

(19)



(11)

EP 3 982 375 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
06.11.2024 Bulletin 2024/45

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
G21F 5/06 ^(2006.01) **G21F 3/04** ^(2006.01)
G21F 5/005 ^(2006.01) **G21F 5/008** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **21306304.3**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
G21F 3/04; G21F 5/005; G21F 5/008; G21F 5/06

(22) Date de dépôt: **21.09.2021**

(54) **EMBALLAGE POUR LE TRANSPORT ET/ OU LE STOCKAGE DE MATIERES RADIOACTIVES, COMPRENANT UN DISPOSITIF DE PROTECTION RADIOLOGIQUE REDUISANT LES RISQUES DE FUITES RADIOLOGIQUES**

VERPACKUNG FÜR DEN TRANSPORT UND/ODER DIE LAGERUNG VON RADIOAKTIVEM MATERIAL, DIE EINE STRAHLENSCHUTZVORRICHTUNG UMFASST, DIE DIE RISIKEN EINES STRAHLUNGSAUSTRITTS REDUZIERT

PACKAGING FOR TRANSPORTING AND/OR STORING RADIOACTIVE MATERIALS, COMPRISING A RADIOLOGICAL PROTECTION DEVICE REDUCING THE RISK OF RADIOLOGICAL LEAKS

(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**

- **GOURDON, Yves**
92400 COURBEVOIE (FR)
- **BORDES, Frédéric**
78280 GUYANCOURT (FR)

(30) Priorité: **07.10.2020 FR 2010235**

(74) Mandataire: **Brevalex**
Tour Trinity
1 B Place de la Défense
92400 Courbevoie (FR)

(43) Date de publication de la demande:
13.04.2022 Bulletin 2022/15

(73) Titulaire: **ORANO NUCLEAR PACKAGES AND SERVICES**
78180 Montigny-le-Bretonneux (FR)

(56) Documents cités:
EP-A1- 0 942 435 DE-A1- 2 108 855
FR-A1- 3 060 192

(72) Inventeurs:
• **RIPERT, Hervé**
75015 PARIS (FR)

EP 3 982 375 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La présente invention se rapporte au domaine des emballages de transport et/ou de stockage de matières radioactives, par exemple des assemblages de combustible nucléaire ou des déchets radioactifs.

[0002] Plus précisément, l'invention se rapporte à un emballage comprenant un dispositif de protection radiologique formé par une pluralité d'éléments distincts, par exemple des éléments de protection radiologique en résine coulée.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

[0003] De l'art antérieur, il est connu de prévoir un emballage pourvu d'un dispositif de protection radiologique agencé autour d'une cavité de logement des matières radioactives. Un tel emballage est connu du document DE 21 08 855 A1. La fonction recherchée avec ce dispositif réside dans la protection contre le rayonnement gamma, et/ou dans l'absorption neutronique afin de respecter les critères radiologiques réglementaires autour de l'emballage, lorsque celui-ci est chargé de matières radioactives.

[0004] Pour ce faire, une solution consiste à insérer des éléments de protection radiologique dans un espace annulaire centré sur l'axe central longitudinal de l'emballage. Ces éléments prennent habituellement la forme de blocs, qui, grâce à un jeu à froid, peuvent être introduits dans l'espace annulaire. Ce jeu à froid permet également la dilatation thermique du matériau de protection radiologique, et limite ainsi les contraintes thermomécaniques de ces blocs sur les parties de l'emballage qui définissent l'espace annulaire.

[0005] Pendant les opérations de transport effectuées avec ce type d'emballage, les éléments de protection radiologique peuvent se déplacer et glisser les uns par rapport aux autres dans l'espace annulaire. Les déplacements cumulés entre ces éléments peuvent conduire localement, entre deux éléments adjacents, à l'apparition d'un jeu d'une valeur inacceptable au regard des fuites radiologiques.

[0006] Par conséquent, il existe un besoin d'optimisation de la conception des emballages existants, afin de pallier l'inconvénient décrit ci-dessus.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0007] Pour répondre à ce besoin, l'invention a pour objet un emballage pour le transport et/ou le stockage de matières radioactives, comprenant une cavité de logement des matières radioactives, ainsi qu'un dispositif de protection radiologique agencé autour de la cavité de logement dans un espace annulaire centré sur un axe central longitudinal de l'emballage, le dispositif de protection radiologique comprenant des éléments de pro-

tection radiologique agencés dans l'espace annulaire.

[0008] Selon l'invention, associé à au moins deux éléments de protection radiologique qui se succèdent selon une direction donnée de l'espace annulaire, parmi une direction longitudinale et une direction circonférentielle de cet espace, il est prévu dans l'espace un organe de verrouillage conçu pour limiter / interdire l'écartement des deux éléments de protection radiologique l'un par rapport à l'autre dans la direction donnée, l'organe de verrouillage coopérant avec ou étant intégré à un premier élément parmi lesdits deux éléments de protection radiologique, et coopérant avec un creux pratiqué sur un second élément parmi ces deux éléments de protection radiologique.

[0009] L'invention permet avantageusement de limiter de manière simple l'écartement entre les éléments de protection radiologique au sein de l'espace annulaire de l'emballage, avec pour conséquence une réduction importante du risque de fuites radiologiques entre ces éléments de protection radiologique.

[0010] L'invention présente par ailleurs au moins l'une des caractéristiques optionnelles suivantes, prises isolément ou en combinaison.

[0011] Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, l'organe de verrouillage est intégré d'une seule pièce au premier élément de protection radiologique.

[0012] De préférence, l'organe de verrouillage est un organe longiligne, de préférence de section en forme de disque tronqué, de carré ou de trapèze. D'autres formes peuvent bien évidemment être retenues, sans sortir du cadre de l'invention.

[0013] De préférence, l'organe de verrouillage longiligne s'étend orthogonalement ou sensiblement orthogonalement à ladite direction donnée.

[0014] Selon un autre mode de réalisation préféré de l'invention, l'organe de verrouillage est une pièce distincte des premier et second éléments de protection radiologique, et cet organe de verrouillage coopère également avec un creux pratiqué sur le premier élément de protection radiologique.

[0015] De préférence, l'organe de verrouillage est une pièce de plus petite dimension que celle des premier et second éléments de protection radiologique, et de préférence réalisé dans un matériau différent.

[0016] De préférence, l'organe de verrouillage est un pion, une clavette, ou une agrafe.

[0017] De préférence, l'organe de verrouillage ne s'étend que sur une partie de l'épaisseur radiale de l'espace annulaire.

[0018] Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, les premier et second éléments de protection radiologique sont directement consécutifs dans ladite direction donnée, au sein d'une même rangée annulaire d'éléments de protection radiologique.

[0019] Selon un autre mode de réalisation préféré de l'invention, les premier et second éléments de protection radiologique appartiennent respectivement à deux rangées annulaires concentriques d'éléments de protection

radiologique, les premier et second éléments de protection radiologique étant ainsi décalés circonférentiellement l'un de l'autre en se recouvrant en partie dans une direction radiale de l'espace annulaire.

[0020] De préférence, l'organe de verrouillage se trouve au niveau d'une zone de recouvrement radial des premier et second éléments de protection radiologique.

[0021] De préférence, l'espace annulaire est défini par une virole interne et une enveloppe externe. A cet égard, il est noté que la virole interne peut former tout ou partie du corps latéral de l'emballage, ou bien cette virole interne peut être prévue en sus du corps latéral d'emballage délimitant la cavité de logement des matières radioactives.

[0022] De préférence, l'espace annulaire est dépourvu de conducteurs thermiques reliant la virole interne à l'enveloppe externe.

[0023] De préférence, les éléments de protection radiologique sont des éléments de protection neutronique, de préférence des blocs de résine coulée.

[0024] De préférence, au moins un élément de protection radiologique du dispositif de protection radiologique, et de préférence plusieurs de ces éléments, voire chacun d'eux, est associé à deux organes de verrouillage conçus pour limiter / interdire son écartement, dans ladite direction donnée, respectivement par rapport à chacun des deux éléments de protection radiologique situés de part et d'autre de celui-ci dans cette même direction donnée. Cet agencement, qui limite encore davantage les risques de cumul des jeux entre les différents éléments de protection radiologique, s'applique aussi bien à la configuration à rangée annulaire unique qu'à la configuration à deux rangées annulaires concentriques d'éléments de protection radiologique.

[0025] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront dans la description détaillée non limitative ci-dessous.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0026] Cette description sera faite au regard des dessins annexés parmi lesquels ;

[Fig. 1] représente une vue schématique en coupe axiale longitudinale d'un emballage pour le transport et/ou le stockage de matières radioactives, selon un mode de réalisation préféré de la présente invention ;

[Fig. 2] représente une vue en coupe transversale prise selon la ligne II-II de la figure 1 ;

[Fig. 3] représente une vue en perspective d'un élément de protection radiologique mis en oeuvre dans l'emballage montré sur les figures 1 et 2 ;

[Fig. 4] représente une vue en coupe axiale longitudinale d'une partie d'un emballage se présentant selon un autre mode de réalisation préféré de la présente invention ;

[Fig. 5] représente une vue similaire à celle de la

figure 4, avec l'emballage se présentant selon une alternative ;

[Fig. 6] est une vue similaire à celle de la figure 4, avec l'emballage se présentant selon un autre mode de réalisation préféré de la présente invention ;

[Fig. 7] est une vue schématique représentant un autre mode de réalisation préféré du dispositif de protection radiologique équipant l'emballage ;

[Fig. 8] est une vue similaire à celle de la figure 2, avec l'emballage se présentant selon un autre mode de réalisation préféré de la présente invention, dans lequel le dispositif de protection radiologique présente deux rangées annulaires concentriques d'éléments de protection radiologique ;

[Fig. 9] est une vue schématique montrant une forme différente pour les organes de verrouillage équipant le dispositif de protection radiologique ;

[Fig. 10] est une vue en coupe transversale partiellement éclatée, montrant un autre mode de réalisation préféré avec un dispositif de protection radiologique à deux rangées annulaires concentriques d'éléments de protection radiologique ; et

[Fig. 11] représente une vue similaire à celle de la figure 8, avec l'emballage se présentant sous la forme d'un autre mode de réalisation préféré de l'invention.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRÉS

[0027] En référence tout d'abord à la figure 1, il est représenté un emballage 1 pour le transport et/ou l'entreposage de matières radioactives, comme des assemblages de combustible nucléaire 3 ou des déchets radioactifs (représentés uniquement partiellement et schématiquement sur la figure 1).

[0028] Cet emballage 1 est représenté en position verticale de stockage, dans laquelle son axe central longitudinal 2 est orienté verticalement. Il repose sur un fond d'emballage 4, opposé à un couvercle amovible 6 selon la direction de la hauteur 8, parallèle à l'axe longitudinal 2. La direction de la hauteur 8 correspond ainsi à la direction longitudinale de l'emballage.

[0029] Entre le fond 4 et le couvercle 6, l'emballage 1 comporte un corps latéral 10 s'étendant autour de l'axe 2, et délimitant intérieurement une cavité 12 de logement des matières radioactives 3. Cette cavité 12 peut constituer une enceinte de confinement destinée à recevoir les matières radioactives, par exemple agencées dans un panier de rangement également situé dans l'enceinte de confinement. Alternativement, l'enceinte de confinement est définie intégralement par un étui, également dénommé « canister », placé dans la cavité 12 précitée. Celle-ci est fermée axialement vers le haut par le couvercle 6, et vers le bas par le fond 4, qui peut être réalisé d'une seule pièce avec le corps latéral 10 de l'emballage. Ces éléments 4, 6 et 10 forment en effet le corps de l'emballage, dédié en particulier à assurer la résistan-

ce mécanique de l'emballage en cas de chute, de manière à conserver l'étanchéité de l'enceinte de confinement.

[0030] A sa périphérie, l'emballage 1 est également équipé d'un dispositif de protection radiologique, ici un dispositif de protection neutronique 14. Ce dispositif est formé à l'aide de plusieurs éléments de protection neutronique 16, qui s'étendent chacun sur tout ou partie de la longueur du corps latéral 10 de l'emballage, selon la direction 8. Alternativement, le dispositif 14 pourrait être formé à l'aide de blocs 16 s'empilant selon la direction 8. Chaque élément de protection radiologique 16 prend la forme d'un bloc préfabriqué, de préférence réalisée en résine coulée. Cette résine peut comprendre du bore ou tout autre élément neutrophage, c'est-à-dire des éléments absorbeurs de neutrons. Par « éléments absorbeurs de neutrons », il est entendu des éléments qui présentent une section efficace supérieure à 100 barns pour les neutrons thermiques. Par la suite, les éléments de protection neutronique 16 seront dénommés « blocs de protection 16 » ou « blocs 16 ». Ces derniers sont agencés dans un espace annulaire 18 centré sur l'axe 2, et défini par une virole intérieure 20 et une enveloppe externe 22. Dans le mode de réalisation préféré montré sur la figure 1, la virole interne 20 est une pièce ajoutée autour du corps latéral 10 de l'emballage, mais alternativement, la délimitation interne de l'espace annulaire 18 pourrait être directement réalisée par la surface externe du corps latéral 10. L'enveloppe externe 22 forme quant à elle la périphérie latérale de l'emballage 1.

[0031] Les éléments 4, 6, 10 du corps d'emballage peuvent être métalliques, par exemple en acier ou en fonte. La virole interne 20 et l'enveloppe externe 22 peuvent aussi être métalliques, par exemple en acier. Dans l'espace annulaire 18, également dit espace inter-viroles, il n'est de préférence pas prévu de conducteurs thermiques en sus des blocs de protection 16. Ce cas particulier correspond à des emballages destinés au transport de matières radioactives ne dégageant qu'une faible puissance thermique, voire aucune. Par « conducteurs thermiques », il est entendu des conducteurs conventionnellement mis en oeuvre dans les emballages, généralement agencés en alternance avec les blocs de protection neutronique et reliant la virole interne 20 à l'enveloppe externe 22. Néanmoins, des conducteurs thermiques en forme de disque annulaire pourraient être envisagés. Les blocs 16 alternent alors avec les disques de conduction thermique dans la direction 8. En référence à présent aux figures 2 et 3, il est montré la forme des blocs 16 qui se succèdent selon la direction circonférentielle 28 de l'espace annulaire 18, en rapport à l'axe 2. Dans ce mode de réalisation préféré, tous les blocs 16 forment une même et unique rangée annulaire de blocs, centrée sur l'axe 2, et présentant une épaisseur seulement légèrement inférieure à l'épaisseur totale « E1 » de l'espace annulaire 18 selon la direction radiale 30 de cet espace.

[0032] Ici, chaque bloc 16 de la rangée annulaire est

préférentiellement identique, à savoir de même forme et de mêmes dimensions. Globalement, chaque bloc 16 est réalisé d'une seule pièce par deux portions 16a, 16b sensiblement parallélipédiques et décalées l'une de l'autre selon la direction circonférentielle 28, ainsi que selon la direction radiale 30. En effet, la première portion 16a forme une partie radialement externe du bloc 16, raccordée et décalée circonférentiellement d'une seconde portion 16b formant la partie radialement interne de ce même bloc.

[0033] Grâce à la succession des blocs 16 selon la direction circonférentielle 28, la première portion 16a d'un premier bloc recouvre, dans la direction radiale, au moins partiellement la seconde portion 16b d'un second bloc 16 directement consécutif dans la direction circonférentielle 28, de même que la seconde portion 16b du premier bloc est recouverte, dans la direction radiale, au moins partiellement par la première portion 16a d'un troisième bloc 16 directement consécutif dans la direction circonférentielle 28, mais agencé à l'opposé du second.

[0034] L'une des particularités de l'invention réside dans la mise en oeuvre de moyens pour limiter / interdire l'écartement circonférentiel entre les blocs adjacents 16, et éviter ainsi que le cumul de tels écartements ne puisse conduire à des fuites neutroniques d'un niveau inacceptable entre deux blocs 16 directement consécutifs. Pour ce faire, il est préférentiellement prévu que plusieurs blocs 16 de l'unique rangée annulaire, et de préférence la totalité ou la quasi-totalité d'entre eux, soit chacun associé à deux organes de verrouillage 32 destinés à limiter / interdire son écartement circonférentiel, respectivement par rapport à chacun des deux blocs 16 situés de part et d'autre de celui-ci dans la direction circonférentielle 28.

[0035] L'agencement entre un organe de verrouillage 32 et ses deux blocs 16 dont il limite / interdit l'écartement étant le même au niveau de chacun des organes de verrouillage, seul l'un d'eux sera décrit de manière détaillée ci-dessous.

[0036] Dans ce mode de réalisation préféré, chaque organe de verrouillage 32, situé dans l'espace annulaire 18, est intégré d'une seule pièce à la première portion 16a de son premier bloc 16 associé. Alternativement, il pourrait être intégré à la seconde portion 16b, sans sortir du cadre de l'invention.

[0037] Dans le cas d'une intégration de l'organe de verrouillage 32 à la première portion 16a du premier bloc 16, cet organe 32 prend la forme d'une saillie radiale vers l'intérieur s'étendant de manière longiligne selon la direction longitudinale 8, c'est-à-dire localement orthogonalement ou sensiblement orthogonalement à la direction circonférentielle 28. La saillie longiligne 32 s'étend ainsi de préférence de manière continue sur toute la longueur du premier bloc associé 16, ou seulement sur une portion de celui-ci. En section transversale comme sur la figure 2, la saillie 32 présente une forme de disque tronquée, par exemple un demi-disque, ou toute autre forme comme un carré, un rectangle, un trapèze, etc.

[0038] La saillie 32 est logée dans un creux 34 de forme complémentaire, ouvert radialement vers l'extérieur et prévu sur la seconde portion 16b d'un second bloc 16 directement adjacent au premier bloc selon la direction circonférentielle 28. De par la coopération entre la saillie 32 et le creux 34, les premier et second blocs de protection 16 ne peuvent s'écarter l'un de l'autre selon la direction circonférentielle 28, ou seulement sur une amplitude limitée par consommation du jeu circonférentiel entre ces deux parties 32, 34. Enfin, il est noté que la coopération entre les saillies 32 et les creux 34 des différents blocs 16 est obtenue dès l'introduction de chacun de ces derniers dans l'espace annulaire 18, par glissement relatif de chaque saillie 32 dans son creux associé 34, en forme de gouitière.

[0039] Le mode de réalisation préféré qui vient d'être décrit se révèle d'ailleurs transposable au cas d'une succession de blocs de protection 16 selon la direction longitudinale 8, dans l'espace annulaire 18. Ce cas est représenté sur la figure 4, dans lequel les organes de verrouillage 32 se présentent toujours sous forme de saillies radiales, mais en s'étendant ici de manière longiligne selon la direction circonférentielle 28, tout comme les creux 34 dans lesquels sont insérées ces saillies 32.

[0040] A titre indicatif, lors de la fabrication de l'emballage, l'insertion de l'organe de verrouillage 32 d'un bloc 16, dans le creux 34 d'un bloc directement consécutif dans la direction longitudinale 8, s'effectue avant que les parties correspondantes de ces deux blocs 16 ne soient introduites longitudinalement dans l'espace annulaire 18.

[0041] La figure 5 représente une alternative à la solution proposée sur la figure 4. Ici, l'organe de verrouillage 32 forme une extrémité longitudinale de la première portion 16a du bloc 16, toujours en faisant saillie radialement vers l'intérieur. De plus, le creux 34 du bloc de protection 16 est formé entre d'une part la jonction entre ses deux portions 16a, 16b, et d'autre part une autre saillie 16' se projetant radialement vers l'extérieur et constituant une extrémité longitudinale opposée de ce bloc 16, prévue sur la seconde portion 16b. Toujours dans le contexte d'une rangée unique d'éléments de protection 16, il est possible de prévoir que la retenue mutuelle de ces blocs 16 s'effectue par des organes de verrouillage non intégrés à ces blocs, mais distincts et coopérant avec ces derniers. Un mode de réalisation préféré en ce sens est montré sur la figure 6, dans lequel les blocs 16 adoptent toujours la même forme générale avec leurs deux portions 16a, 16b. Les organes de verrouillage 32 prennent la forme d'agrafes ou d'éléments similaires, couplant chacune deux blocs 16 directement consécutifs dans la direction longitudinale 8 pour limiter / interdire leur écartement relatif selon cette même direction au sein de l'espace annulaire 18.

[0042] Chaque agrafe 32 présente ainsi deux pattes respectivement logées dans deux creux 34 du premier et du second bloc de protection 16 qu'elle relie. Le corps central de chaque agrafe 32 s'étend selon la direction

circonférentielle 28, et ses pattes agencées aux extrémités de ce corps font saillie radialement pour se loger dans les creux correspondants 34 des blocs 16.

[0043] Comme cela est visible sur la figure 6, les agrafes 32 sont agencées au niveau des jonctions longitudinales entre les blocs 16, en étant placées sur la périphérie externe de la rangée annulaire de blocs, entre ces derniers et l'enveloppe externe 22. Alternativement, les agrafes 32 pourraient être placées sur la périphérie interne de la rangée annulaire, entre les blocs et la virole interne 20.

[0044] Ce système d'agrafes pourrait également être mis en oeuvre de manière analogue pour limiter/ interdire l'écartement relatif entre les blocs 16 selon la direction circonférentielle 28, sans sortir du cadre de l'invention.

[0045] En référence à présent à la figure 7, il est représenté un autre mode de réalisation préféré pour coupler les blocs 16 dans la direction longitudinale 8 avec des organes de verrouillage 32 distincts de ces blocs. Il s'agit d'une conception du type clavette ou similaire, présentant deux portions longitudinales opposées 32' chacune en forme de queues d'aronde, logées respectivement dans des creux 34 de forme complémentaire pratiqués sur les extrémités longitudinales en regard des deux blocs concernés 16. Dans ce mode de réalisation, chaque bloc 16 présente une courbure selon la direction circonférentielle 28 pour suivre la forme générale de l'espace annulaire 18 dans lequel il se trouve.

[0046] Dans tous les modes de réalisation envisagés avec des organes de verrouillage 32 distincts des blocs de protection 16 qu'ils relient, ces organes 32 constituent chacun une pièce de plus petite dimension que celle des blocs 16. D'ailleurs, chaque organe de verrouillage 32 ne s'étend que sur une partie de l'épaisseur radiale E1 de l'espace annulaire 18, par exemple sur 5 à 30 % de cette épaisseur.

[0047] Les organes de verrouillage 32 sont préférentiellement réalisés dans un matériau différent de celui des blocs 16, par exemple un matériau métallique.

[0048] L'ensemble des principes associés aux modes de réalisation préférés décrits ci-dessus sont applicables aux conceptions dans lesquelles le dispositif de protection 14 comprend deux ou plusieurs rangées annulaires concentriques de blocs de protection 16, centrées sur l'axe 2.

[0049] Dans le mode de réalisation préféré de la figure 8, il s'agit de deux rangées concentriques 36a, 36b agencées dans l'espace annulaire 18, chacune de ces rangées étant formée par la succession de blocs de protection 16 selon la direction circonférentielle 28. Chaque bloc 16 s'étend sur tout ou partie de la longueur du corps latéral 10 de l'emballage, selon la direction 8. Il présente une forme simple, par exemple globalement parallélépipédique, avec éventuellement une courbure selon la direction circonférentielle 28 pour suivre la forme générale de l'espace annulaire 18 dans lequel il se trouve. Ici, chaque bloc 16 de chacune des deux rangées 36a, 36b est préférentiellement réalisé d'une seule pièce, en compre-

nant une première portion 16a ainsi qu'une seconde portion 16b située dans le prolongement circonférentiel de la première portion 16a. Un décalage de positionnement angulaire est adopté entre les blocs 16 de la première rangée 36a située radialement à l'extérieur, et les blocs 16 de la seconde rangée 36b située radialement à l'intérieur, de manière à ce que les interfaces entre les blocs 16 de la première rangée 36a ne soient pas alignées radialement avec les interfaces entre les blocs de la seconde rangée 36b. Cette disposition, assimilable à une disposition en quinconce des blocs 16 formant les deux rangées 36a, 36b, permet de limiter les fuites neutroniques à travers ces interfaces. Dans cette configuration, chaque bloc 16 de la première rangée 36a a sa première portion 16a recouverte par la seconde portion 16b de l'un des blocs de la seconde rangée 36b, de même que sa seconde portion 16b est recouverte par la première portion 16a du bloc directement consécutif au sein de la seconde rangée 36b. Il en est de même pour chaque bloc 16 de la seconde rangée 36b, dont la première portion 16a est recouverte par la seconde portion 16b de l'un des blocs de la première rangée 36a, et dont la seconde portion 16b est recouverte par la première portion 16a du bloc directement consécutif au sein de la première rangée 36a. Ainsi, il peut être observé un décalage circonférentiel entre deux blocs 16 appartenant respectivement aux deux rangées 36a, 36b, et qui se recouvrent partiellement l'un l'autre.

[0050] En d'autres termes, la première portion 16a d'un premier bloc 16 de la seconde rangée 36b est recouverte, dans la direction radiale 30, par la seconde portion 16b d'un second bloc 16 de la première rangée 36a, et la seconde portion 16b de ce premier bloc est recouverte, toujours dans la direction radiale 30, par la première portion 16a d'un troisième bloc 16 de la première rangée 36a, les second et troisième blocs 16 étant directement consécutifs dans la direction circonférentielle 28 au sein de la première rangée 36a. De même, la première portion 16a d'un premier bloc 16 de la première rangée 36a est recouverte, dans la direction radiale 30, par la seconde portion 16b d'un second bloc 16 de la seconde rangée 36b, et la seconde portion 16b de ce premier bloc est recouverte, toujours dans la direction radiale 30, par la première portion 16a d'un troisième bloc 16 de la seconde rangée 36b, les second et troisième blocs 16 étant directement consécutifs dans la direction circonférentielle 28 au sein de la seconde rangée 36b. Par ailleurs, il est indiqué que lorsque deux blocs 16 se recouvrent partiellement l'un l'autre selon la direction radiale 30, ces mêmes blocs 16 sont considérés comme se succédant selon la direction circonférentielle 28, quand bien même ils n'appartiennent pas à la même rangée annulaire.

[0051] Dans ce mode de réalisation préféré de l'invention, chaque bloc de protection 16 de la seconde rangée 36b comporte deux organes de verrouillage 32 espacés circonférentiellement l'un de l'autre, le premier se trouvant dans la première portion 16a, et le second se trouvant dans la seconde portion 16b. En outre, chaque bloc

de protection 16 de la première rangée 36a comporte deux creux 34 espacés circonférentiellement l'un de l'autre, le premier se trouvant dans la première portion 16a, et le second se trouvant dans la seconde portion 16b. Ainsi, chaque bloc de protection 16 de la seconde rangée 36b a son premier organe de verrouillage 32 inséré dans le second creux 34 d'un bloc 16 de la première rangée 16a, tandis que son second organe de verrouillage 32 est inséré dans le premier creux 34 du bloc 16 directement consécutif au sein de la première rangée 16a. Ainsi, dans ce mode de réalisation, l'organe de verrouillage 32 se trouve au niveau d'une zone de recouvrement radial des deux blocs 16 qu'il participe à retenir l'un par rapport à l'autre, permettant ainsi de limiter/interdire l'écart relatif entre ces deux mêmes blocs selon la direction circonférentielle 28.

[0052] Naturellement, la conception pourrait être inversée en prévoyant les organes en saillie 32 sur les blocs de la première rangée 36a et les creux 34 sur les blocs de la seconde rangée 36b, sans sortir du cadre de l'invention.

[0053] Dans le mode de réalisation préféré de la figure 8, les organes de verrouillage 32 en saillie radialement sont identiques ou similaires à ceux décrits en référence à la figure 2, à savoir notamment de section transversale en forme de demi-disque. Cependant, toutes les autres caractéristiques décrites en référence à la figure 2 sont aussi applicables, comme le caractère longiligne des organes 32 selon la direction longitudinale 8, etc.

[0054] Selon un autre mode de réalisation possible, brièvement schématisé sur la figure 9, les organes de verrouillage 32 en saillie radialement peuvent être de forme trapézoïdale, tout comme les creux 34 avec lesquels ils coopèrent.

[0055] Selon encore un autre mode de réalisation préféré, représenté sur la figure 10, les deux rangées annulaires concentriques 36a, 36b sont réalisées par des blocs 16 chacun de section transversale en forme générale de U. La seconde rangée 36b comporte des blocs 16 en forme de U dont les deux branches opposées font saillie radialement vers l'extérieur, tandis que la première rangée 36a comporte des blocs 16 en forme de U dont les deux branches opposées font saillie radialement vers l'intérieur.

[0056] Les deux branches de chaque bloc 16 de la seconde rangée 36b forment respectivement les deux organes de verrouillage 32 de ce bloc, tandis que l'espace 40 défini entre les deux branches de chaque bloc 16 de la première rangée 36a forme deux creux adjacents 34 se fondant circonférentiellement l'un dans l'autre, et destinés à recevoir deux branches / organes 32 appartenant respectivement à deux blocs directement consécutifs 16 de la seconde rangée 36b. Dans ce cas de figure, les deux organes de verrouillage adjacents 32, appartenant à deux blocs distincts 16, présentent ensemble une forme complémentaire de celle de l'espace 40 dans lequel sont insérés ces deux organes.

[0057] Cette configuration avec les blocs de protection

16 en forme de U est également applicable aux cas où ces derniers se succèdent selon la direction longitudinale 8 dans l'espace annulaire 18, les branches des U de la seconde rangée 36b servant alors à limiter / interdire l'écartement longitudinal entre les blocs 16, par coopération avec les espaces 40 définis entre les branches des U de la première rangée 36a.

[0058] Bien évidemment, en raison de l'identité de forme préférée entre les blocs en U des deux rangées 36a, 36b, il pourrait alternativement être possible de considérer que les deux branches de chaque bloc 16 de la première rangée 36a forment respectivement les deux organes de verrouillage 32 de ce bloc, tandis que l'espace défini entre les deux branches de chaque bloc 16 de la seconde rangée 36b formerait alors deux creux adjacents 34 se fondant circonférentiellement l'un dans l'autre, et destinés à recevoir deux branches / organes 32 appartenant respectivement à deux blocs directement consécutifs 16 de la première rangée 36a.

[0059] En outre, toujours dans le cas d'une conception à double rangée annulaire de blocs 16, il est également possible de prévoir des configurations à organes de verrouillage 32 distincts de ces blocs 16, et non intégrés à ces derniers. Par exemple, sur la figure 11, les organes en saillie sont remplacés par des pions 32 orientés radialement et dont les deux extrémités opposées sont logées dans deux creux 34 appartenant respectivement à deux blocs 16 dont l'un appartient à la première rangée 36a, et dont l'autre appartient à la seconde rangée 36b. Pour deux blocs 16 donnés, plusieurs pions 32 peuvent être prévus en étant espacés les uns des autres selon la direction longitudinale 8. En alternative, le /les pions 32 peuvent être remplacés par une clavette s'étendant selon cette même direction longitudinale 8, avec ses deux chants opposés logés dans deux creux 34 chacun en forme de rainure longitudinale.

[0060] 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 et selon la portée définie par les revendications annexées. En particulier, les différents modes de réalisation préférés décrits ci-dessus peuvent être combinés, et leurs caractéristiques restent interchangeables.

Revendications

1. Emballage (1) pour le transport et/ou le stockage de matières radioactives (3), comprenant une cavité de logement (12) des matières radioactives, ainsi qu'un dispositif de protection radiologique (14) agencé autour de la cavité de logement dans un espace annulaire (18) centré sur un axe central longitudinal (2) de l'emballage, le dispositif de protection radiologique (14) comprenant des éléments de protection radiologique (16) agencés dans l'espace annulaire (18),
caractérisé en ce qu'associé à au moins deux éléments

de protection radiologique (16) qui se succèdent selon une direction donnée de l'espace annulaire, parmi une direction longitudinale (8) et une direction circonférentielle (28) de cet espace (18), il est prévu dans l'espace un organe de verrouillage (32) conçu pour limiter / interdire l'écartement des deux éléments de protection radiologique (16) l'un par rapport à l'autre dans la direction donnée, l'organe de verrouillage (32) coopérant avec ou étant intégré à un premier élément (16) parmi lesdits deux éléments de protection radiologique, et coopérant avec un creux (34) pratiqué sur un second élément (16) parmi ces deux éléments de protection radiologique.

2. Emballage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'organe de verrouillage (32) est intégré d'une seule pièce au premier élément de protection radiologique (16).
3. Emballage selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'organe de verrouillage (32) est un organe longiligne, de préférence de section en forme de disque tronqué, de carré ou de trapèze.
4. Emballage selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'organe de verrouillage longiligne (32) s'étend orthogonalement ou sensiblement orthogonalement à ladite direction donnée.
5. Emballage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'organe de verrouillage (32) est une pièce distincte des premier et second éléments de protection radiologique (16), et **en ce que** cet organe de verrouillage (32) coopère également avec un creux (34) pratiqué sur le premier élément de protection radiologique (16).
6. Emballage selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'organe de verrouillage (32) est une pièce de plus petite dimension que celle des premier et second éléments de protection radiologique (16), et de préférence réalisé dans un matériau différent.
7. Emballage selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** l'organe de verrouillage (32) est un pion, une clavette, ou une agrafe.
8. Emballage selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, **caractérisé en ce que** l'organe de verrouillage (32) ne s'étend que sur une partie de l'épaisseur radiale (E1) de l'espace annulaire (18).
9. Emballage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les premier et second éléments de protection radiologique (16) sont directement consécutifs dans ladite direction donnée, au sein d'une même rangée annulaire

d'éléments de protection radiologique (16).

10. Emballage selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** les premier et second éléments de protection radiologique (16) appartiennent respectivement à deux rangées annulaires concentriques (36a, 36b) d'éléments de protection radiologique (16), les premier et second éléments de protection radiologique (16) étant ainsi décalés circonférentiellement l'un de l'autre en se recouvrant en partie dans une direction radiale (30) de l'espace annulaire (18).
11. Emballage selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** l'organe de verrouillage (32) se trouve au niveau d'une zone de recouvrement radial des premier et second éléments de protection radiologique (16).
12. Emballage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'espace annulaire (18) est défini par une virole interne (20) et une enveloppe externe (22).
13. Emballage selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** l'espace annulaire (18) est dépourvu de conducteurs thermiques reliant la virole interne (20) à l'enveloppe externe (22).
14. Emballage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les éléments de protection radiologique (16) sont des éléments de protection neutronique, de préférence des blocs de résine coulée.
15. Emballage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un élément de protection radiologique (16) du dispositif de protection radiologique (14), et de préférence plusieurs de ces éléments voire chacun d'eux, est associé à deux organes de verrouillage (32) conçus pour limiter / interdire son écartement, dans la dite direction donnée, respectivement par rapport à chacun des deux éléments de protection radiologique (16) situés de part et d'autre de celui-ci dans cette même direction donnée.

Patentansprüche

1. Verpackung (1) zum Transportieren und/oder Lagern radioaktiver Materialien (3), umfassend einen Hohlraum zum Aufnehmen (12) radioaktiver Materialien sowie eine Strahlenschutzvorrichtung (14), die um den Aufnahmehohlraum herum in einem ringförmigen Raum (18) angeordnet ist, der auf einer Längsmittelachse (2) der Verpackung zentriert ist, wobei die Strahlenschutzvorrichtung (14) Strahlen-

schutzelemente (16) umfasst, die im ringförmigen Raum (18) angeordnet sind,

dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei aufeinanderfolgenden Strahlenschutzelementen (16) in einer vorgegebenen Richtung des ringförmigen Raums zugeordnet, darunter eine Längsrichtung (8) und eine Umfangsrichtung (28) des Raums (18), in dem Raum ein Verriegelungselement (32) vorgesehen ist, das dazu ausgelegt ist, die Beabstandung der beiden Strahlenschutzelemente (16) im Verhältnis zueinander in der vorgegebenen Richtung zu begrenzen/zu verhindern, wobei das Verriegelungselement (32) mit einem ersten Element (16) von den beiden Strahlenschutzelementen zusammenwirkt oder in dieses integriert ist und mit einer Vertiefung (34) zusammenwirkt, die an einem zweiten Element (16) von den beiden Strahlenschutzelementen ausgebildet ist.

2. Verpackung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verriegelungselement (32) als ein einziges Bauteil im ersten Strahlenschutzelement (16) integriert ist.
3. Verpackung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verriegelungselement (32) ein längliches Element ist, vorzugsweise mit einem Querschnitt in einer scheibenstumpfförmigen, quadratischen oder trapezförmigen Form.
4. Verpackung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das längliche Verriegelungselement (32) orthogonal oder im Wesentlichen orthogonal zu der vorgegebenen Richtung erstreckt.
5. Verpackung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verriegelungselement (32) ein von dem ersten und dem zweiten Strahlenschutzelement (16) getrenntes Bauteil ist und dass das Verriegelungselement (32) auch mit einer Vertiefung (34) zusammenwirkt, die am ersten Strahlenschutzelement (16) ausgebildet ist.
6. Verpackung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verriegelungselement (32) ein Bauteil mit einer kleineren Abmessung als die des ersten und des zweiten Strahlenschutzelements (16) ist und vorzugsweise aus einem anderen Material hergestellt ist.
7. Verpackung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verriegelungselement (32) ein Stift, ein Keil oder eine Klammer ist.
8. Verpackung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Verriegelungselement (32) nur an einem Teil der radialen Dicke (E1) des ringförmigen Raums (18) erstreckt.

9. Verpackung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste und das zweite Strahlenschutzelement (16) in der vorgegebenen Richtung in derselben ringförmigen Reihe von Strahlenschutzelementen (16) direkt aufeinander folgen.
10. Verpackung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste und das zweite Strahlenschutzelement (16) jeweils zu zwei konzentrischen ringförmigen Reihen (36a, 36b) von Strahlenschutzelementen (16) gehören, wobei das erste und das zweite Strahlenschutzelement (16) somit in Umfangsrichtung relativ zueinander versetzt sind und sich in einer radialen Richtung (30) des ringförmigen Raums (18) teilweise überlappen.
11. Verpackung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verriegelungselement (32) sich auf Höhe eines radialen Überlappungsbereichs des ersten und des zweiten Strahlenschutzelement (16) befindet.
12. Verpackung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ringförmige Raum (18) durch eine innere Hülse (20) und ein äußeres Gehäuse (22) definiert ist.
13. Gehäuse nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ringförmige Raum (18) frei von Wärmeleitern ist, die die innere Hülse (20) mit dem äußeren Gehäuse (22) verbinden.
14. Verpackung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strahlenschutzelemente (16) Neutronenschutzelemente, vorzugsweise Gusscharzblöcke, sind.
15. Verpackung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einem Strahlenschutzelement (16) der Strahlenschutzvorrichtung (14) und vorzugsweise mehreren der Elemente oder sogar jedem davon zwei Verriegelungselemente (32) zugeordnet sind, die dazu ausgelegt sind, deren Beabstandung in der vorgegebene Richtung jeweils im Verhältnis zu jedem der beiden Strahlenschutzelemente (16), die sich auf beiden Seiten davon in derselben vorgegebenen Richtung befinden, zu begrenzen/verhindern.
- tudinal central axis (2) of the package, the radiological protection device (14) comprising radiological protection elements (16) arranged in the annular space (18),
- characterised in that** associated with at least two successive radiological protection elements (16) in a given direction of the annular space, from a longitudinal direction (8) and a circumferential direction (28) of this space (18), a locking member (32) designed to limit / prevent the distancing of the two radiological protection elements (16) relative to one another in the given direction is provided in the space, the locking member (32) cooperating with or being integrated in a first element (16) from said two radiological protection elements, and cooperating with a hollow (34) formed on a second element (16) from these two radiological protection elements.
2. Package according to claim 1, **characterised in that** the locking member (32) is integral with the first radiological protection element (16).
3. Package according to claim 2, **characterised in that** the locking member (32) is a longilinear member, preferably having a cross-section in the shape of a truncated disk, square or trapezium.
4. Package according to claim 3, **characterised in that** the longilinear locking member (32) extends orthogonally or substantially orthogonally to said given direction.
5. Package according to claim 1, **characterised in that** the locking member (32) is a separate part from the first and second radiological protection elements (16), and **in that** this locking member (32) also cooperates with a hollow (34) formed on the first radiological protection element (16).
6. Package according to claim 5, **characterised in that** the locking member (32) is a part of smaller size than that of the first and second radiological protection elements (16), and preferably made of a different material.
7. Package according to claim 5 or 6, **characterised in that** the locking member (32) is a pin, a key, or a clip.
8. Package according to anyone of claims 5 to 7, **characterised in that** the locking member (32) only extends along a part of the radial thickness (E1) of the annular space (18).
9. Package according to anyone of the preceding claims, **characterised in that** the first and second radiological protection elements (16) are directly consecutive in said given direction, in a single annu-

Claims

1. Package (1) for transporting and/or storing radioactive materials (3), comprising a cavity (12) for housing radioactive materials, as well as a radiological protection device (14) arranged around the housing cavity in an annular space (18) centred on a longi-

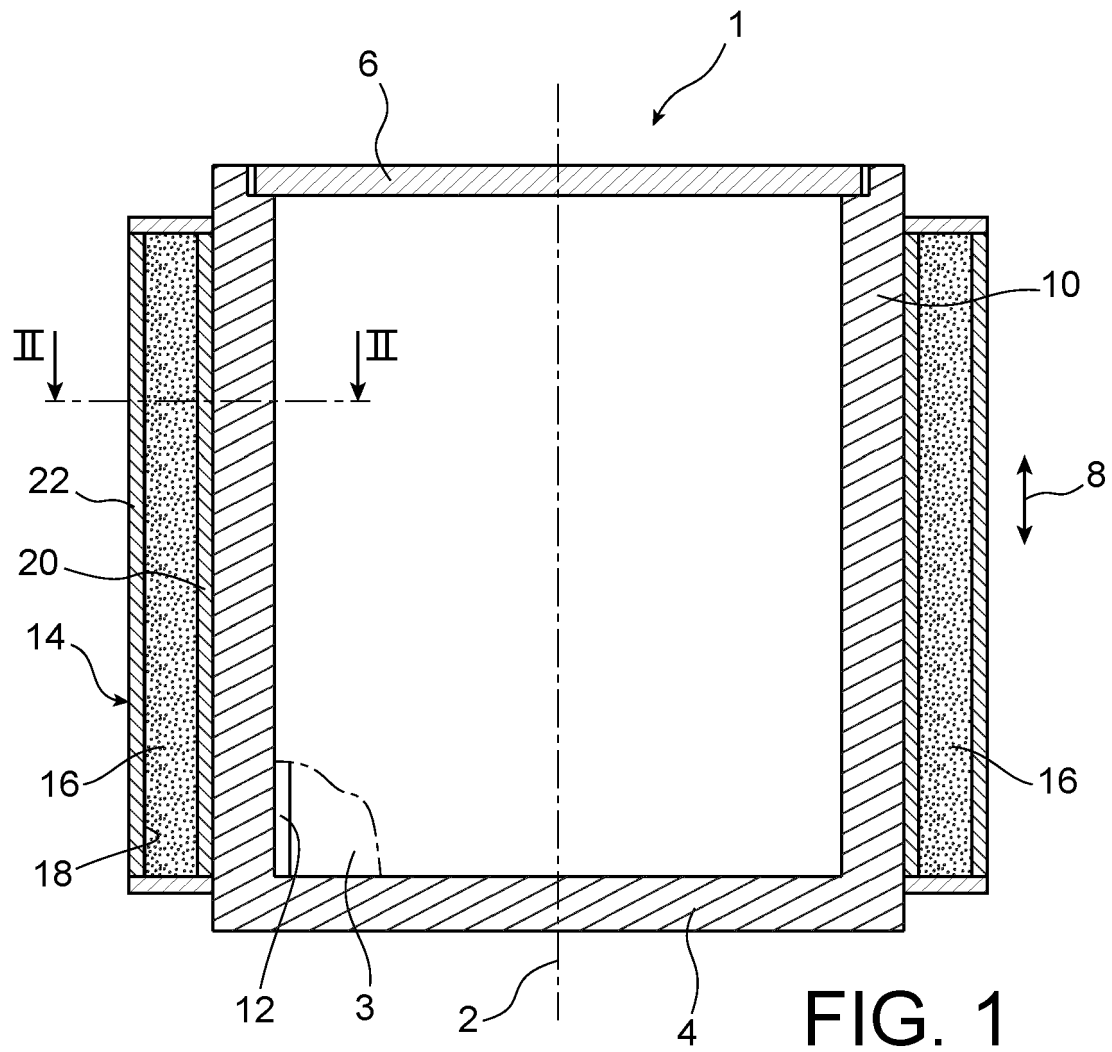
lar row of radiological protection elements (16).

10. Package according to anyone of claims 1 to 8, **characterised in that** the first and second radiological protection elements (16) belong respectively to two concentric annular rows (36a, 36b) of radiological protection elements (16), the first and second radiological protection elements (16) being thus circumferentially offset relative to one another while partially overlapping in a radial direction (30) of the annular space (18). 5 10
11. Package according to claim 10, **characterised in that** the locking member (32) is located at the level of a radial overlap zone of the first and second radiological protection elements (16). 15
12. Package according to anyone of the preceding claims, **characterised in that** the annular space (18) is defined by an inner ferrule (20) and an outer casing (22). 20
13. Package according to claim 12, **characterised in that** the annular space (18) is devoid of heat conductors connecting the inner ferrule (20) to the outer casing (22). 25
14. Package according to anyone of the preceding claims, **characterised in that** the radiological protection elements (16) are neutron protection elements, preferably cast resin blocks. 30
15. Package according to anyone of the preceding claims, **characterised in that** at least one radiological protection element (16) of the radiological protection device (14), and preferably several of these elements, or even each thereof, is associated with two locking members (32) designed to limit / prevent the distancing thereof, in said given direction, respectively relative to each of the two radiological protection elements (16) located on either side thereof in this same given direction. 35 40

45

50

55



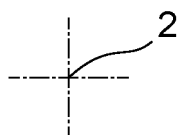
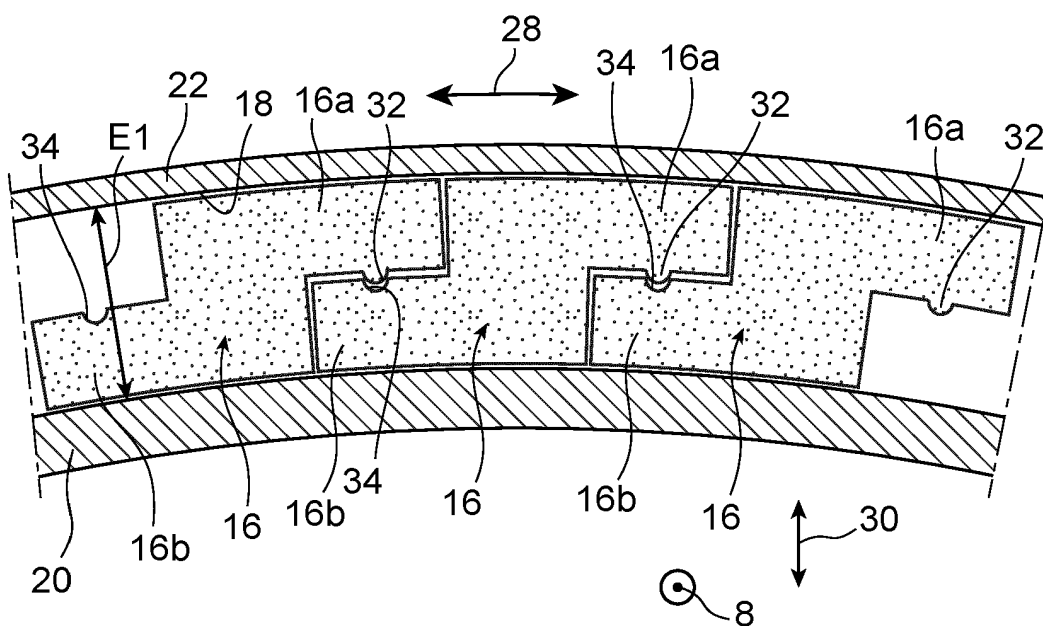


FIG. 2

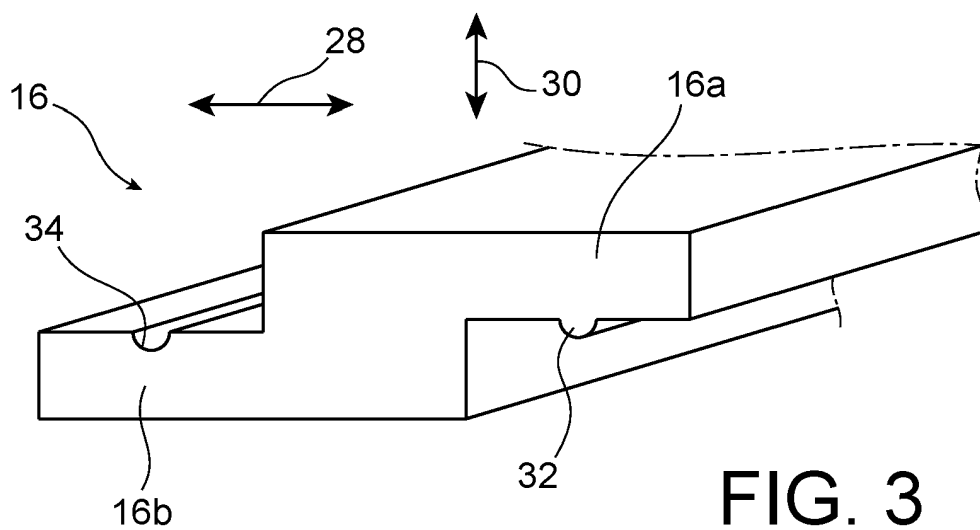


FIG. 3

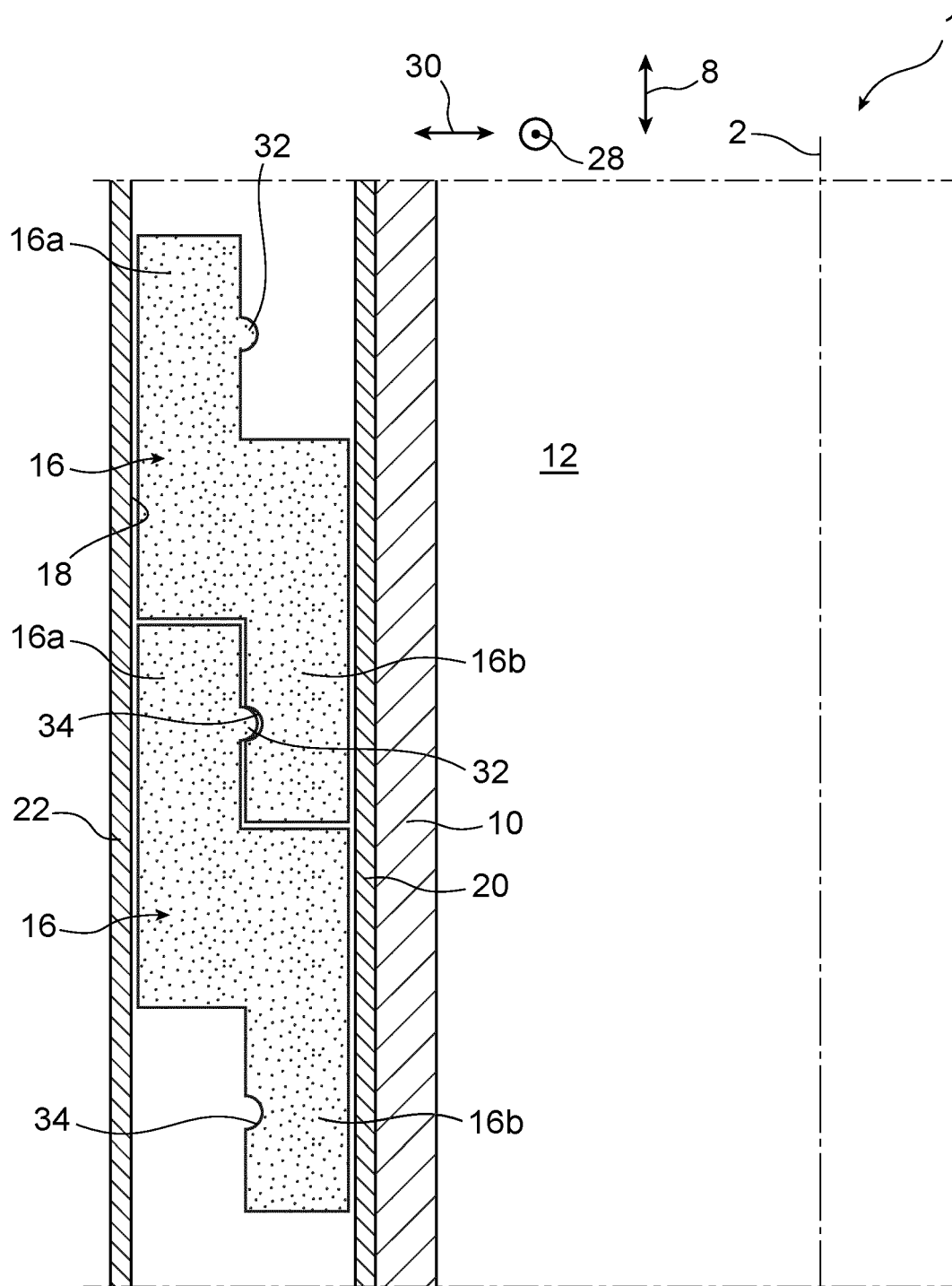


FIG. 4

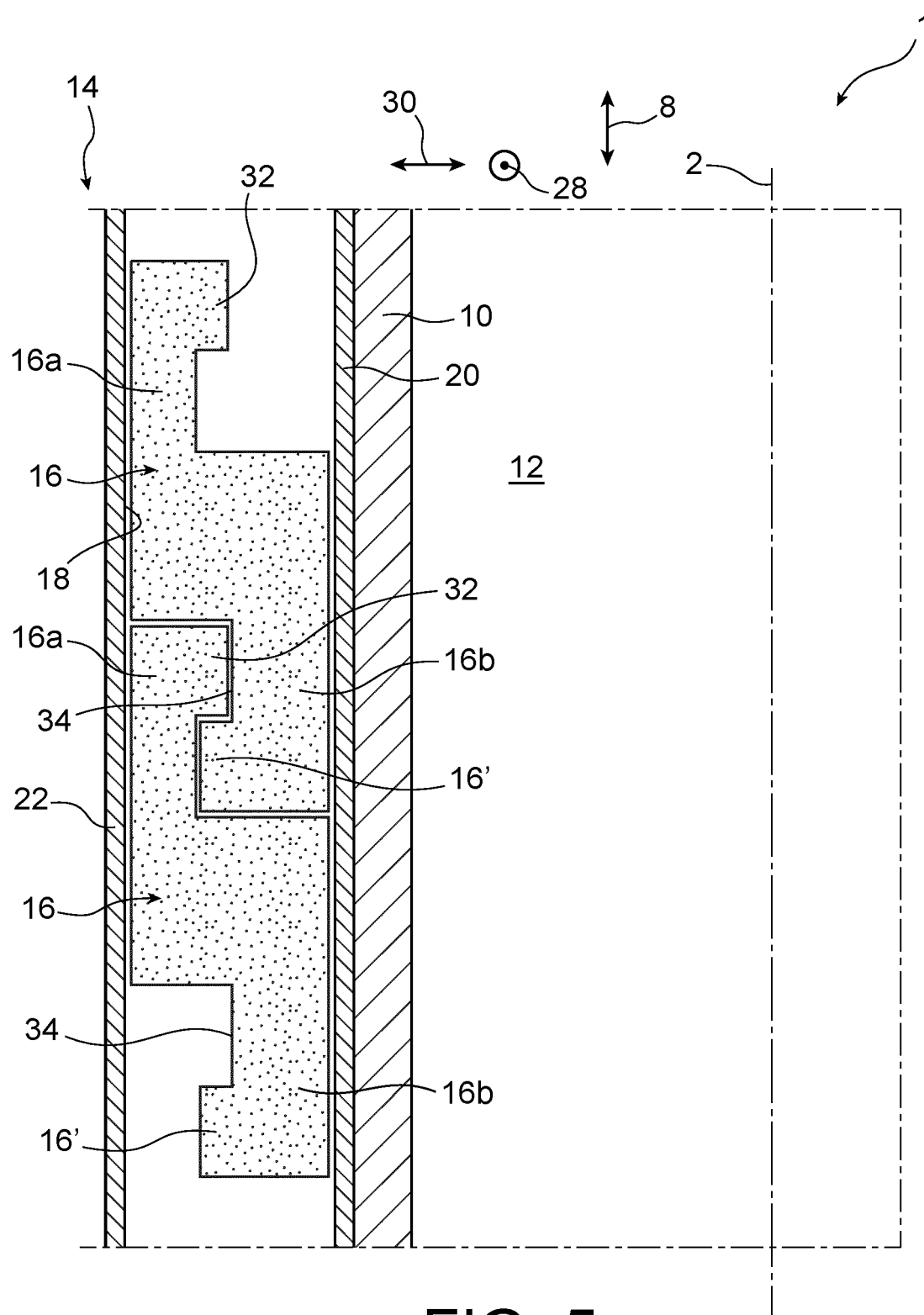
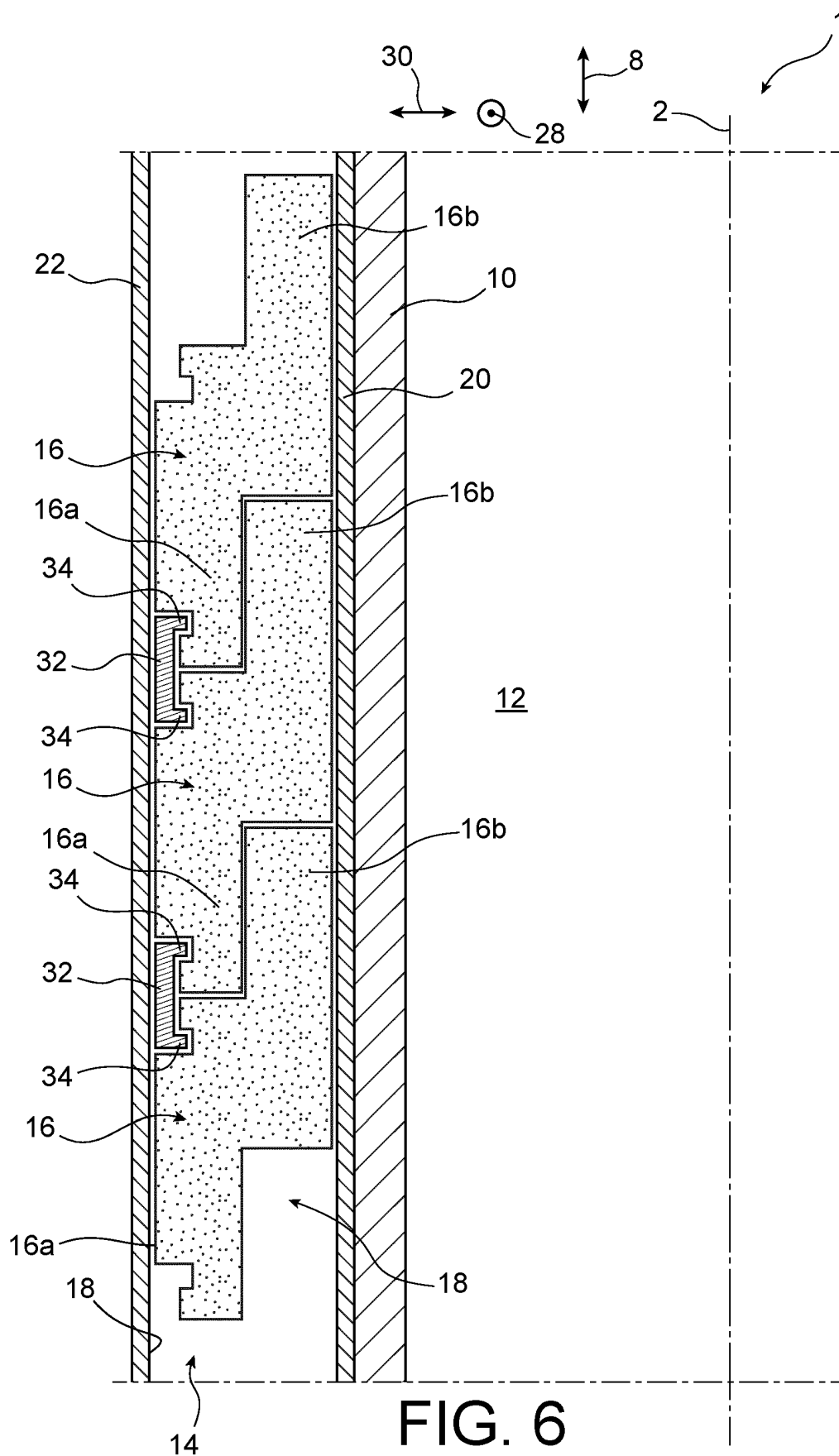
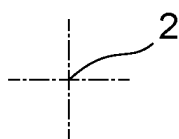
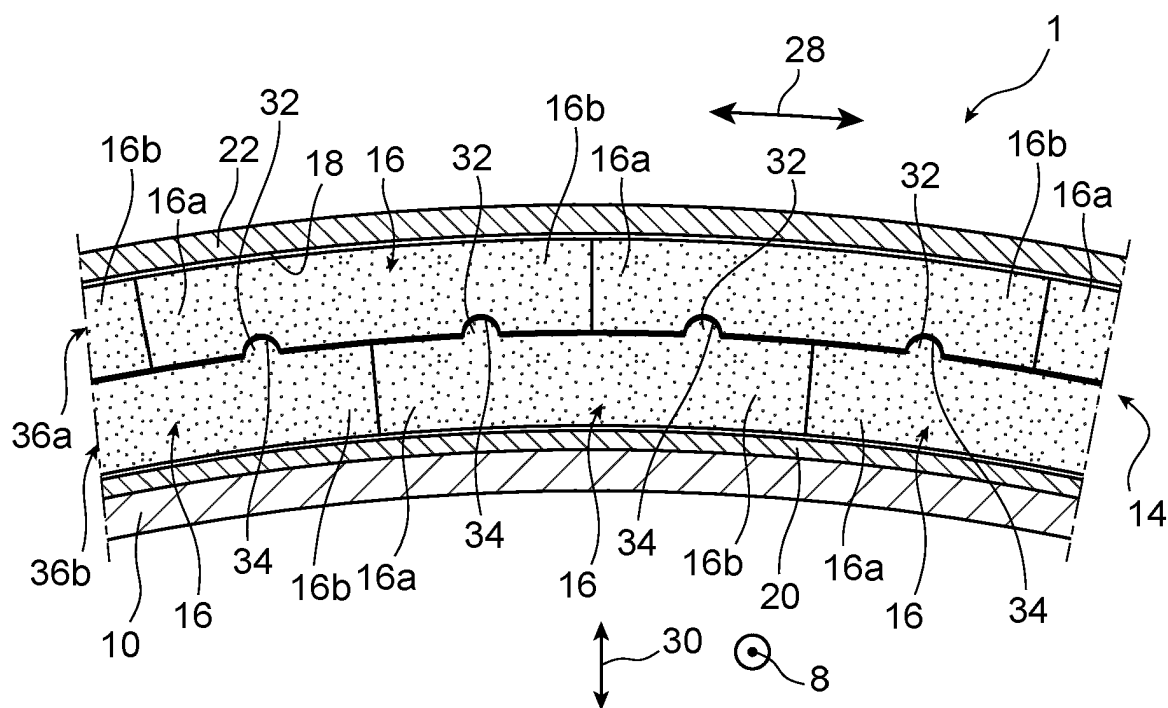
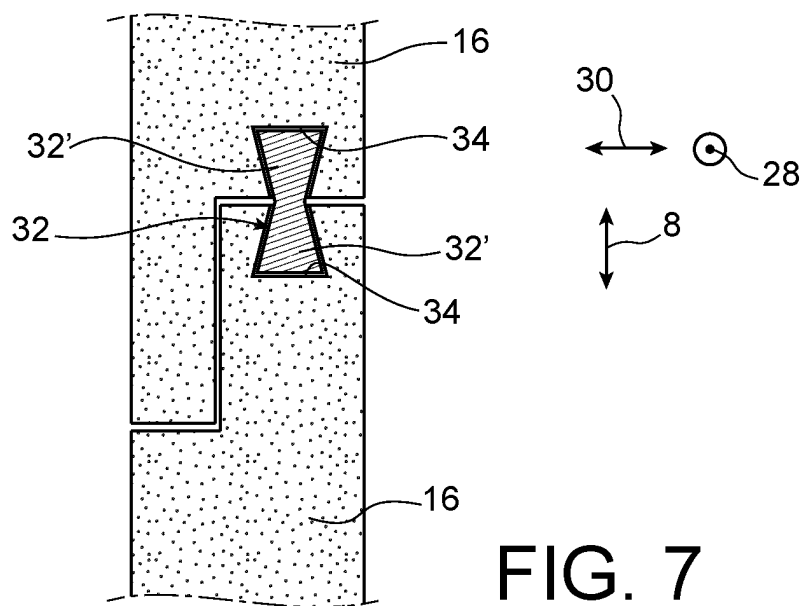


FIG. 5





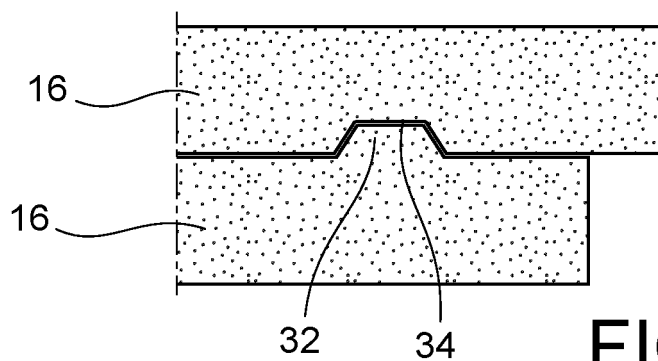


FIG. 9

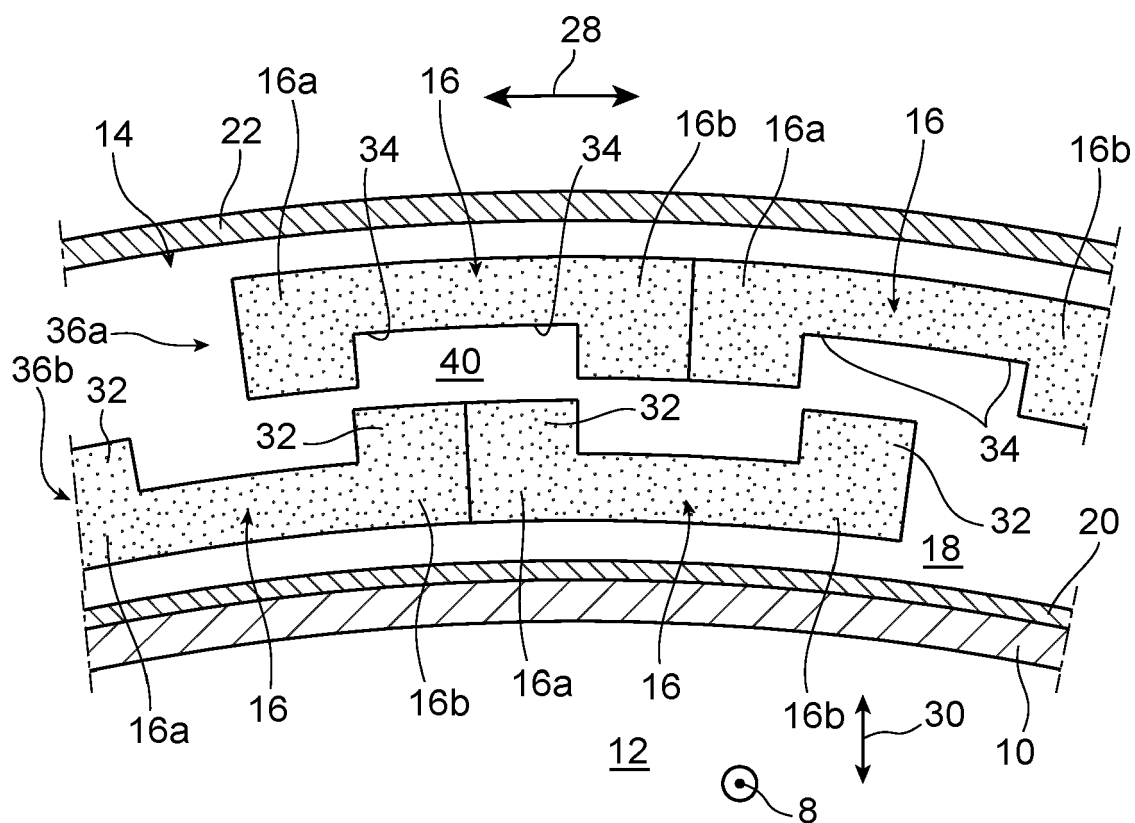
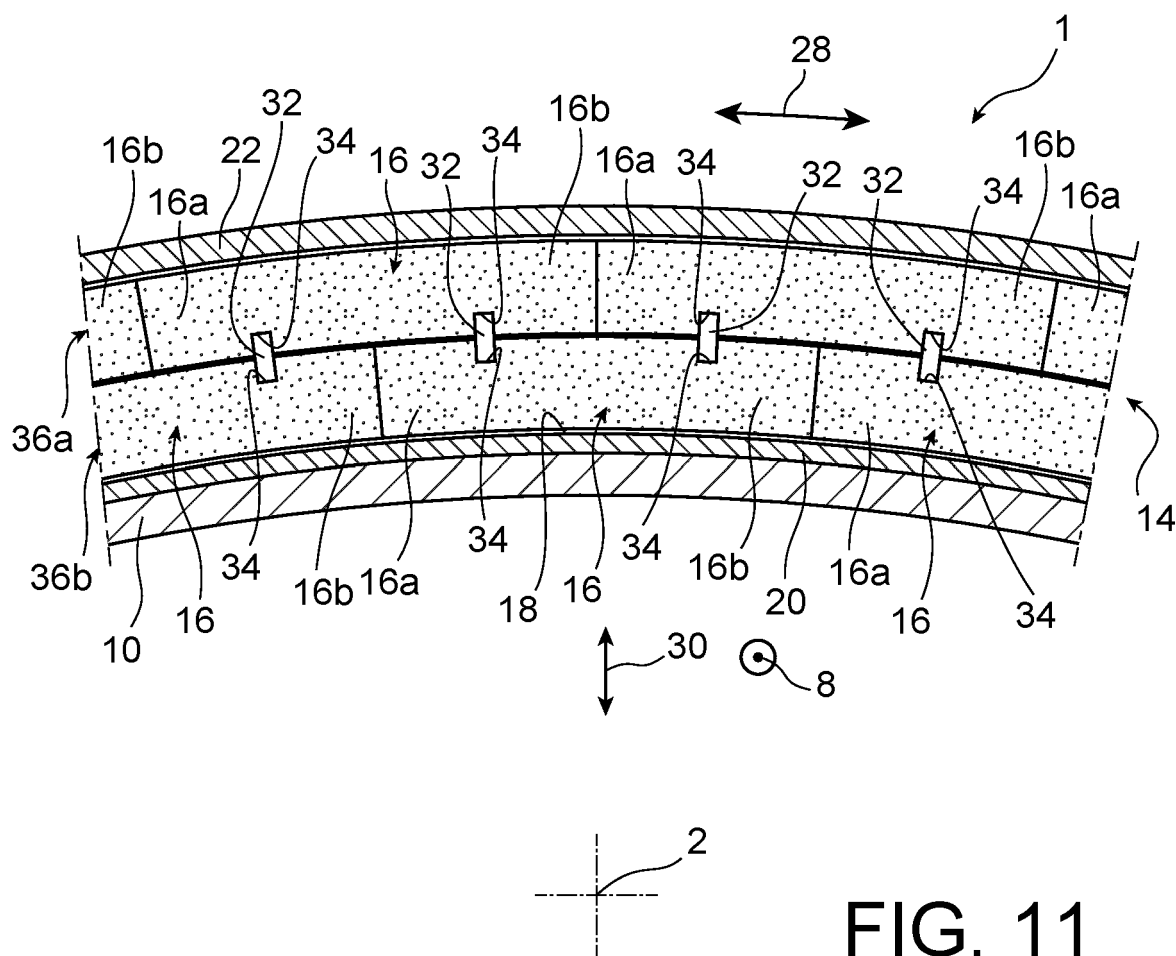


FIG. 10



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

- DE 2108855 A1 [0003]