



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
11.05.2011 Bulletin 2011/19

(51) Int Cl.:
G21F 5/10 (2006.01) G21F 3/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **10190306.0**

(22) Date de dépôt: **08.11.2010**

(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

(30) Priorité: **10.11.2009 FR 0957929**

(71) Demandeur: **TN International**
78182 Montigny Le Bretonneux (FR)

(72) Inventeurs:
• **Bardon, Olivier**
92210, SAINT-CLOUD (FR)
• **Foussard, Guillaume**
78320, LE MESNIL SAINT DENIS (FR)
• **Kitsos, Stavros**
78470, ST REMY LES CHEVREUSE (FR)

(74) Mandataire: **Ilgart, Jean-Christophe**
BREVALEX
95 rue d'Amsterdam
75378 Paris Cedex 8 (FR)

(54) **Emballage pour le transport et/ou entreposage de matières radioactives conferant un transfert thermique renforce**

(57) L'invention se rapporte à un emballage (2) pour le transport et/ou l'entreposage de matières radioactives, l'emballage comprenant deux viroles concentriques (22, 24) entre lesquelles est logé un dispositif de protection radiologique (20) comprenant au moins un premier et un second éléments métalliques (30, 32) adjacents selon une direction circonférentielle. Selon l'invention, le premier élément (30) est en appui contre la virole extérieure

(24) et à distance de la virole intérieure (22), tandis que le second élément (32) est en appui contre la virole (22) et à distance de la virole (24). De plus, les éléments (30, 32) sont au contact l'un de l'autre selon une interface (40) prenant, en coupe selon un plan quelconque orthogonal à l'axe longitudinal (8) et traversant cette interface, la forme d'un segment de droite définissant avec une droite radiale le traversant en son milieu un angle aigu (A).

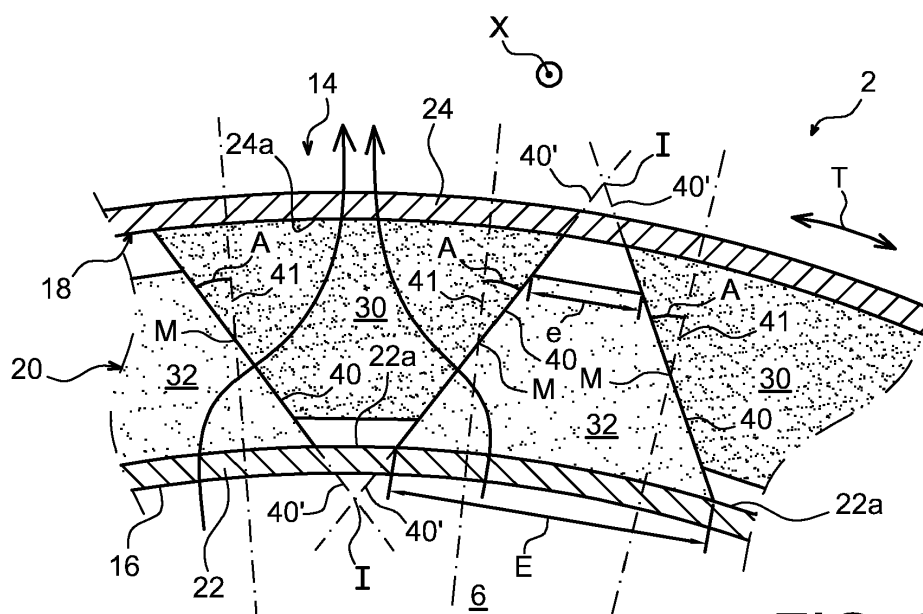


FIG. 2

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La présente invention se rapporte au domaine du transport et/ou entreposage de matières radioactives, tels que des assemblages de combustible nucléaire, frais ou irradiés.

[0002] En particulier, l'invention concerne un emballage comprenant un dispositif de protection radiologique agencé entre deux viroles concentriques, formant barrière contre les rayonnements gamma.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

[0003] Classiquement, pour assurer le transport et/ou l'entreposage d'assemblages de combustible nucléaire, il est utilisé des dispositifs de rangement, également appelés « panier » ou « râtelier » de rangement. Ces dispositifs de rangement, habituellement de forme cylindrique et de section sensiblement circulaire, disposent d'une pluralité de logements adjacents chacun apte à recevoir un assemblage de combustible nucléaire. Le dispositif de rangement est destiné à être logé dans la cavité d'un emballage afin de former conjointement avec celui-ci un conteneur pour le transport et/ou entreposage d'assemblages de combustible nucléaire, dans lequel la matière nucléaire est confinée.

[0004] La cavité précitée est généralement définie par un corps latéral s'étendant selon une direction longitudinale de l'emballage, ce corps latéral comprenant par exemple deux viroles métalliques concentriques formant conjointement un espace annulaire à l'intérieur duquel est logé un dispositif de protection radiologique, en particulier pour former une barrière contre les rayonnements gamma émis par les assemblages de combustible logés dans la cavité.

[0005] Classiquement, le dispositif de protection radiologique est réalisé à l'aide de plusieurs éléments préfabriqués en plomb ou dans l'un de ses alliages, répartis autour de la cavité, dans l'espace annulaire approprié défini par les deux viroles métalliques.

[0006] Pour ce faire, chacun de ces éléments est inséré entre les deux viroles, selon une direction d'insertion longitudinale. Ainsi, un jeu de montage doit être prévu pour autoriser une telle insertion, ce jeu ayant pour conséquence une discontinuité de matière dans le corps latéral de l'emballage, selon la direction radiale dans laquelle sont agencés successivement la virole intérieure, les éléments de protection radiologique, et la virole extérieure. La discontinuité de matière observée a pour effet une baisse considérable de la conductivité thermique du corps latéral de l'emballage, impliquant une faible capacité de ce dernier à évacuer la chaleur produite par les assemblages de combustible.

[0007] Pour minimiser l'impact négatif des discontinuités de matière, les jeux entre les éléments de protection radiologique et les viroles peuvent être réduits en dimi-

nuant les tolérances de fabrication, mais cela s'avère néanmoins très coûteux, et ne permet nullement de supprimer les discontinuités de matière.

[0008] D'autres moyens peuvent être employés pour atténuer la perte d'efficacité thermique, comme celui visant à injecter de l'hélium dans les espaces vides. Cependant, cette technique induit un coût et pose des problèmes sérieux d'exploitation de l'emballage.

[0009] Une autre solution consiste à séparer la fonction de protection radiologique de celle de conduction thermique, celle-ci étant alors remplie à l'aide d'éléments additionnels du type ailettes reliant les deux viroles, agencées en alternance avec les éléments de protection radiologique dans l'espace annulaire. Néanmoins, cela complique davantage la conception de l'emballage, et nécessite par ailleurs l'utilisation de techniques particulières pour s'assurer que les ailettes se trouvent bien au contact de chacune des deux viroles du corps latéral.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0010] L'invention a donc pour but de remédier au moins partiellement aux inconvénients mentionnés ci-dessus, relatifs aux réalisations de l'art antérieur.

[0011] Pour ce faire, l'invention a pour objet un emballage pour le transport et/ou l'entreposage de matières radioactives, ledit emballage comprenant un corps latéral s'étendant autour d'un axe longitudinal dudit emballage, ledit corps latéral formant une cavité de logement des matières radioactives et comprenant une virole métallique intérieure et une virole métallique extérieure, les deux viroles étant concentriques et formant conjointement un espace annulaire à l'intérieur duquel est logé un dispositif de protection radiologique formant barrière contre les rayonnements gamma, ledit dispositif de protection radiologique comprenant au moins un premier et un second éléments métalliques de protection radiologique adjacents selon une direction circonférentielle de l'emballage.

[0012] Selon l'invention, ledit premier élément est en appui contre la virole extérieure et à distance de ladite virole intérieure, tandis que ledit second élément est en appui contre la virole intérieure et à distance de ladite virole extérieure. De plus, lesdits premier et second éléments sont au contact l'un de l'autre selon une interface prenant, en coupe selon un plan quelconque orthogonal à l'axe longitudinal et traversant cette interface, la forme d'un segment de droite définissant avec une droite radiale le traversant en son milieu un angle aigu (A).

[0013] L'invention offre ainsi une conception astucieuse permettant aux éléments de protection radiologique de conduire la chaleur de manière satisfaisante entre les deux viroles. En effet, la chaleur est conduite de manière continue tout d'abord entre la virole intérieure et le second élément de protection radiologique, de par le contact entre ces pièces, puis à travers l'interface entre les premier et second éléments, et enfin entre le premier élément de protection radiologique et la virole extérieure,

toujours en raison du contact prévu entre ces pièces.

[0014] Ainsi, la géométrie et la disposition particulières des éléments de protection radiologique permettent de conférer au corps latéral de l'emballage une conductivité thermique satisfaisante. La présence d'hélium ou d'ailettes de conduction thermique n'est donc plus nécessaire, ce qui permet de présenter un emballage de conception et de fabrication simplifiées.

[0015] En outre, les premier et second éléments de protection radiologique n'étant plus destinés, comme dans l'art antérieur, à s'approcher au plus près de chacune des deux viroles, mais étant chacun seulement au contact de l'une et à distance de l'autre des deux viroles, les tolérances de fabrication de ces éléments peuvent être augmentées. Il en résulte avantageusement une réduction de coût importante.

[0016] Enfin, grâce à l'inclinaison de l'interface mentionnée ci-dessus, l'effort de contact qui est observé entre les deux éléments, au niveau de cette interface, contraint radialement chacun de ces deux éléments contre sa virole associée. Ainsi, avec cette conception, il est possible d'accentuer l'intensité de contact entre les éléments de protection radiologique et leur virole associée, simplement en serrant davantage ces éléments selon la direction circonférentielle, afin d'obtenir un déplacement relatif du premier par rapport au second élément, selon la direction radiale. Ce serrage peut par exemple être opéré, durant la fabrication de l'emballage, à l'aide de moyens de serrage logés dans l'espace annulaire. L'augmentation de l'intensité de ces contacts est avantageuse en ce sens qu'elle assure une meilleure conduction thermique. A cet égard, il est noté que l'un et/ou l'autre des éléments de protection radiologique peuvent être revêtus d'une couche conductrice de chaleur au niveau de l'interface de contact, afin d'améliorer encore davantage la conduction thermique entre ces éléments. Cette couche est de préférence de faible épaisseur, et déformable, par exemple réalisée en plomb ou dans l'un de ses alliages. Naturellement, cette solution de couche conductrice de chaleur peut également être adoptée au niveau des contacts entre les éléments de protection radiologique et les viroles.

[0017] De préférence, ledit angle (A) est compris entre 30 et 60°, et, encore plus préférentiellement, est proche de 45°. Les interfaces ainsi inclinées permettent un plaquage radial satisfaisant des éléments de protection radiologique, lorsque ceux-ci sont contraints circonférentiellement.

[0018] De préférence, ladite interface est plane.

[0019] De préférence, l'emballage comprend au moins un premier élément métallique de protection radiologique ainsi que deux seconds éléments métalliques de protection radiologique disposés de part et d'autre dudit premier élément selon la direction circonférentielle, ledit premier élément étant au contact de chacun des deux seconds éléments selon respectivement deux interfaces prenant chacune, en coupe selon un plan quelconque orthogonal à l'axe longitudinal et traversant cette interface, la forme

d'un segment de droite définissant avec une droite radiale le traversant en son milieu un angle aigu (A), les deux segments de droites étant respectivement supportés par des droites se rapprochant l'une de l'autre en allant radialement vers l'intérieur et s'interceptant entre les deux droites radiales.

[0020] Dans cette configuration, le premier élément est sollicité par les deux seconds éléments, qui participent donc conjointement à son plaquage contre la virole extérieure. En outre, ce premier élément participe quant à lui au plaquage des deux seconds éléments contre la virole intérieure.

[0021] Bien évidemment, un angle d'inclinaison différent peut être adopté pour les deux interfaces, même si les deux angles sont préférentiellement égaux.

[0022] De manière analogue, l'emballage comprend de préférence au moins un second élément métallique de protection radiologique ainsi que deux premiers éléments métalliques de protection radiologique disposés de part et d'autre dudit second élément selon la direction circonférentielle, ledit second élément étant au contact de chacun des deux premiers éléments selon respectivement deux interfaces prenant chacune, en coupe selon un plan quelconque orthogonal à l'axe longitudinal et traversant ladite interface, la forme d'un segment de droite définissant avec une droite radiale le traversant en son milieu un angle aigu (A), les deux segments de droites étant respectivement supportés par des droites se rapprochant l'une de l'autre en allant radialement vers l'extérieur et s'interceptant entre les deux droites radiales.

[0023] Préférentiellement, il est prévu une pluralité de premiers et de seconds éléments agencés en alternance selon la direction circonférentielle, et coopérant de la manière précitée, à savoir que chacun d'eux est sollicité par ses deux éléments adjacents, qui participent conjointement à son plaquage contre sa virole associée.

[0024] De préférence, chaque premier élément de protection radiologique présente une coupe, selon un plan quelconque orthogonal à l'axe longitudinal, en forme globale de trapèze dont la grande base est en appui contre la virole extérieure et la petite base à distance de la virole intérieure, chaque second élément de protection radiologique présente une coupe, selon un plan quelconque orthogonal à l'axe longitudinal, de forme globale de trapèze dont la grande base est en appui contre la virole intérieure et la petite base à distance de la virole extérieure, et les faces des premiers et seconds éléments définissant les côtés des trapèzes sont en contact deux à deux, de manière à former lesdites interfaces.

[0025] Néanmoins, d'autres formes que le trapèze pourraient être envisagées, étant à cet égard précisé que les premiers éléments pourraient adopter une forme différente de celle des seconds éléments, de même que des formes différentes pourraient être adoptées au sein des premiers / seconds éléments. A titre indicatif, d'autres formes envisagées sont par exemple le triangle, ou le trapèze tronqué au niveau des deux angles entre la grande base et les côtés.

[0026] De préférence, pour chaque trapèze, la grande base est interceptée, localement en son milieu, orthogonalement par une droite radiale.

[0027] Pour faciliter la fabrication et obtenir une symétrie dans l'application des efforts de contact, chaque trapèze est isocèle.

[0028] Il est noté que la grande base de chaque trapèze est de préférence droite, et encore plus préférentiellement en forme d'arc de cercle de diamètre identique à celui de la surface de virole qu'il contacte, afin d'augmenter la surface de contact entre ces deux éléments.

[0029] De préférence, pour chaque trapèze, le rapport de longueurs entre la grande base et la petite base est compris entre 3 et 8. Plus le rapport est grand, plus le transfert thermique est efficace.

[0030] Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, chacun de ladite pluralité de premiers et seconds éléments est maintenu seulement par contacts dans l'espace annulaire. Cela implique, en particulier, qu'aucun moyen de fixation additionnel n'est rapporté entre un élément de protection et sa virole associée, ni entre deux éléments de protection directement consécutifs. La conception permet donc à ces éléments de se maintenir mutuellement par contact, à l'aide également des viroles. Cette possibilité est également offerte pour des éléments de protection de forme différente de celle du trapèze.

[0031] L'emballage peut alors comprendre des moyens de serrage logés dans ledit espace annulaire, permettant de contraindre ladite pluralité de premiers et seconds éléments selon la direction circonférentielle, et ainsi provoquer le plaquage de ces éléments radialement, contre leur virole associée.

[0032] De préférence, chacun de ladite pluralité de premiers et seconds éléments prend la forme d'un prisme à base trapézoïdale.

[0033] Selon un autre mode de réalisation préféré de l'invention, chacun de ladite pluralité des premiers éléments ou chacun de ladite pluralité des seconds éléments est monté fixement sur sa virole associée, par exemple par goujons/écrous ou moyens équivalents, et chacun de la pluralité des autres éléments est maintenu seulement par contacts dans l'espace annulaire, entre ses deux éléments adjacents fixés à leur virole.

[0034] Pour faciliter le montage d'un tel emballage, chacun de ladite pluralité des éléments montés fixement sur sa virole associée présente une section diminuant dans un sens donné de la direction longitudinale de l'emballage, et chacun de la pluralité des autres éléments présente une section augmentant dans ledit sens donné de la direction longitudinale. Ici, l'intensité des contacts est donc dépendante de la position relative longitudinale entre les éléments. Par conséquent, lors de l'insertion de l'un des éléments de protection par glissement longitudinal entre ses deux éléments de protection fixes associés, les contacts entre les éléments, une fois établis, ont une intensité qui augmente à mesure que l'on poursuit l'insertion.

[0035] Enfin, l'invention a également pour objet un pro-

céde de fabrication d'un emballage tel que décrit ci-dessus, dans lequel on insère chaque premier et second élément métallique de protection radiologique dans ledit espace annulaire, puis on réalise un serrage permettant de contraindre ces éléments selon la direction circonférentielle.

[0036] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront dans la description détaillée non limitative ci-dessous.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0037] Cette description sera faite au regard des dessins annexés parmi lesquels ;

- la figure 1 représente une vue schématique d'un conteneur pour le transport et/ou entreposage d'assemblages de combustible nucléaire, comprenant un emballage selon un premier mode de réalisation préféré de la présente invention, uniquement représenté grossièrement ;
- la figure 2 représente une vue plus détaillée en coupe transversale d'une partie de l'emballage, prise le long de la ligne II-II de la figure 1 ;
- la figure 3 représente une vue similaire à celle de la figure précédente, sur laquelle il a été représenté schématiquement des moyens de serrage circonférentiel des éléments de protection radiologique ;
- la figure 4 représente une vue schématique en coupe transversale montrant un emballage équipé de plusieurs dispositifs de serrage circonférentiel, espacés les uns les autres dans l'espace annulaire entre les viroles du corps latéral d'emballage ;
- la figure 5 représente une vue partielle en perspective montrant un exemple de réalisation d'un dispositif de serrage circonférentiel ;
- la figure 6 représente une vue éclatée de celle montrée sur la figure précédente ;
- les figures 7a et 7b représentent des vues en coupe prises selon les plans P1 et P2 de la figure 5, respectivement ;
- la figure 8 représente une vue en perspective d'un conteneur pour le transport et/ou entreposage d'assemblages de combustible nucléaire, comprenant un emballage selon un second mode de réalisation préféré de la présente invention ;
- la figure 9 représente une vue en perspective d'un premier élément de protection radiologique et celle d'un second élément de protection radiologique équipant l'emballage montré sur la figure précédente ;
- les figures 10a et 10b représentent des vues en coupe prises selon les plans P3 et P4 de la figure 8, respectivement ; et
- la figure 11 représente une vue similaire à celle de la figure 2, avec l'emballage se présentant sous la forme d'un troisième mode de réalisation préféré de la présente invention.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRÉS

[0038] Tout d'abord en référence à la figure 1, on voit un conteneur 1 pour le transport et/ou entreposage d'assemblages de combustible nucléaire. Il est à cet égard rappelé que l'invention n'est aucunement limitée au transport/entreposage de ce type de matière nucléaire.

[0039] Le conteneur 1 comprend globalement un emballage 2 objet de la présente invention, à l'intérieur duquel se trouve un dispositif de rangement 4, également dénommé panier de rangement. Le dispositif 4 est prévu pour être placé dans une cavité de logement 6 de l'emballage 2, comme le montre schématiquement la figure 1 sur laquelle il est également possible d'apercevoir l'axe longitudinal 8 de cet emballage, confondu avec les axes longitudinaux du dispositif de rangement et de la cavité de logement.

[0040] Dans toute la description, le terme « longitudinal » doit être compris comme parallèle à l'axe longitudinal 8 et à la direction longitudinale X de l'emballage, et le terme « circonférentiel » doit être compris comme orthogonal à ce même axe longitudinal 8, ainsi qu'à une direction transversale de l'emballage.

[0041] De manière classique et à titre de rappel, il est noté que le dispositif de rangement 4 comprend une pluralité de logements adjacents disposés parallèlement à l'axe 8, ces derniers étant chacun apte à recevoir au moins un assemblage de combustible de section carrée ou rectangulaire, et de préférence un seul. Le conteneur 1 et ce dispositif 4 ont été montrés dans une position verticale de chargement/déchargement des assemblages de combustible, différente de la position horizontale/couchée habituellement adoptée durant le transport des assemblages.

[0042] De façon générale, l'emballage 2 dispose essentiellement d'un fond 10 sur lequel le dispositif 4 est destiné à reposer en position verticale, d'un couvercle 12, et d'un corps latéral 14 s'étendant autour et selon l'axe longitudinal 8, ce corps 14 définissant une ouverture d'emballage destinée à faire pénétrer le panier dans la cavité de logement 6, et à être ensuite obturée par le couvercle 12.

[0043] C'est donc ce corps latéral 14 qui définit la cavité de logement 6, à l'aide d'une surface intérieure latérale 16 de forme sensiblement cylindrique et de section circulaire, et d'axe confondu avec l'axe 8.

[0044] Le fond 10, qui définit le fond de la cavité 6 ouverte au niveau du couvercle 12, peut être réalisé d'une seule pièce avec une partie au moins du corps latéral 14, sans sortir du cadre de l'invention.

[0045] En référence à présent à la figure 2, on peut apercevoir de façon détaillée une partie du corps latéral 14, qui présente tout d'abord deux viroles métalliques concentriques formant conjointement un espace annulaire 18 centré sur l'axe longitudinal de l'emballage (non visible sur cette figure), cet espace 18 logeant un dispositif de protection radiologique 20 spécifique à la présente

invention. Les viroles 22, 24 sont par exemple en acier.

[0046] Ce dispositif de protection 20 est en particulier conçu pour former une barrière contre les rayonnements gamma émis par les assemblages de combustible irradié logés dans la cavité 6. Ainsi, il est logé entre la virole interne 22 dont la surface intérieure correspond à la surface intérieure latérale 16 de la cavité 6, et la virole externe 24.

[0047] Comme cela est visible sur la figure 2, dans ce premier mode de réalisation préféré de la présente invention, le dispositif de protection 20 comprend une pluralité de premiers et seconds éléments de protection radiologique, respectivement référencés 30 et 32, qui sont agencés en alternance selon la direction circonférentielle T, également dite direction tangentielle. Le nombre de ces éléments 30, 32 peut être de plusieurs dizaines.

[0048] Les premiers et seconds éléments 30, 32 sont métalliques, de préférence des blocs en plomb ou en fonte ou dans l'un de leurs alliages, ce type de matière permettant d'assurer à la fois une protection radiologique contre les rayonnements gamma, et une conductivité thermique satisfaisante.

[0049] Chacun des premiers et seconds éléments 30, 32 présente une section sensiblement trapézoïdale, qui, dans ce premier mode de réalisation préféré, est préférentiellement constante sur toute sa longueur. En effet, chaque élément prend ici la forme d'un prisme droit d'axe parallèle à l'axe 8, à base trapézoïdale, logé entre les deux viroles 22, 24, et s'étendant longitudinalement sur la longueur de la cavité 6. De plus, la section trapézoïdale prend la forme globale d'un trapèze isocèle.

[0050] Pour ce qui concerne chaque premier élément 30, la face qui définit la grande base est en appui, et plus préférentiellement en contact direct, contre la surface intérieure 24a de la virole extérieure 24. Ce contact est préférentiellement surfacique, sur toute la surface du prisme qui se trouve en regard de la surface intérieure 24a. Pour ce faire, la grande base adopte préférentiellement une forme d'arc de cercle convexe de diamètre proche ou identique à celui de la surface intérieure 24a, et de même centre, même si une grande base droite pourrait être envisagée, sans sortir du cadre de l'invention.

[0051] Par ailleurs, la petite base est à distance de la surface extérieure 22a de la virole intérieure 22, un jeu conséquent pouvant être prévu, par exemple supérieur à 5 mm, voire beaucoup plus encore. De façon générale, le jeu radial précité représente entre 1/30 et 1/10 de l'épaisseur radiale de l'espace 18.

[0052] A l'inverse, chaque second élément 32 a sa face définissant la grande base en appui, et plus préférentiellement en contact direct, contre la surface extérieure 22a de la virole intérieure 22. Ce contact est préférentiellement surfacique, sur toute la surface du prisme qui se trouve en regard de la surface extérieure 22a. Pour ce faire, la grande base adopte ici une forme d'arc de cercle concave de diamètre proche ou identique à celui de la surface extérieure 22a, et de même centre, même

si une grande base droite pourrait également être envisagée.

[0053] Par ailleurs, la petite base est à distance de la surface intérieure 24a de la virole intérieure 22, un jeu conséquent pouvant être prévu, par exemple supérieur à 5 mm, voire beaucoup plus encore. Ici aussi, le jeu radial précité représente plus généralement entre 1/30 et 1/10 de l'épaisseur radiale de l'espace 18.

[0054] Les faces des premiers et seconds éléments 30, 32 qui définissent les petites bases des trapèzes peuvent présenter, en section transversale, des formes diverses, par exemple droites ou encore en arcs de cercles.

[0055] Les faces des blocs 30, 32 qui définissent les côtés des trapèzes sont en contact deux à deux, en formant des interfaces 40 préférentiellement planes. Plus précisément, comme montré sur la figure 2, chaque interface de contact 40 adopte, en coupe selon tout plan orthogonal à l'axe longitudinal 8 et traversant cette interface, la forme d'un segment de droite définissant, avec une droite radiale 41 le traversant en son milieu M, un angle aigu A. Cet angle aigu A, qui est donc compris entre les valeurs de 0° et de 90°, exclues de l'intervalle, est de préférence compris entre 30 et 60°, et encore plus préférentiellement de l'ordre de 45°. Le sens d'inclinaison du segment de droite précité est tel que la droite radiale 41 s'étend d'abord à travers le premier élément 30 en partant du segment et en allant radialement vers l'extérieur, et s'étend d'abord à travers le second élément 32 en partant du segment et en allant radialement vers l'intérieur. En d'autres termes, le segment de droite 40 s'étend radialement vers l'intérieur à partir de son milieu en étant décalé circonférentiellement de la droite radiale 41 selon un sens de décalage circonférentiel correspondant à celui du premier élément 30 par rapport au second élément 32. A titre d'exemple, sur la figure 2, le premier élément 30 le plus à gauche est décalé circonférentiellement du second élément 32 le plus à gauche selon le sens horaire. De plus, c'est selon ce même sens horaire qu'est décalé la partie radialement intérieure du segment 40 par rapport à la droite radiale 41.

[0056] Au niveau de chaque premier élément 30, les deux interfaces 40 définies par celui-ci prennent donc chacune la forme d'un segment de droite incliné de l'angle aigu A par rapport à sa droite radiale associée 41. De plus, du fait de la section trapézoïdale, ces deux segments de droite 40 sont respectivement supportés par deux droites 40' se rapprochant l'une de l'autre en allant radialement vers l'intérieur, et s'interceptant en un point I situé entre les deux droites radiales 41, 41 traversant ces deux mêmes segments en leur milieu. En d'autres termes, chaque segment 40 forme une partie de la droite 40' qui le supporte. De manière analogue, au niveau de chaque second élément 32, les deux interfaces 40 définies par celui-ci prennent donc chacune la forme d'un segment de droite incliné de l'angle aigu A par rapport à sa droite radiale associée 41. De plus, également en raison de la section trapézoïdale, ces deux segments de droite 40 sont respectivement supportés par deux droites

40' se rapprochant l'une de l'autre en allant radialement vers l'extérieur, et s'interceptant en un point I situé entre les deux droites radiales 41, 41 traversant ces deux mêmes segments en leur milieu.

[0057] Par ailleurs, pour chaque élément 30, 32, le rapport de longueurs entre la grande base E et la petite base e est compris entre 3 et 8.

[0058] Avec une telle configuration, la chaleur dégagée par les assemblages est conduite de manière continue entre les deux viroles 22, 24, ce qui confère une conductivité thermique satisfaisante au corps latéral. Comme montré schématiquement par les flèches de la figure 2, la chaleur est tout d'abord conduite entre la virole intérieure 22 et les faces définissant les grandes bases des seconds éléments 32, puis par les interfaces de contact 40 entre les premiers et seconds éléments 30, 32, et enfin entre les faces définissant les grandes bases des premiers éléments 30 et la virole extérieure 24. Un des principaux avantages de cette solution réside dans l'obtention de chemins privilégiés continus de conduction thermique entre les deux viroles, avec des éléments 30, 32 de forme simple, chacun en contact avec seulement l'une de ces deux viroles. Ce dernier point implique qu'ils peuvent être fabriqués avec des tolérances importantes, diminuant leur coût de production.

[0059] Dans le premier mode de réalisation préféré, chacun des éléments 30, 32 est donc maintenu uniquement par contacts dans l'espace annulaire 18, chacun d'eux étant plaqué contre l'une des viroles et contre ses deux éléments de protection adjacents.

[0060] Les éléments 30, 32 peuvent ainsi être insérés longitudinalement les uns après les autres dans l'espace 18, chaque élément étant ensuite placé au contact du dernier élément précédemment inséré, au niveau de l'une de ses faces latérales définissant un côté de trapèze, son autre face latérale étant quant à elle destinée à servir de support de contact pour l'élément suivant à insérer.

[0061] La pluralité d'éléments 30, 32 peut s'étendre de façon continue sur 360°. Néanmoins, pour s'affranchir des éventuelles difficultés de montage du dernier élément de protection radiologique, ladite pluralité d'éléments 30, 32 peut s'étendre sur sensiblement moins de 360° afin de laisser un secteur angulaire dédié à l'emplacement de moyens de serrage circonférentiel dans l'espace 18.

[0062] A cet égard, un dispositif de serrage circonférentiel 44 est montré schématiquement sur la figure 3, placé entre les deux éléments d'extrémité de ladite pluralité d'éléments formant un secteur angulaire proche de 360°. Ce dispositif, qui peut présenter toute conception réputée appropriée par l'homme du métier, permet de contraindre les éléments 30, 32 selon la direction circonférentielle, comme cela est schématisé par les flèches 46. Cette mise en contrainte circonférentielle de ladite pluralité d'éléments génère, entre chaque couple de deux éléments adjacents quelconques 30, 32, une augmentation de l'effort de contact qui s'exerce au niveau

des faces définissant les côtés des trapèzes, cet effort orienté orthogonalement à l'interface 40 étant représenté par les flèches 48 sur la figure 3.

[0063] Grâce à son inclinaison par rapport à la direction circonférentielle T, l'effort 48 permet de contraindre chacun des deux éléments 30, 32 contre sa virole associée, comme cela a été schématisé par les flèches 50. En d'autres termes, l'un des deux éléments 30, 32 exerce sur l'autre un effort le plaquant contre sa virole associée, et réciproquement. Ainsi, il est possible d'accentuer l'intensité de contact entre les éléments 30, 32 et leur virole associée en réalisant un serrage circonférentiel à l'aide du dispositif 44, ce serrage engendrant bien entendu également une augmentation de l'intensité de contact entre les faces latérales des éléments 30, 32 définissant les côtés des trapèzes. L'augmentation de l'intensité de ces contacts est avantageuse en ce sens qu'elle assure une meilleure conduction thermique.

[0064] Dans une autre configuration envisagée, montrée uniquement schématiquement sur la figure 4, il est prévu plusieurs dispositifs de serrage circonférentiel 44, par exemple trois disposés à 120°. Quel que soit le nombre de ces dispositifs 44, deux d'entre-eux directement consécutifs selon la direction circonférentielle délimitent entre eux une pluralité d'éléments 30, 32 qu'ils contraignent circonférentiellement. Ainsi, dans l'exemple montré sur la figure 4, il est prévu trois ensembles distincts 52' formant chacun une pluralité d'éléments 30, 32 glissés dans l'espace annulaire 18, ainsi que trois dispositifs de serrage 44 participant chacun à la mise en pression circonférentielle de deux ensembles 52' adjacents.

[0065] Dans le cas où plusieurs dispositifs de serrage 44 sont prévus dans l'espace annulaire 18, au moins l'un d'eux peut alors prendre la forme d'un élément fixé à l'une des viroles 22, 24, de forme identique ou similaire à celle des éléments 30, 32. Même si ce dispositif ne comporte pas de moyens permettant de se déployer circonférentiellement, il remplit tout de même une fonction de serrage en combinaison avec chaque dispositif de serrage lui étant directement consécutif, en constituant une butée de pression pour la pluralité d'éléments à laquelle il est associé.

[0066] Dans une telle configuration, l'élément fixé peut par ailleurs remplir une fonction d'indexation angulaire des éléments 30, 32, et sert aussi de support fixe capable de maintenir en position le premier élément 30, 32 après qu'il ait été glissé dans l'espace annulaire 18, lors de la fabrication de l'emballage.

[0067] En référence aux figures 5 à 7, on peut apercevoir un exemple de réalisation d'un dispositif de serrage circonférentiel 44, capable de se déployer dans cette direction afin de contraindre ladite pluralité d'éléments 30, 32. Il adopte une forme générale identique ou proche de celle des éléments 30, 32 par sa forme de section globalement trapézoïdale isocèle, mais, contrairement à ces derniers réalisés de préférence d'un seul tenant, il est conçu à partir de trois parties distinctes. En effet, il comporte tout d'abord deux parties latérales 50 compor-

tant chacune une face destinée à former l'un des côtés du trapèze, ces deux faces étant destinées à contacter les deux éléments placés de part et d'autre de ce dispositif 44. A cet égard, si le dispositif de serrage 44 prend la forme d'un premier élément 30, il contacte alors les deux seconds éléments 32 qui lui sont directement adjacents dans la direction circonférentielle, et inversement. Ces parties 50 sont symétriques et définissent conjointement une face destinée à former la petite base du trapèze. Elles comprennent aussi chacune une face destinée à former une portion de la grande base du trapèze, cette grande base étant complétée, en son centre, par la base d'un élément de serrage 52 de section triangulaire, destiné à être inséré entre les deux parties latérales 50. Cet élément de serrage 52 est effilé, à savoir qu'il présente une section triangulaire qui diminue selon la direction longitudinale X, comme cela est visible sur les figures 7a et 7b. Si la base de cet élément de serrage 52 est prévu pour compléter la grande base du trapèze, ses deux faces latérales planes sont quant à elles destinées à mettre en pression deux surfaces d'appui planes 54 à distance et en regard, appartenant respectivement aux deux parties latérales 50.

[0068] De plus, les inclinaisons des faces latérales de l'élément de serrage 52 et des surfaces d'appui 54 sont prévues pour obtenir simultanément deux contacts surfaciques, de préférence des contacts plans.

[0069] Le dispositif 44 fonctionne de la manière suivante. Tout d'abord, les deux pièces latérales 50 sont insérées dans l'espace intérieur défini par les viroles, entre deux éléments 30, 32. Ensuite, c'est l'élément de serrage 52 qui est glissé longitudinalement entre les deux surfaces d'appui 54, jusqu'à l'obtention des contacts plans. La poursuite du déplacement longitudinal de l'élément de serrage 52 par rapport aux pièces 50 conduit à écarter celles-ci l'une de l'autre selon la direction circonférentielle T, et donc à contraindre dans cette même direction la pluralité d'éléments de protection radiologique 30, 32, qui se plaquent ensuite mutuellement contre leur virole associée, du fait du déplacement relatif radial entre ces éléments.

[0070] En référence aux figures 8 à 10b, on peut apercevoir un emballage 2 selon un second mode de réalisation préféré de l'invention.

[0071] Il se distingue du premier tout d'abord par le fait que les seconds éléments 32 ne sont pas uniquement au contact de la virole intérieure 22, mais montés fixement sur celle-ci, par exemple par des goujons solidaires de la virole et des écrous (non représentés), ou par tout autre moyen, comme le soudage. En revanche, chaque premier élément 30 reste maintenu seulement par contacts dans l'espace annulaire 18, entre ses deux seconds éléments adjacents 32 fixés à la virole 22, et la virole extérieure 24.

[0072] En outre, une autre différence réside dans le fait que les seconds éléments 32 présentent chacun une section trapézoïdale diminuant dans un sens donné de la direction longitudinale X, et que, à l'inverse, les pre-

miers éléments 30 présentent chacun une section trapézoïdale augmentant dans ledit sens donné, cela étant le mieux visible sur les figures 10a et 10b.

[0073] Pour assurer la fabrication de l'emballage, chaque premier élément 30 est donc glissé longitudinalement entre ses deux seconds éléments fixes 32 associés et entre les deux viroles 22, 24, jusqu'à l'obtention de deux contacts plans entre les faces latérales des éléments 30, 32 définissant les côtés des trapèzes, et l'obtention d'un contact plan entre la face de l'élément 30 définissant la grande base et la virole extérieure. Tout comme dans le premier mode de réalisation préféré, les faces latérales des éléments 30, 32, définissant les côtés des trapèzes, sont planes.

[0074] La poursuite du déplacement longitudinal du premier élément 30 par rapport aux deux éléments 32 conduit à accentuer l'intensité des contacts, et donc à renforcer la conductivité thermique.

[0075] Pour assurer des efforts de contact satisfaisants, d'une part, et obtenir un effet de coincement de l'élément 30 entre les éléments 32 et la virole extérieure, d'autre part, la variation de section trapézoïdale selon la direction longitudinale est telle que les faces latérales des éléments 30 et 32 sont inclinées par rapport à l'axe longitudinal d'une valeur comprise entre 1 et 10°. Par ailleurs, il est noté que le seul poids propre de l'élément 30 peut suffire à obtenir les efforts de contact souhaités.

[0076] Enfin, le troisième mode de réalisation montré sur la figure 11 se distingue des précédents en ce que les premiers éléments 30 ont une section transversale en forme globale de trapèze tronqué au niveau des deux angles entre la grande base et les côtés, et en ce que les seconds éléments 32 ont une section transversale en forme globale de triangle. Les autres caractéristiques sont identiques ou similaires, en particulier pour ce qui concerne l'inclinaison des interfaces de contact 40.

[0077] Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme du métier à l'invention qui vient d'être décrite, uniquement à titre d'exemples non limitatifs.

Revendications

1. Emballage (2) pour le transport et/ou l'entreposage de matières radioactives, ledit emballage comprenant un corps latéral (14) s'étendant autour d'un axe longitudinal (8) dudit emballage, ledit corps latéral formant une cavité (6) de logement des matières radioactives et comprenant une virole métallique intérieure (22) et une virole métallique extérieure (24), les deux viroles étant concentriques et formant conjointement un espace annulaire (18) à l'intérieur duquel est logé un dispositif de protection radiologique (20) formant barrière contre les rayonnements gamma, ledit dispositif de protection radiologique comprenant au moins un premier et un second éléments métalliques de protection radiologique (30, 32) ad-

jacents selon une direction circonférentielle de l'emballage,

caractérisé en ce que

ledit premier élément (30) est en appui contre la virole extérieure (24) et à distance de ladite virole intérieure (22), tandis que ledit second élément (32) est en appui contre la virole intérieure (22) et à distance de ladite virole extérieure (24), et

en ce que lesdits premier et second éléments (30, 32) sont au contact l'un de l'autre selon une interface (40) prenant, en coupe selon un plan quelconque orthogonal à l'axe longitudinal (8) et traversant cette interface, la forme d'un segment de droite définissant avec une droite radiale le traversant en son milieu un angle aigu (A).

2. Emballage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit angle (A) est compris entre 30 et 60°.

3. Emballage selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisé en ce que** ladite interface (40) est plane.

4. Emballage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins un premier élément métallique de protection radiologique (30) ainsi que deux seconds éléments métalliques de protection radiologique (32) disposés de part et d'autre dudit premier élément (30) selon la direction circonférentielle, ledit premier élément (30) étant au contact de chacun des deux seconds éléments (32) selon respectivement deux interfaces (40) prenant chacune, en coupe selon un plan quelconque orthogonal à l'axe longitudinal (8) et traversant cette interface, la forme d'un segment de droite définissant avec une droite radiale le traversant en son milieu un angle aigu (A), les deux segments de droite étant respectivement supportés par deux droites se rapprochant l'une de l'autre en allant radialement vers l'intérieur et s'interceptant entre les deux droites radiales.

5. Emballage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins un second élément métallique de protection radiologique (32) ainsi que deux premiers éléments métalliques de protection radiologique (30) disposés de part et d'autre dudit second élément (32) selon la direction circonférentielle, ledit second élément (32) étant au contact de chacun des deux premiers éléments (30) selon respectivement deux interfaces (40) prenant chacune, en coupe selon un plan quelconque orthogonal à l'axe longitudinal (8) et traversant cette interface, la forme d'un segment de droite définissant avec une droite radiale le traversant en son milieu un angle aigu, les deux segments de droites étant respectivement supportés par deux droites se rapprochant l'une de l'autre en allant

radialement vers l'extérieur et s'interceptant entre les deux droites radiales.

6. Emballage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend une pluralité de premiers et seconds éléments métalliques de protection radiologique (30, 32), agencés en alternance selon la direction circonférentielle. 5
7. Emballage selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** chaque premier élément de protection radiologique (30) présente une coupe, selon un plan quelconque orthogonal à l'axe longitudinal (8), en forme globale de trapèze dont la grande base est en appui contre la virole extérieure (24) et la petite base à distance de la virole intérieure (22), 10
en ce que chaque second élément de protection radiologique (32) présente une coupe, selon un plan quelconque orthogonal à l'axe longitudinal (8), de forme globale de trapèze dont la grande base est en appui contre la virole intérieure (22) et la petite base à distance de la virole extérieure (24), et 15
en ce que les faces des premiers et seconds éléments (30, 32) définissant les côtés des trapèzes sont en contact deux à deux, de manière à former lesdites interfaces (40). 25
8. Emballage selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** pour chaque trapèze, la grande base est interceptée, localement en son milieu, orthogonalement par une droite radiale. 30
9. Emballage selon la revendication 7 ou la revendication 8, **caractérisé en ce que** chaque trapèze est isocèle. 35
10. Emballage selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce que** la grande base de chaque trapèze est droite ou en forme d'arc de cercle de diamètre identique à celui de la surface de virole qu'il contacte. 40
11. Emballage selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, **caractérisé en ce que** pour chaque trapèze, le rapport de longueurs entre la grande base et la petite base est compris entre 3 et 8. 45
12. Emballage selon l'une quelconque des revendications 6 à 11, **caractérisé en ce que** chacun de ladite pluralité de premiers et seconds éléments (30, 32) est maintenu seulement par contacts dans l'espace annulaire (18). 50
13. Emballage selon la revendication 12, **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens de serrage (44) logés dans ledit espace annulaire (18), permettant 55

de contraindre ladite pluralité de premiers et seconds éléments selon la direction circonférentielle.

14. Emballage selon la revendication 12 ou la revendication 13, **caractérisé en ce que** chacun de ladite pluralité de premiers et seconds éléments (30, 32) prend la forme d'un prisme à base trapézoïdale.
15. Emballage selon l'une quelconque des revendications 6 à 11, **caractérisé en ce que** chacun de ladite pluralité des premiers éléments (30) ou chacun de ladite pluralité des seconds éléments (32) est monté fixement sur sa virole associée (24, 22), et **en ce que** chacun de la pluralité des autres éléments est maintenu seulement par contacts dans l'espace annulaire (18).
16. Emballage selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** chacun de la pluralité des éléments (32) montés fixement sur sa virole associée (22) présente une section diminuant dans un sens donné de la direction longitudinale (X) de l'emballage, et **en ce que** chacun de la pluralité des autres éléments (32) présente une section augmentant dans ledit sens donné de la direction longitudinale.
17. Procédé de fabrication d'un emballage selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, dans lequel on insère chaque premier et second élément métallique de protection radiologique dans ledit espace annulaire, puis on réalise un serrage permettant de contraindre ces éléments selon la direction circonférentielle.

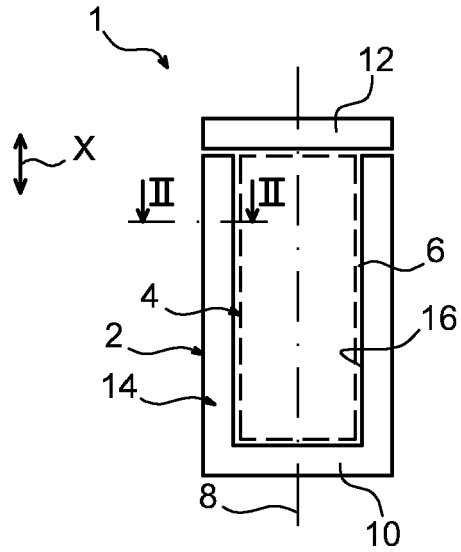


FIG. 1

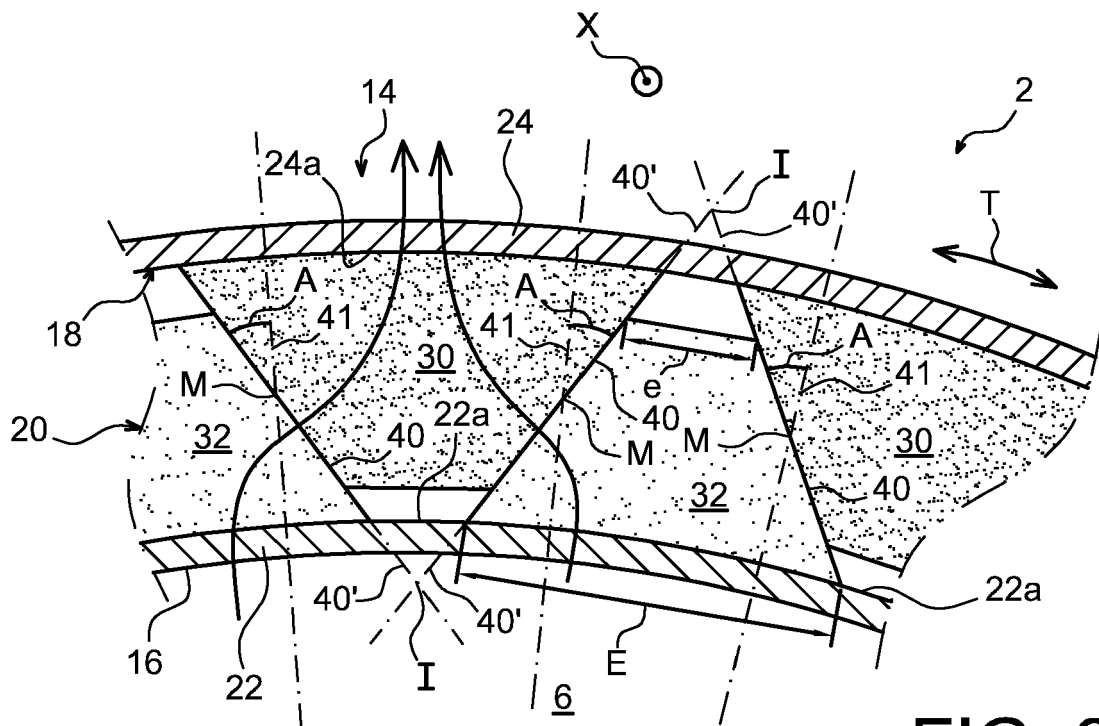


FIG. 2

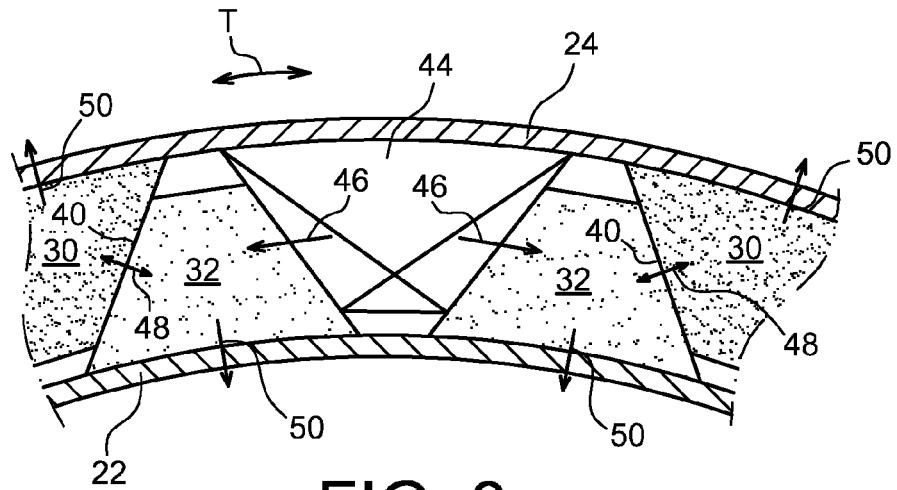


FIG. 3

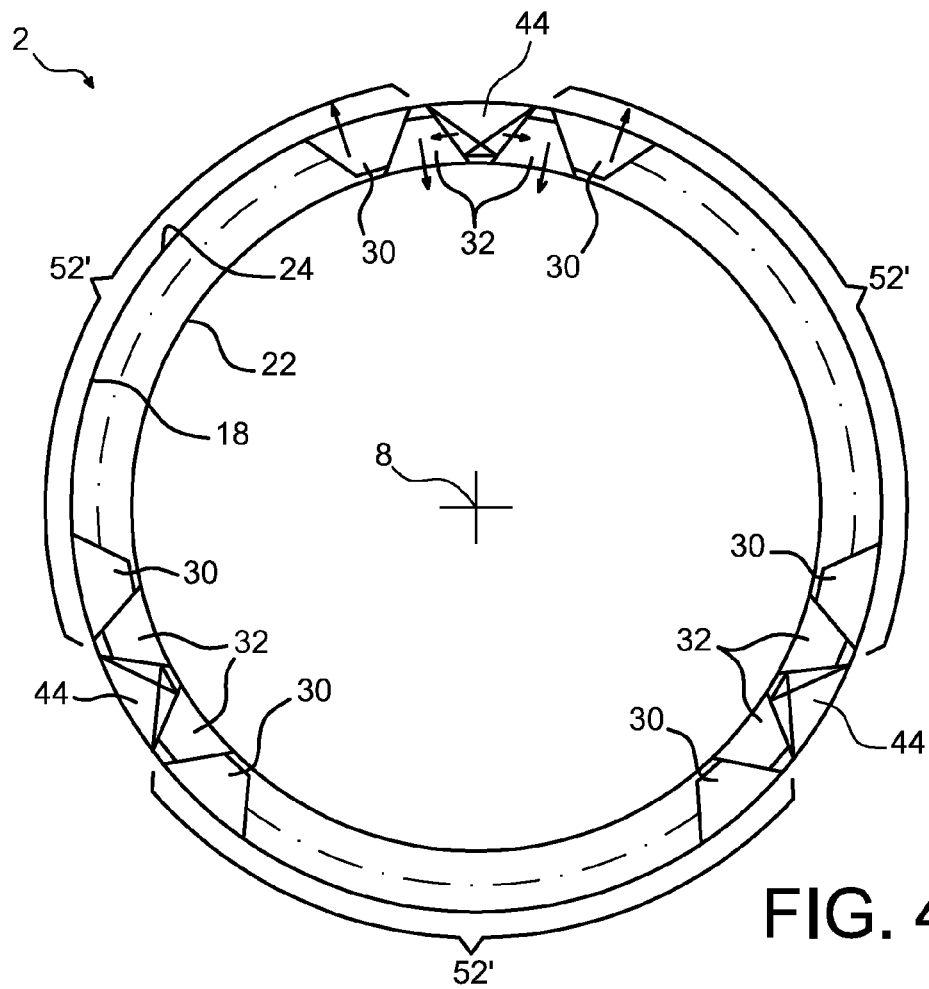


FIG. 4

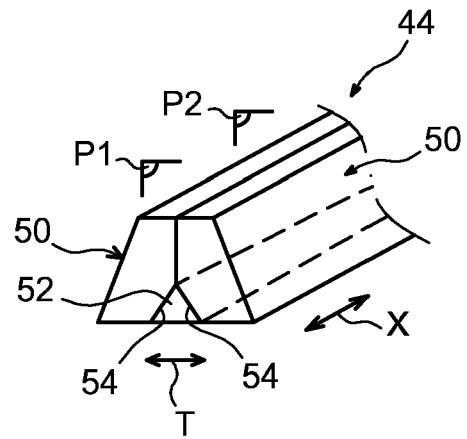


FIG. 5

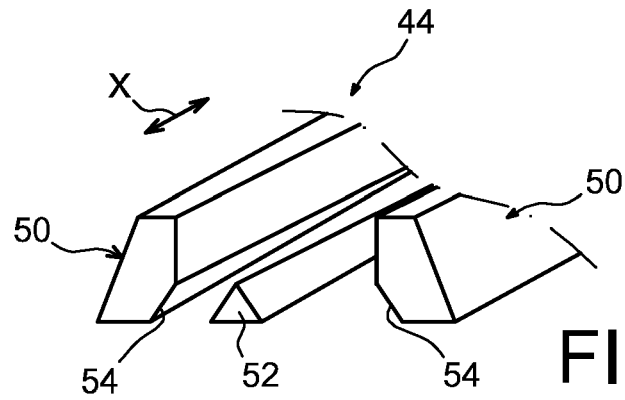


FIG. 6

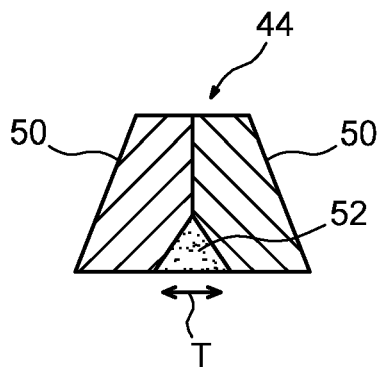


FIG. 7a

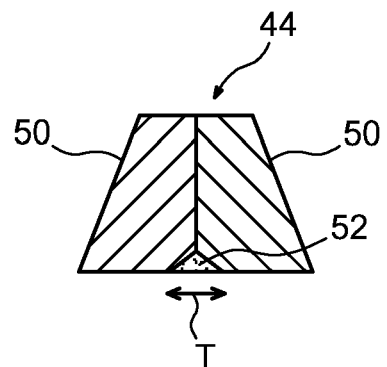


FIG. 7b

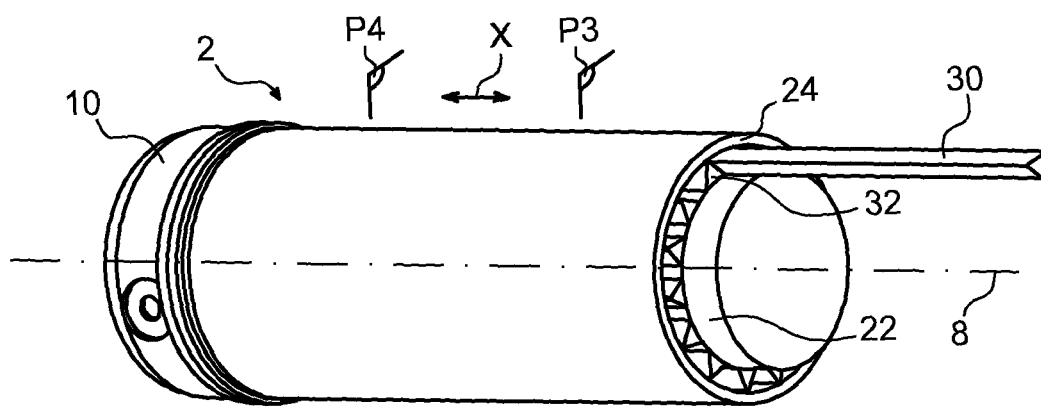


FIG. 8

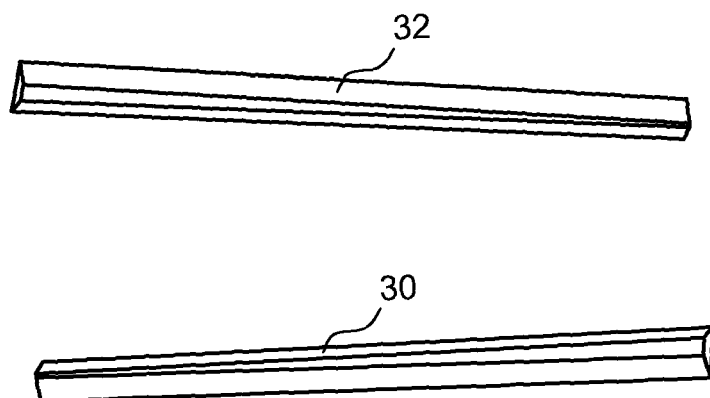


FIG. 9

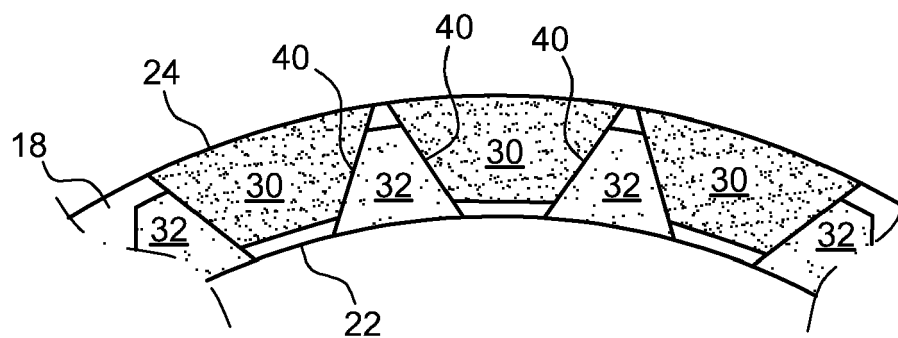


FIG. 10a

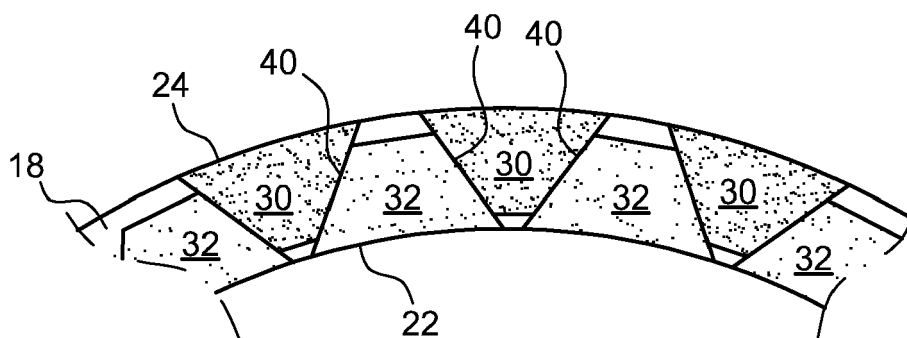


FIG. 10b

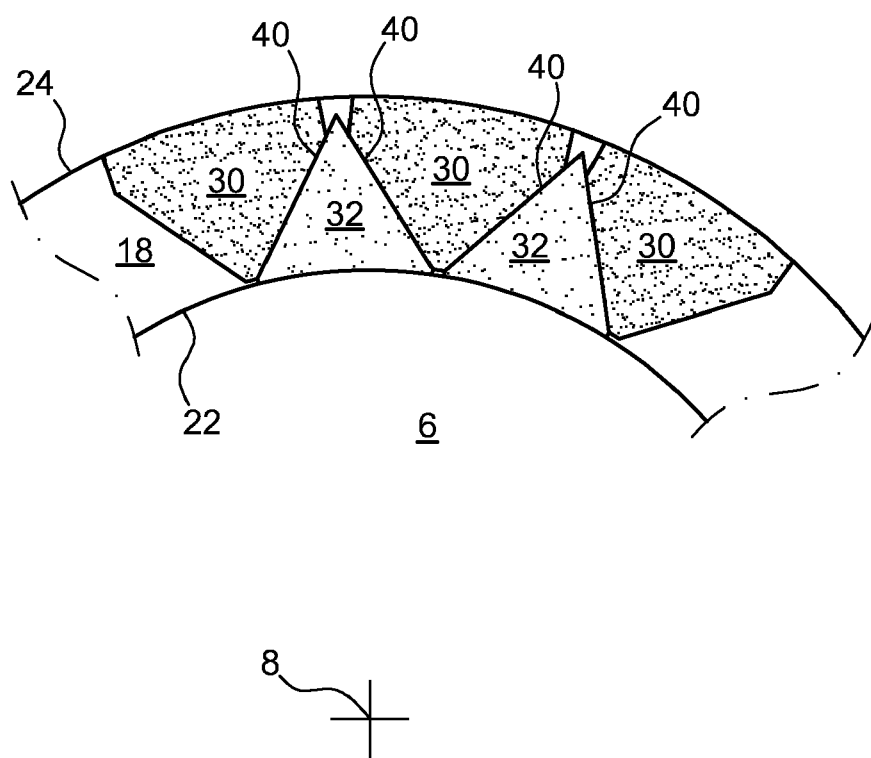


FIG. 11



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 10 19 0306

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	US 5 641 970 A (TANIUCHI HIROAKI [JP] ET AL) 24 juin 1997 (1997-06-24) * abrégé * * figures 1-3 * * colonne 3, ligne 31 - colonne 4, ligne 49 *	1-17	INV. G21F5/10 G21F3/00
A	JP 2007 139677 A (HITACHI LTD) 7 juin 2007 (2007-06-07) * abrégé * * figures 1,19,20 * * alinéas [0026] - [0030], [0059] - [0061] *	1-17	
A	JP 2008 076408 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 3 avril 2008 (2008-04-03) * abrégé * * figures 1,2,5,6 * * alinéas [0017] - [0022], [0027] - [0034] *	1-17	
A	GB 1 422 018 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 21 janvier 1976 (1976-01-21) * abrégé * * figures 1,2 * * page 2, ligne 10-50 *	1-17	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) G21F
1 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 3 février 2011	Examineur Manini, Adriano
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 10 19 0306

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.

03-02-2011

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5641970	A	24-06-1997	DE 69602136 D1	27-05-1999
			DE 69602136 T2	14-10-1999
			EP 0757361 A1	05-02-1997
			ES 2133900 T3	16-09-1999
			JP 3342994 B2	11-11-2002
			JP 9049898 A	18-02-1997

JP 2007139677	A	07-06-2007	AUCUN	

JP 2008076408	A	03-04-2008	AUCUN	

GB 1422018	A	21-01-1976	FR 2181540 A1	07-12-1973

EPO FORM P0460

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