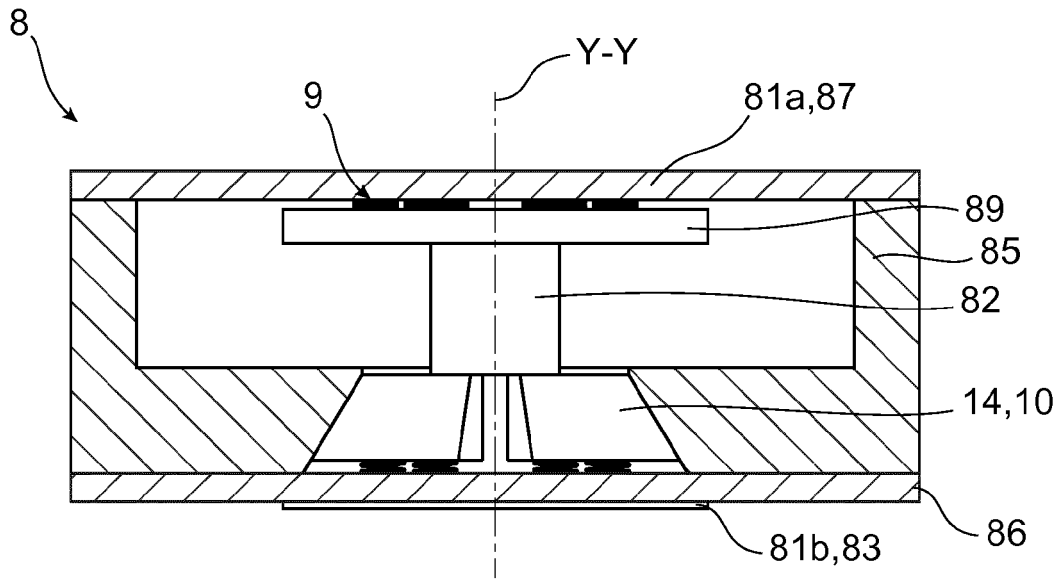


FIG. 3

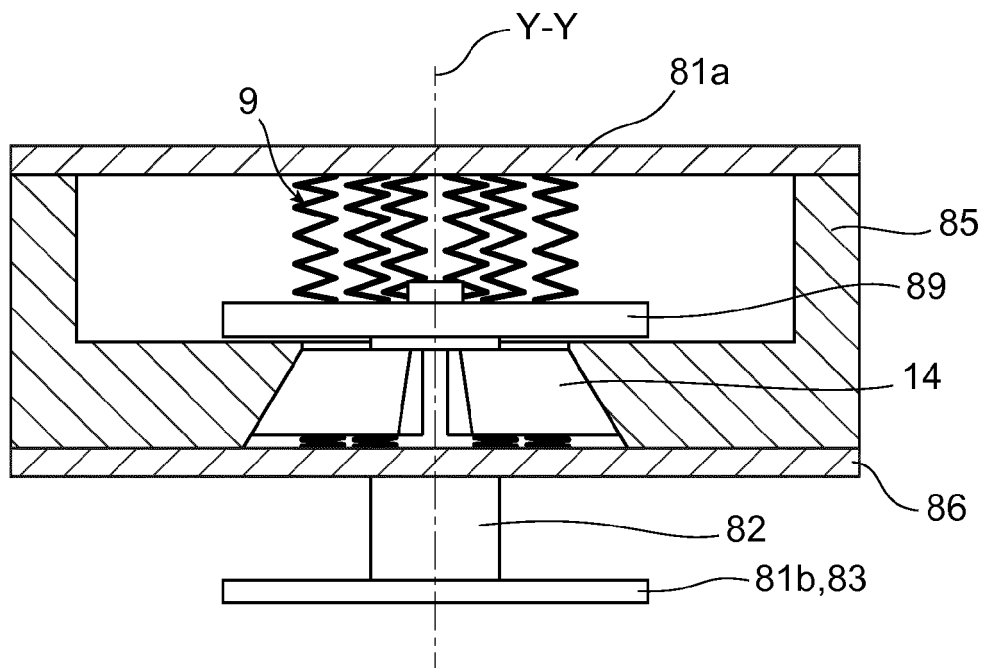


FIG. 4

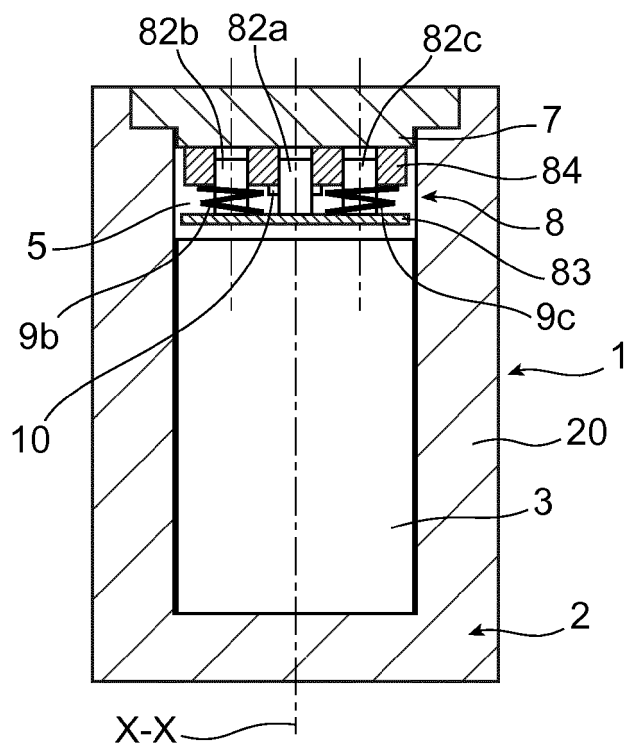


FIG. 5

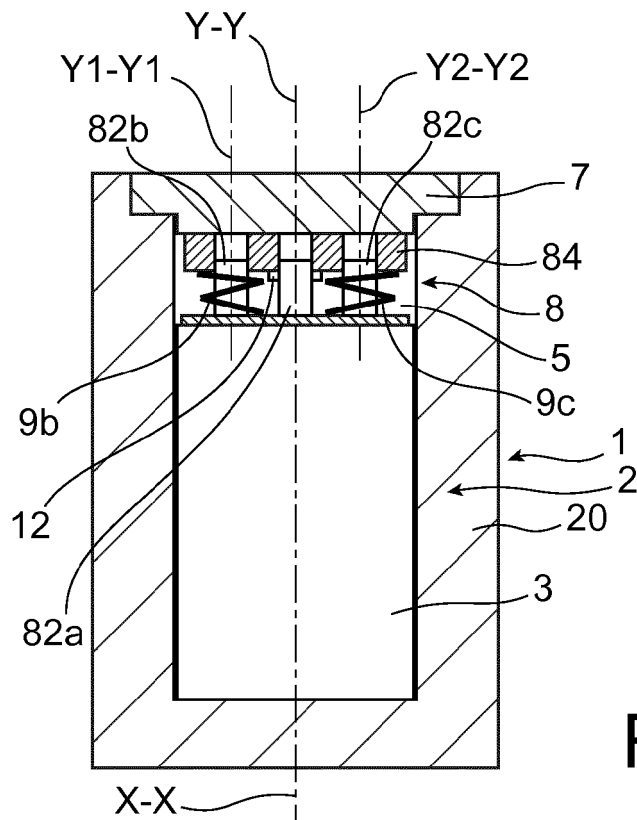


FIG. 6

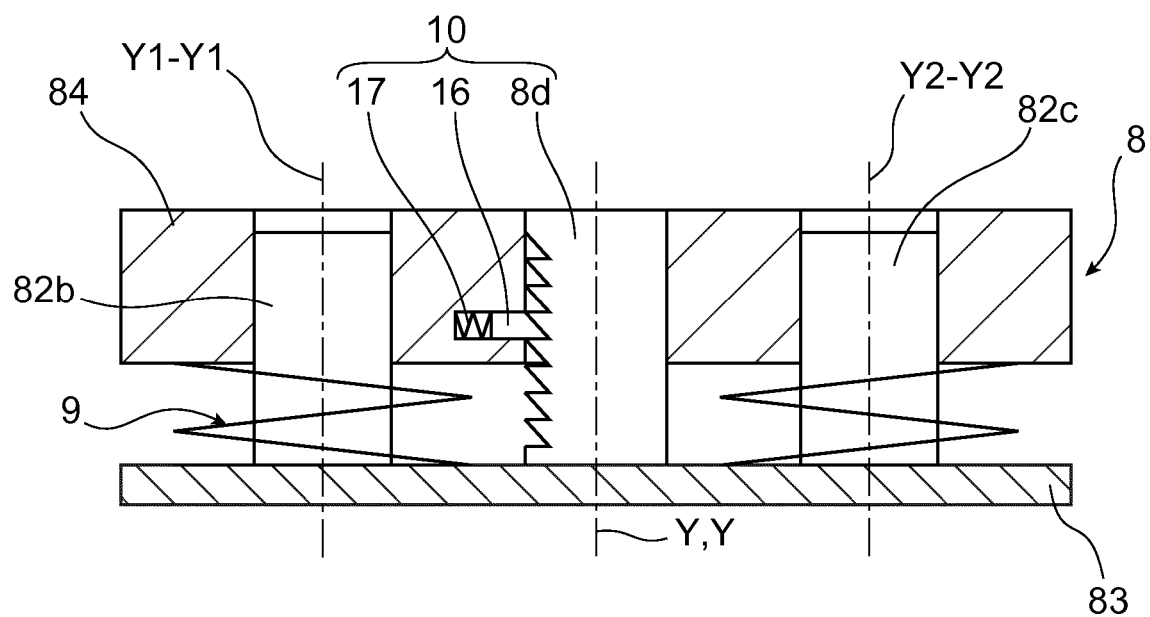


FIG. 7

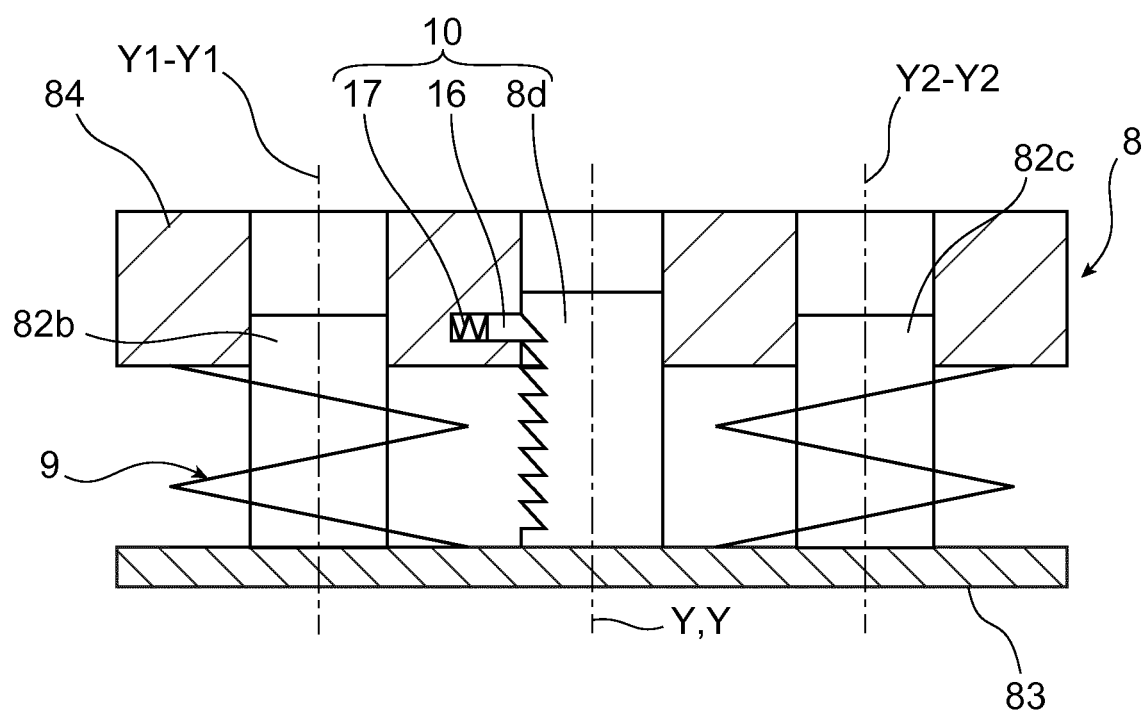


FIG. 8

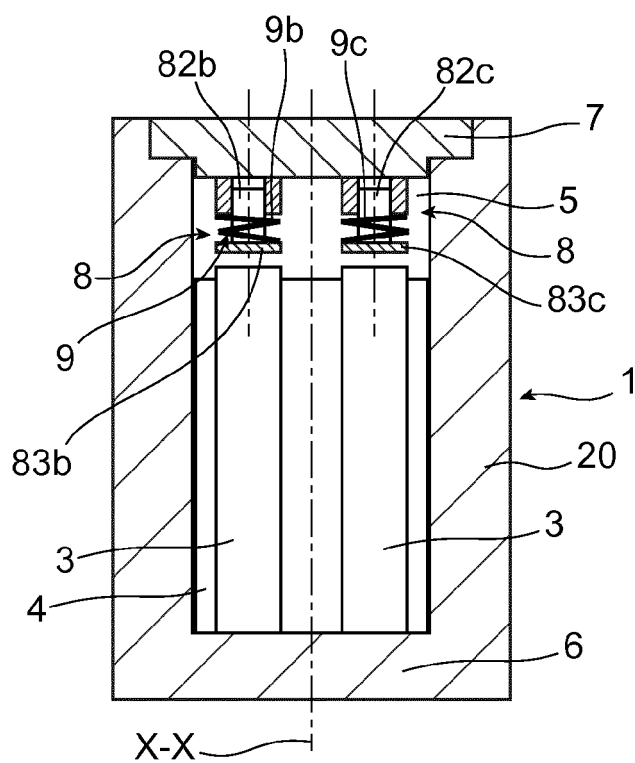


FIG. 9

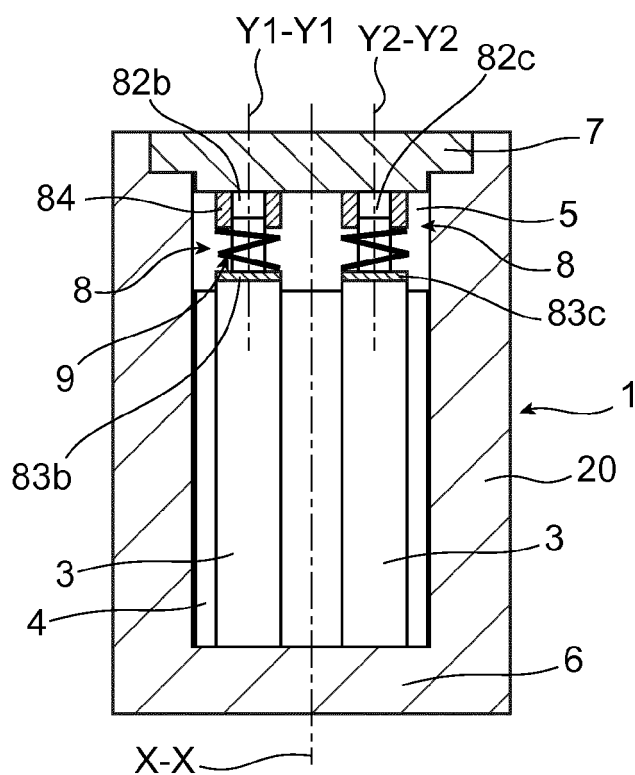


FIG. 10

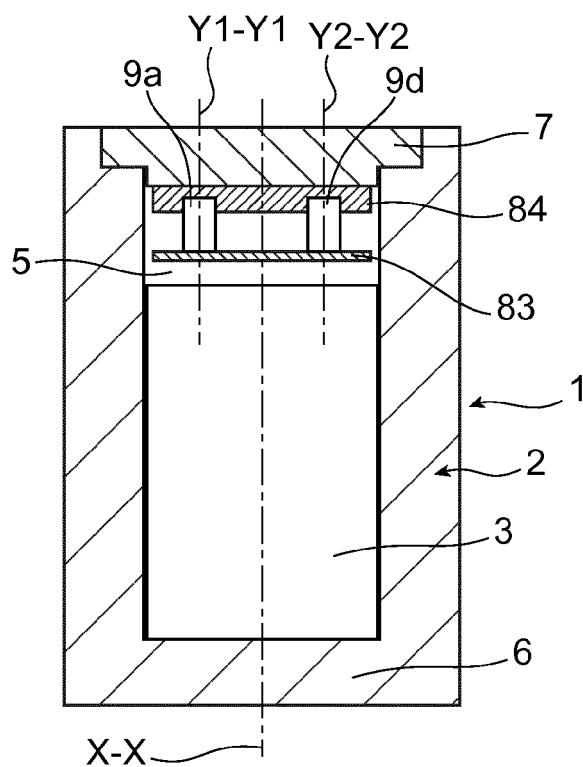


FIG. 11

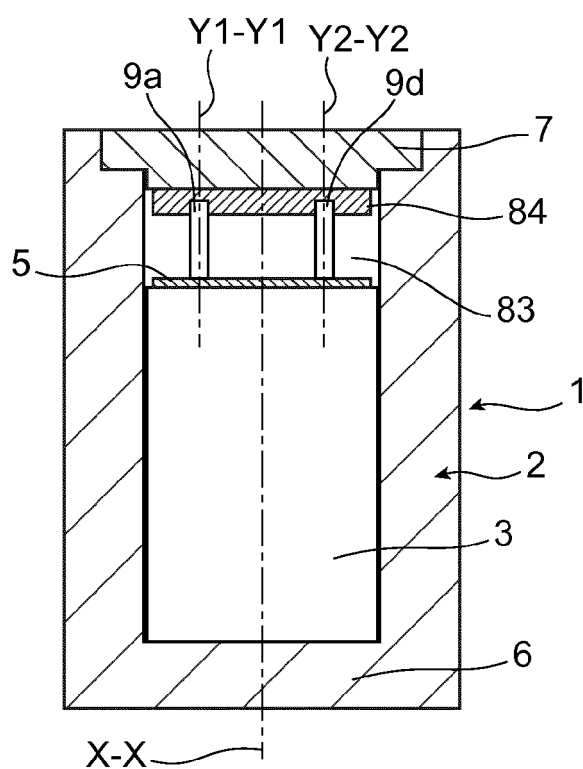


FIG. 12

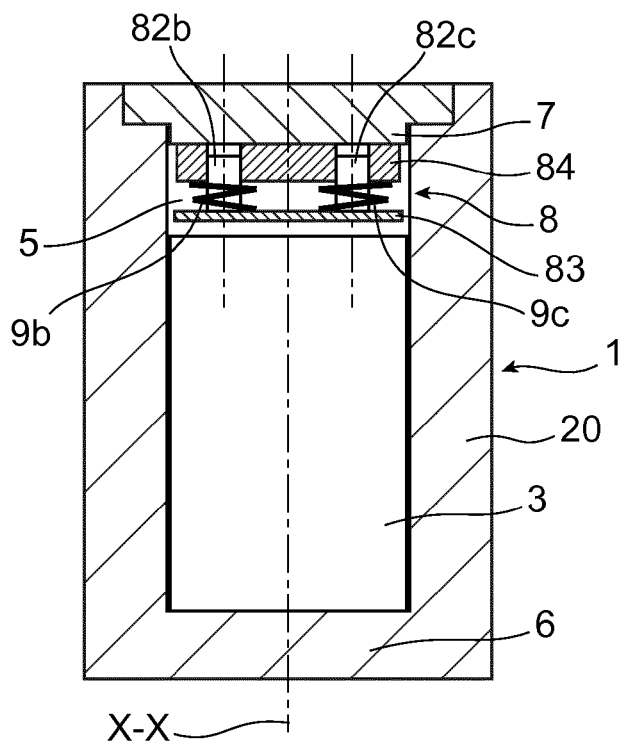


FIG. 13

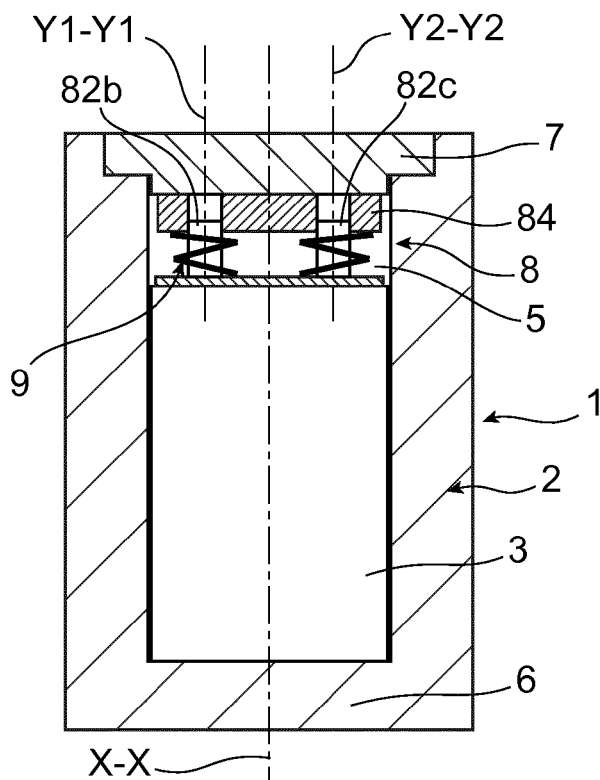


FIG. 14

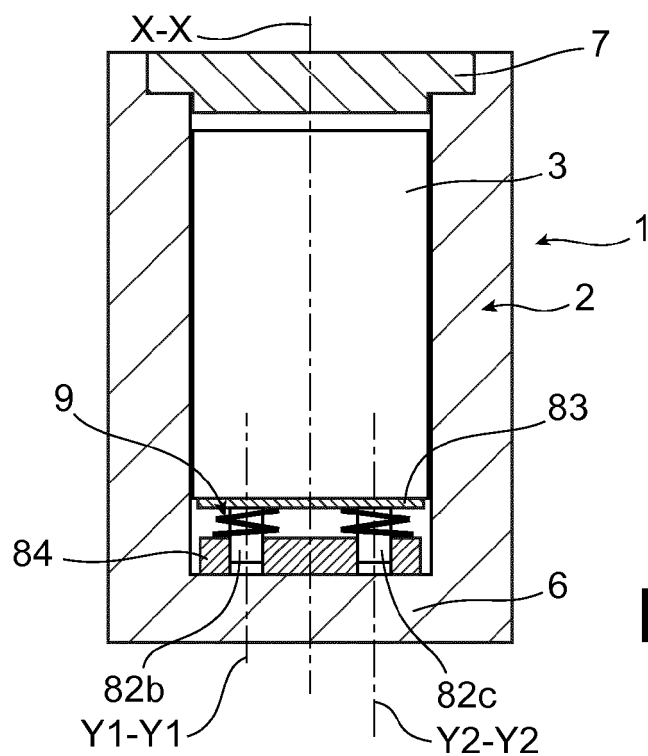


FIG. 15

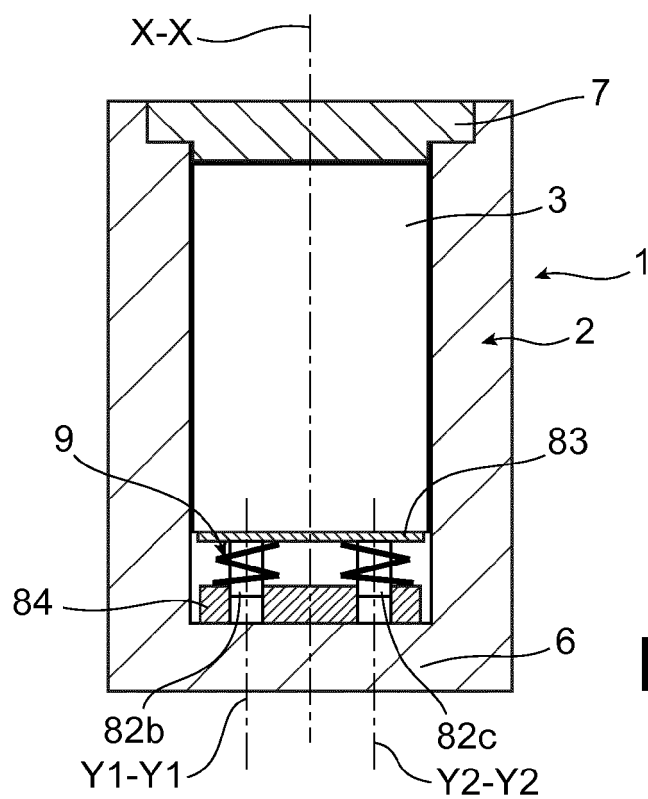


FIG. 16

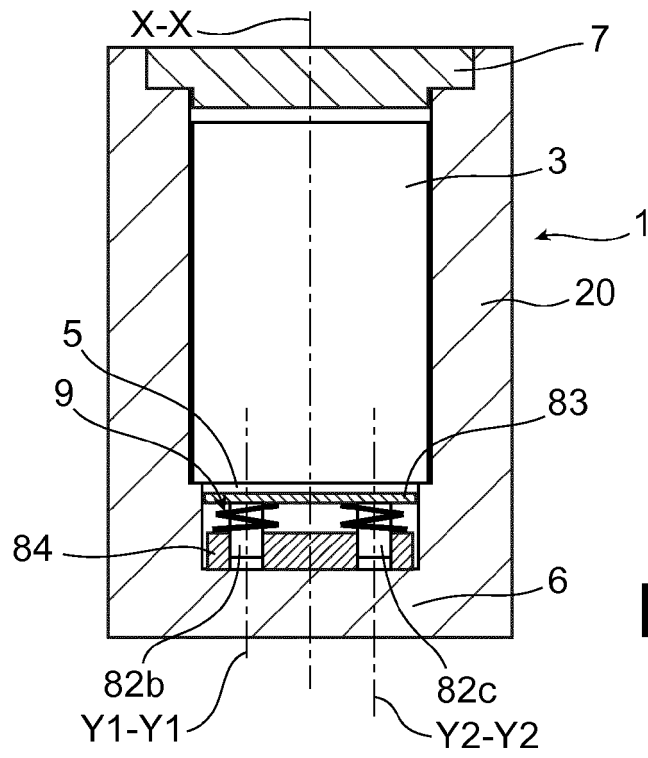


FIG. 17

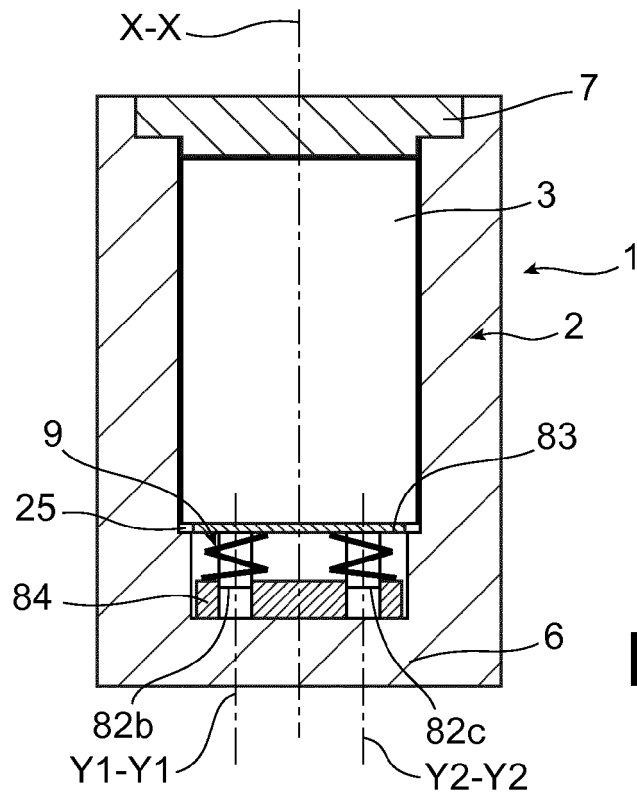


FIG. 18

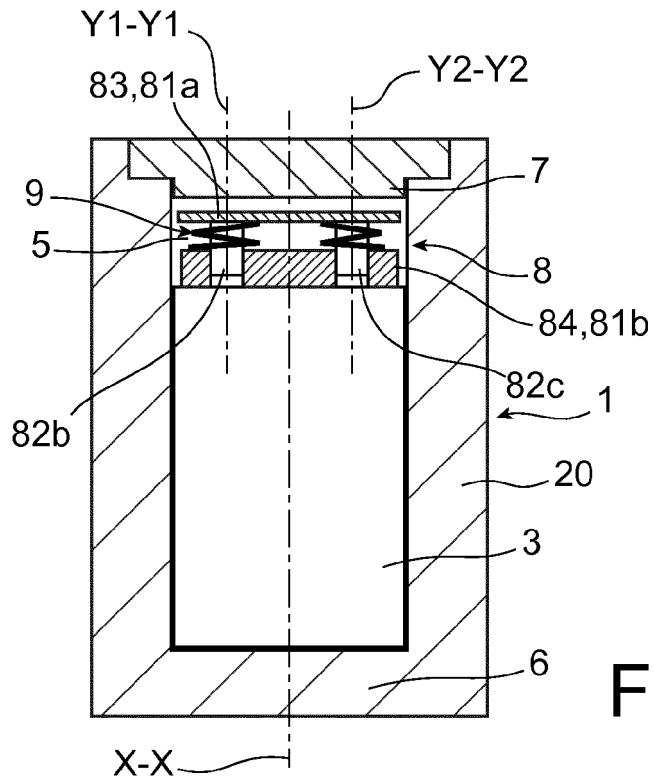


FIG. 19

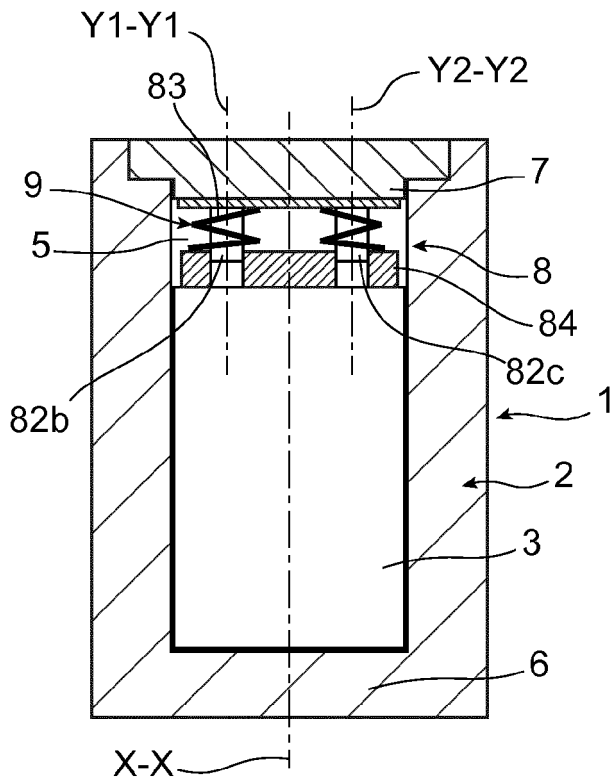


FIG. 20



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 19 20 7260

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)
A	JP 2004 101538 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 2 avril 2004 (2004-04-02) * abrégé * * figures * * alinéas [0044], [0048] - [0050] * * revendications 1,5,8,10,11 *	1-17	INV. G21F5/008 G21F5/08
A	JP 2004 144539 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 20 mai 2004 (2004-05-20) * abrégé * * figures *	1-17	
A	JP H11 316297 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 16 novembre 1999 (1999-11-16) * abrégé * * figures *	1-17	
A	WO 97/39457 A1 (SIEMENS AG [DE]; JUNG WILFRIED [DE] ET AL.) 23 octobre 1997 (1997-10-23) * le document en entier *	1-17	
A	US 2017/125132 A1 (TAKEDA HIROFUMI [JP]) 4 mai 2017 (2017-05-04) * le document en entier *	1-17	
A,D	US 2005/056563 A1 (HUGGENBERG ROLAND [DE] ET AL) 17 mars 2005 (2005-03-17) * le document en entier *	1-17	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 18 novembre 2019	Examineur Opitz-Coutureau, J
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 19 20 7260

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.

18-11-2019

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 2004101538 A	02-04-2004	JP 3814272 B2 JP 2004101538 A	23-08-2006 02-04-2004
JP 2004144539 A	20-05-2004	AUCUN	
JP H11316297 A	16-11-1999	AUCUN	
WO 9739457 A1	23-10-1997	AUCUN	
US 2017125132 A1	04-05-2017	JP 2017083444 A US 2017125132 A1	18-05-2017 04-05-2017
US 2005056563 A1	17-03-2005	AT 499686 T EP 1503385 A1 ES 2356898 T3 JP 2005055435 A US 2005056563 A1	15-03-2011 02-02-2005 14-04-2011 03-03-2005 17-03-2005

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 20050056563 A [0004]