



(11) **EP 2 140 459 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**29.08.2012 Bulletin 2012/35**

(51) Int Cl.:  
**G21F 5/008<sup>(2006.01)</sup> G21F 3/04<sup>(2006.01)</sup>**  
**G21F 1/08<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Numéro de dépôt: **08717925.5**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/EP2008/053191**

(22) Date de dépôt: **18.03.2008**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2008/125409 (23.10.2008 Gazette 2008/43)**

(54) **EMBALLAGE POUR LE TRANSPORT ET/OU STOCKAGE DE MATIERES NUCLEAIRES  
COMPRENANT UNE PROTECTION RADIOLOGIQUE EN PLOMB COULE SUR UNE ARMATURE  
METALLIQUE**

CONTAINER ZUM TRANSPORTIEREN UND/ODER LAGERN VON KERNMATERIALIEN MIT EINER  
AUS AUF EINE METALLVERSTÄRKUNG GEGOSSENEM BLEI HERGESTELLTEN  
RADIOLOGISCHEN ABSCHIRMUNG

CONTAINER FOR TRANSPORTING AND/OR STORING NUCLEAR MATERIALS, COMPRISING A  
RADIOLOGICAL SHIELD MADE OF LEAD CAST ONTO A METAL REINFORCEMENT

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT  
RO SE SI SK TR**

• **LAMOUR, Jean-Marie**  
**F-92500 Rueil Malmaison (FR)**

(30) Priorité: **21.03.2007 FR 0753965**

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

(43) Date de publication de la demande:  
**06.01.2010 Bulletin 2010/01**

(73) Titulaire: **TN International**  
**78182 Montigny Le Bretonneux (FR)**

(56) Documents cités:  
**EP-A- 1 122 745 FR-A- 1 232 638**  
**RU-C1- 2 231 837 US-A- 3 005 105**  
**US-A- 4 400 623 US-A- 5 063 299**

(72) Inventeurs:  
• **CHIOCCA, René**  
**F-75019 Paris (FR)**

**EP 2 140 459 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 de façon générale au domaine du transport et/ou stockage de matières nucléaires, tels que des assemblages de combustible nucléaire, frais ou irradiés.

[0002] En particulier, l'invention concerne un emballage pour le transport et/ou stockage de matières nucléaires, du type comprenant un dispositif de protection radiologique réalisé à partir du plomb ou de l'un de ses alliages, afin de former une barrière efficace contre les rayonnements gamma.

### ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

[0003] Classiquement, pour assurer le transport et/ou stockage 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 stockage d'assemblage de combustible nucléaire, dans lequel la matière nucléaire est parfaitement 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 le rayonnement 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. De tels conteneurs sont connus des documents US 3 005 105 A et US 5 063 299 A.

[0006] Si le plomb et ses alliages offrent des caractéristiques satisfaisantes en termes de protection contre les rayons gamma, notamment en raison de leur densité, ils présentent néanmoins l'inconvénient de n'offrir qu'une résistance mécanique médiocre, en particulier en comparaison de celle offerte par les aciers.

[0007] Ainsi, en raison de ses faibles caractéristiques mécaniques, chaque élément préfabriqué en plomb ou dans l'un de ses alliages est susceptible de subir des déformations plastiques importantes lors des épreuves réglementaires dites de chute libre sur cible indéformable. A titre de rappel, les épreuves de chute sont réalisées

en orientant l'axe longitudinal de l'emballage et de sa cavité soit de manière sensiblement perpendiculaire à la surface d'impact (on parle alors généralement de chute axiale ou verticale), soit de manière sensiblement parallèle à celle-ci (on parle alors généralement de chute latérale ou horizontale).

[0008] Les déformations plastiques évoquées ci-dessus sont d'autant plus susceptibles de se produire lorsque les éléments de protection radiologique en plomb sont portés à des températures pouvant atteindre 200°C, tel que cela est le cas en conditions normales de transport. Par conséquent, les épreuves réglementaires de chute prennent en compte ces conditions, qui s'avèrent extrêmement contraignantes.

[0009] Dans le cas de la chute verticale, les déformations plastiques observées prennent la forme d'un tassement des éléments préfabriqués en plomb, selon la direction longitudinale, la matière tendant effectivement à combler un jeu de fonctionnement nécessaire à l'introduction de ces éléments préfabriqués entre les deux viroles du corps latéral.

[0010] A cet égard, il est noté que le tassement du plomb génère l'apparition d'espaces vides entre les deux viroles du corps latéral, ces espaces vides orientés longitudinalement étant localisés à une extrémité de l'emballage, opposée à l'extrémité destinée à heurter la cible indéformable lors de la chute libre verticale. Bien évidemment, ces espaces vides créent des discontinuités longitudinales dans la protection radiologique, qui, localement, ne peut plus être assurée de manière satisfaisante. Ces discontinuités peuvent alors être à l'origine de fuites de rayons gamma, préjudiciables au respect des critères réglementaires.

### EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0011] L'invention a donc pour but de remédier au moins partiellement aux inconvénients mentionnés ci-dessus, relatifs aux réalisations de l'art antérieur.

[0012] Pour ce faire, l'invention a pour objet un emballage pour le transport et/ou stockage de matières nucléaires, tels que des assemblages de combustible nucléaire irradiés, ledit emballage comprenant un corps latéral s'étendant selon une direction longitudinale dudit emballage, ledit corps latéral formant une cavité de logement des matières nucléaires et étant équipé d'un dispositif de protection radiologique.

[0013] Selon l'invention, ledit dispositif de protection radiologique comprend au moins une structure de protection radiologique comportant au moins une armature métallique de renforcement s'étendant selon ladite direction longitudinale et épousée par un bloc réalisé en plomb ou dans l'un de ses alliages, coulé sur ladite armature métallique de renforcement, celle-ci étant équipée d'au moins un élément de retenue du bloc coulé, selon ladite direction longitudinale. De plus, ladite armature métallique de renforcement est noyée dans le bloc coulé sur au moins une partie de sa longueur selon ladite direction

longitudinale, et de préférence sur toute sa longueur.

**[0014]** Ainsi, chaque élément de retenue de l'armature de renforcement permet de réaliser une liaison mécanique avec le bloc coulé réalisé en plomb ou dans l'un de ses alliages, interdisant le déplacement relatif de ces deux entités l'une par rapport à l'autre, selon la direction longitudinale. Cela permet d'éviter / de limiter le tassement du plomb en cas de chute libre verticale de l'emballage, selon sa direction longitudinale.

**[0015]** Par conséquent, l'invention permet d'empêcher la formation de discontinuités longitudinales préjudiciables dans le dispositif de protection radiologique, et interdit de ce fait avantageusement les fuites de rayonnements gamma à travers le corps latéral de l'emballage.

**[0016]** A titre indicatif, après coulée du bloc, ci-après dénommé bloc de plomb, l'armature métallique de renforcement et le bloc de plomb forment de préférence un ensemble solidaire d'un seul tenant, grâce en particulier à la présence de chaque élément de retenue épousé par le plomb. En d'autres termes, on peut considérer que le bloc de plomb et l'armature métallique sont encastrés l'un dans l'autre. De plus, de manière à renforcer la solidarité entre les deux entités, il est préférentiellement fait en sorte qu'après la coulée, le plomb adhère à l'ensemble de la surface de l'armature métallique qu'il recouvre, même si il pourrait en être autrement, sans sortir du cadre de l'invention.

**[0017]** Il est noté que la notion de partie longitudinale « noyée » doit ici être comprise comme une partie n'étant, latéralement, plus apparente depuis l'extérieur, à savoir recouverte par le plomb coulé. Ainsi, selon cette caractéristique, au moins une partie longitudinale de ladite armature métallique est recouverte latéralement sur tout son pourtour, c'est-à-dire sur une plage angulaire de 360° autour de la direction longitudinale.

**[0018]** Cette spécificité permet tout d'abord de renforcer la liaison mécanique entre le bloc de plomb et l'armature métallique de renforcement intégrant les éléments de retenue. De plus, elle permet d'envisager un usinage aisé de la structure de protection radiologique après la coulée de plomb, puisque son pourtour latéral est intégralement composé par ce plomb, par opposition par exemple à une structure de protection radiologique conservant des parties apparentes de l'armature métallique sur son pourtour, qui rendraient son usinage bien plus délicat.

**[0019]** De préférence, ladite armature métallique de renforcement présente, en section transversale quelconque, une forme non droite. D'une manière générale, cela lui permet de présenter un bon comportement mécanique en compression, selon la direction longitudinale selon laquelle elle s'étend.

**[0020]** Par exemple, la section transversale peut être du type en zigzags, avec des motifs en forme de vagues, de créneaux, de V, ou autre.

**[0021]** Alternativement ou simultanément, ladite armature métallique peut prendre la forme d'une structure creuse définissant une paroi latérale intérieure délimitant

un creux s'étendant selon ladite direction longitudinale, et une paroi latérale extérieure, lesdites parois latérales intérieure et extérieure étant alors épousées par ledit bloc coulé, de préférence selon toute leur longueur pour l'obtention d'un meilleur ancrage de l'armature dans ce bloc.

Dans ce cas de figure, la section transversale définissant un creux peut être ouverte ou fermée, sans sortir du cadre de l'invention. Ici, la structure métallique prend de préférence la forme d'une poutre creuse, par exemple de section en rectangle, carré, ou parallélogramme, mais pourrait alternativement être de section sensiblement circulaire, ovale, ou en U.

**[0022]** Quoi qu'il en soit, l'armature métallique, présentant en section transversale quelconque une forme non droite, adopte préférentiellement une géométrie sensiblement cylindrique, parallèle à la direction longitudinale. En d'autres termes, la géométrie préférée peut être obtenue par une droite parallèle à la direction longitudinale, se déplaçant tout le long d'un trajet correspondant à la section transversale non droite.

**[0023]** De préférence, ladite armature métallique est équipée d'une pluralité d'éléments de retenue du bloc coulé selon ladite direction longitudinale, répartis le long de cette même direction. A cet égard, il est noté que cela entraîne avantageusement une multiplication des liaisons mécaniques entre le bloc de plomb et son armature métallique associée, permettant de limiter encore davantage les risques de tassement longitudinal du bloc, en cas de chute verticale.

**[0024]** Selon un mode de réalisation préféré de la présente invention, au moins un élément de retenue du bloc coulé prend la forme d'un trou traversant pratiqué dans ladite armature métallique, et traversé par ledit bloc coulé. Dans ce cas de figure, la liaison mécanique précitée est réalisée par le passage du bloc de plomb à travers le trou prévu sur l'armature de renforcement, le trou étant de préférence entièrement comblé par le plomb. De préférence, on fait en sorte que l'axe des trous est orienté sensiblement orthogonalement par rapport à la direction longitudinale, dans le but d'obtenir une efficacité maximale de ces liaisons.

**[0025]** Selon un autre mode de réalisation préféré de la présente invention, éventuellement combinable avec le précédent, au moins un élément de retenue du bloc coulé prend la forme d'une saillie prévue sur ladite armature métallique, et noyée dans ledit bloc coulé. Ici, la liaison mécanique résulte du caractère noyé de la saillie, dans le bloc de plomb. Pour une efficacité maximale de cette liaison, dont le but est toujours d'interdire le déplacement relatif des deux entités l'une par rapport à l'autre selon la direction longitudinale, on fait alors de préférence en sorte que ladite saillie est orientée de manière à s'étendre sensiblement vers le haut en s'écartant de celle-ci.

**[0026]** De préférence, la longueur de l'armature métallique, selon ladite direction longitudinale, est sensiblement identique à la longueur selon cette même direction du bloc réalisé en plomb ou dans l'un de ses alliages,

coulé sur cette armature et noyant celle-ci. Cette configuration, dans laquelle l'armature est épousée sur toute sa longueur par le bloc de plomb, permet avantageusement de limiter les risques de tassement du bloc, selon la direction longitudinale, sur toute la longueur de celui-ci. De plus, l'armature s'étendant donc d'un bout à l'autre de la structure de protection radiologique peut alors être sollicitée en compression, pour une meilleure reprise des efforts verticaux. A ce titre, il est noté que l'armature peut être réalisée d'un seul tenant, ou à l'aide de portions rapportées fixement les unes autres, par exemple par soudage. Par ailleurs, il est rappelé qu'un bloc de plomb d'une structure de protection peut intégrer plusieurs armatures distinctes, qui, dans le cas préféré qui vient d'être évoqué, s'étendent chacune sur toute la longueur de ce bloc, sans sortir du cadre de l'invention.

**[0027]** De préférence, ledit dispositif de protection radiologique comprend une pluralité de structures de protection radiologique réparties autour de la cavité, par exemple entre deux viroles concentriques du corps latéral de l'emballage, de manière à combler l'espace annulaire formé entre celles-ci.

**[0028]** On peut alors prévoir que chaque structure de protection radiologique est logée dans un profil métallique ouvert dans une direction circonférentielle, autorisant l'introduction de la structure de protection radiologique dans son profil associé selon un mouvement relatif suivant cette même direction. Ces profils, pour des raisons de transfert thermique, sont de préférence réalisés en aluminium ou dans l'un de ses alliages. On prévoit donc préférentiellement que chaque profil présente alors deux flancs opposés, en regard et en contact ou à forte proximité respectivement des deux viroles concentriques, afin de faciliter le transfert thermique entre celles-ci.

**[0029]** Selon une alternative de réalisation, il est possible de réaliser ledit dispositif de protection radiologique de sorte qu'il soit constitué d'une unique structure de protection radiologique formant virole d'un seul tenant autour de ladite cavité, de préférence entre les deux viroles concentriques précitées. Ainsi, dans cette autre configuration, le dispositif de protection radiologique n'est plus segmenté en plusieurs structures s'étendant chacune selon un secteur angulaire donné et toutes positionnées adjacentes les unes par rapport aux autres selon la direction tangentielle / circonférentielle, mais prend la forme d'un bloc d'un seul tenant de forme annulaire, entourant la cavité de logement.

**[0030]** Dans ce cas de figure, le dispositif de protection radiologique peut être directement coulé entre les deux viroles concentriques, avec une ou plusieurs armatures de renforcement présentes initialement dans l'espace annulaire inter-viroles.

**[0031]** L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'un emballage pour le transport et/ou stockage de matières nucléaires tel que décrit ci-dessus, comprenant une étape de fabrication de ladite structure de protection radiologique, réalisée en coulant du plomb

ou l'un de ses alliages dans un moule au sein duquel ladite armature métallique de renforcement a été préalablement mise en place.

**[0032]** Naturellement, ladite structure de protection radiologique ainsi obtenue peut être usinée avant d'être logée dans l'espace prévu à cet effet sur le corps latéral de l'emballage.

**[0033]** Enfin, comme évoqué ci-dessus, il est noté que dans le cas particulier où le dispositif de protection radiologique est tel qu'il est constitué d'une unique structure formant virole d'un seul tenant autour de la cavité, le plomb peut alors être directement coulé entre deux viroles concentriques du corps latéral formant le moule précité, une ou plusieurs armatures de renforcement étant initialement agencées dans l'espace annulaire inter-viroles.

**[0034]** D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront dans la description détaillée non limitative ci-dessous.

## BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

**[0035]** 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 stockage d'assemblages de combustible nucléaire, comprenant un emballage selon un mode de réalisation préféré de la présente invention, uniquement représenté grossièrement ;
- la figure 2 représente une vue plus détaillée en coupe transversale de l'emballage, prise le long de la ligne II-II de la figure 1 ;
- la figure 3 représente une vue en perspective de l'une des structures de protection radiologique équipant l'emballage montré sur les figures précédentes ;
- la figure 4 représente une vue en coupe transversale de la structure de protection radiologique montrée sur la figure 3 ;
- les figures 5 à 5b représentent des vues similaires à celle montrée sur la figure 4, la structure de protection radiologique se présentant sous la forme d'une alternative de réalisation ;
- la figure 6 représente une vue similaire à celle montrée sur la figure 5, la structure de protection radiologique se présentant sous la forme d'une alternative de réalisation ;
- la figure 7 représente une vue similaire à celle montrée sur la figure 2, avec des structures de protection radiologique comme celle montrée sur la figure 6 ;
- les figures 8a à 8c représentent des vues similaires à celles montrées sur les figures 4 à 5b, la structure de protection radiologique se présentant sous la forme d'autres alternatives de réalisation, avec des armatures adoptant une configuration en zigzags ; et
- la figure 9 représente également une vue similaire

à celles montrées sur les figures 4 à 5b, la structure de protection radiologique se présentant sous encore une autre forme alternative de réalisation.

## EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRÉS

**[0036]** Tout d'abord en référence à la figure 1, on voit un conteneur 1 pour le transport et/ou stockage d'assemblages de combustible nucléaire. Il est à cet égard rappelé que l'invention n'est aucunement limitée au transport/stockage de ce type de matière nucléaire.

**[0037]** 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.

**[0038]** 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 « transversal » doit être compris comme orthogonal à ce même axe longitudinal 8.

**[0039]** 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. A cet égard, comme cela sera détaillé ultérieurement, il est précisé que l'emballage selon l'invention présente un comportement extrêmement satisfaisant en cas de chute libre verticale, durant laquelle cet emballage se déplace selon la direction longitudinale dans sa position verticale représentée.

**[0040]** 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, parallèle à la direction X.

**[0041]** C'est 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.

**[0042]** Le fond 10, qui définit le fond de la cavité 6 ouverte ou 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.

**[0043]** 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 étant comblé par un dispositif de protection radiologique 20 spécifique à la présente invention.

**[0044]** 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.

**[0045]** Comme cela est visible sur la figure 2, dans ce mode de réalisation préféré de la présente invention, le dispositif de protection 20 comprend une pluralité de structures de protection radiologique 26, de préférence toutes sensiblement identiques, et positionnées adjacentes les unes par rapport aux autres selon une direction tangentielle / circonférentielle T associée à l'espace annulaire 18. En d'autres termes, le dispositif de protection radiologique 20, qui s'étend tout autour de la cavité 6 en comblant l'espace annulaire 18, est segmenté en plusieurs structures 26 s'étendant chacune selon un secteur angulaire donné, centré sur l'axe longitudinal de l'emballage.

**[0046]** En référence aux figures 3 et 4, on peut apercevoir l'une des structures de protection radiologique 26, chacune d'elle s'étendant de préférence sensiblement sur toute la longueur de l'emballage, ou du moins tout le long de la zone dite active définie par les assemblages de combustible.

**[0047]** La structure 26 comprend une armature métallique de renforcement 30, s'étendant selon la direction longitudinale, de préférence sur toute la longueur de la structure 26. Elle est épousée par un bloc 32 réalisé en plomb ou dans l'un de ses alliages, coulé sur l'armature 30 et noyant celle-ci, de sorte que l'armature 30 est entièrement recouverte latéralement par le plomb. De plus, dans le but d'interdire le déplacement relatif selon la direction longitudinale entre l'armature 30 et le bloc 32, et d'éviter ainsi le tassement du bloc de plomb selon cette même direction en cas de chute verticale de l'emballage, l'armature 30 est équipée d'une pluralité d'éléments de retenue 34, prévus pour retenir le bloc coulé 34 dans la direction longitudinale.

**[0048]** Dans le cas présent, les éléments de retenue 34 sont des trous traversant l'armature métallique, celle-ci étant de préférence réalisée en acier, par exemple en acier noir ou en acier inoxydable. Après coulée du plomb sur l'armature 30, chaque trou 34 est traversé par un élément en plomb 36 faisant partie intégrante du bloc coulé 32, cet élément 36 prenant la forme d'un pion épousant de préférence la totalité de la surface latérale du trou 34, par exemple de section circulaire, hexagonale ou autre. Les deux éléments 34, 36 emboîtés l'un dans l'autre forment ainsi conjointement une liaison mécanique 38 entre le bloc 32 et l'armature 30, interdisant le

déplacement relatif de ces deux entités l'une par rapport à l'autre, selon la direction longitudinale. Pour que le résultat soit plus efficace, il est préférable de répartir les trous 34 sur l'armature 30, de préférence de manière homogène et régulière, et particulièrement le long de la direction longitudinale X afin d'éviter le tassement du bloc 32 en cas de chute verticale de l'emballage.

**[0049]** A titre indicatif, on peut prévoir que la surface des trous 34 corresponde à environ 20 à 60 % de la surface de l'armature, et de préférence à 40 % de celle-ci. Il est noté que ce pourcentage est donné en considérant la surface de l'armature comme étant la surface des éléments qui la composent, et non pas la somme des deux surfaces opposées de chacun de ces éléments.

**[0050]** Cet intervalle de valeur permet d'obtenir un bon maintien du bloc de plomb 32 par rapport à l'armature 30, en raison du nombre et de la dimension des liaisons mécaniques 38 qu'il engendre. De plus, cet intervalle est adapté pour offrir une coulée rapide du plomb tout autour et à l'intérieur de l'armature, étant donné que le plomb liquide emprunte effectivement les trous 34 durant la coulée afin de pénétrer dans les éventuelles zones fermées de l'armature 30, avant de se solidifier dans ces mêmes trous 34.

**[0051]** A ce titre, l'armature métallique 30 prend par exemple la forme d'une poutre creuse définissant une paroi latérale intérieure 40 délimitant un creux s'étendant selon la direction longitudinale, et une paroi latérale extérieure 42, chacune de ces surfaces 40, 42 étant épousée par le bloc de plomb 32, de préférence sur toute leur longueur correspondant également sensiblement à la longueur du bloc de plomb 32.

**[0052]** Dans ce mode de réalisation préféré, la poutre 30 prend en section transversale la forme d'un parallélogramme, de sorte que le bloc de plomb 32, traversant chacun des quatre côtés du parallélogramme à l'aide des portions 36, présente une couronne extérieure 44 épousant la surface extérieure 42 de la poutre sur tout le pourtour de celle-ci, et une portion interne 46 épousant la surface intérieure 40 également sur tout le pourtour de celle-ci. Dans ce mode de réalisation préféré, l'armature 30 comprend également un élément central 50 de longueur identique au parallélogramme, qui, en section transversale, relie les deux sommets les plus éloignés de ce parallélogramme. Par conséquent, la portion interne 46 du bloc 32 prend la forme de deux sous-blocs de section triangulaire solidaires l'un de l'autre grâce aux portions de plomb 36 traversant les trous 34 pratiqués sur l'élément central 50.

**[0053]** Naturellement, cet élément central 50 formant diagonale n'est pas obligatoire, comme le montre l'alternative de réalisation montrée sur la figure 5, dans laquelle seul le parallélogramme constitue l'armature 30. De plus, toute autre forme que le parallélogramme pourrait être employée, de section transversale ouverte ou fermée, sans sortir du cadre de l'invention, et comme cela est d'ailleurs montré sur les figures 5a et 5b représentant respectivement une armature 30 de section transversale

sensiblement en forme de cercle et une armature 30 de section transversale sensiblement en forme U, chacune noyée dans un bloc de plomb 32.

**[0054]** Quoi qu'il en soit, il est donc de préférence fait en sorte que l'armature métallique de renforcement 30 soit intégralement noyée ou presque dans le bloc coulé 32, en ce sens qu'elle est recouverte latéralement par le plomb sur tout son pourtour, à savoir plus apparente depuis l'extérieur, latéralement sur 360°. A titre indicatif, on peut prévoir que seuls les chants d'extrémité de l'armature 30 restent apparents depuis l'extérieur de celle-ci, comme visible au niveau de l'extrémité supérieure de la structure 26 représentée sur la figure 3.

**[0055]** Le bloc 32 est fabriqué en coulant du plomb ou l'un de ses alliages dans un moule au sein duquel l'armature métallique de renforcement 30 a été préalablement mise en place. C'est donc la forme du moule qui impose la forme extérieure du bloc 32. A cet égard, il comprend, sur sa couronne extérieure 44, un premier décrochement radialement extérieur 54, s'étendant tangentiellement. Ainsi, sur le flanc concerné du bloc 32, on peut successivement apercevoir, radialement de l'extérieur vers l'intérieur, ledit décrochement tangentiel 54, suivi d'un renforcement 55.

**[0056]** De la même manière, sur le flanc opposé de la couronne 44, il est prévu un second décrochement radialement intérieur 56, s'étendant tangentiellement. Ainsi, sur ce flanc opposé du bloc 32, on peut successivement apercevoir, radialement de l'intérieur vers l'extérieur, ledit décrochement tangentiel 56, suivi d'un renforcement 57.

**[0057]** Par conséquent, lorsque les structures 26 sont mises en place dans l'espace annulaire 18, après démoulage de ces structures, on fait en sorte que le décrochement radialement extérieur 54 d'une structure quelconque 26 vienne se loger dans le renforcement radialement extérieur 57 de la structure directement adjacente dans la direction tangentielle T, tel que cela est montré sur la figure 2. De la même manière, du côté opposé de ladite structure quelconque 26, le décrochement radialement intérieur 56 de cette structure vient se loger dans le renforcement radialement intérieur 55 de la structure directement adjacente dans la direction tangentielle T. Il est alors de préférence fait en sorte que l'étendue tangentielle des recouvrements entre les décrochements 54, 56 en regard deux à deux, et de préférence en contact, soit suffisamment importante pour limiter de manière satisfaisante les risques de fuites de rayons gamma entre les structures de protection 26.

**[0058]** En référence à la figure 6, on peut voir un autre mode de réalisation de la structure de protection 26, correspondant à celui montré sur la figure 5 auquel s'ajoute un profil 60 de transfert thermique.

**[0059]** Le profil 60 loge le bloc 32 noyant l'armature 30, en présentant une forme ouverte dans la direction circonférentielle T, en section transversale. Cette ouverture autorise l'introduction préalable du bloc 32 dans le profil 60, par déplacement relatif circonférentiel des deux

éléments. Comme visible sur la figure 6, le profil 60 présente deux flancs opposés espacés radialement et cheminant circonférentiellement, ces deux flancs étant reliés entre eux à l'une de leurs extrémités par un élément radial conformé pour épouser le décrochement 54 et le renforcement 55 du bloc 32 logé dans le profil. De plus, le bloc épouse chacun des deux flancs.

**[0060]** Ainsi, lors de la fabrication de l'emballage, chaque bloc 32, de préférence usiné après coulée du plomb sur l'armature, est introduit dans un profil 60 par l'ouverture circonférentielle prévue à cet effet, en déplaçant le bloc dans la direction circonférentielle T, jusqu'à ce que son décrochement 54 et son renforcement 55 viennent épouser l'élément radial de jonction du profil 60. Chaque profil 60, ainsi équipé de sa structure de protection 26, est ensuite placé autour de la virole intérieure 22, avec l'élément radial épousant le décrochement 56 et le renforcement 57 du bloc 32 logé dans le profil 60 adjacent, comme visible sur la figure 7. Pour ce faire, un déplacement sensiblement radial du profil 60 équipé de sa structure de protection 26 est envisageable, comme cela est schématisé par la flèche de cette même figure.

**[0061]** Cette manière de procéder permet de recouvrir progressivement la virole intérieure 22 en progressant selon la direction circonférentielle T, et est réitérée jusqu'à ce que cette virole intérieure 22 soit entièrement recouverte latéralement par des structures 26.

**[0062]** Il est noté que par la suite, la virole extérieure du corps latéral 14 est disposée autour des structures 26 logées dans les profils 60, avec de préférence une étape antérieure consistant à la solidarisation entre eux des profils adjacents circonférentiellement, par exemple par soudage sur toute leur longueur, qui correspond de préférence sensiblement à la longueur du bloc 32 et de l'armature 30. A titre indicatif, le soudage longitudinal s'effectue de préférence entre le flanc radialement extérieur d'un profil 60, et l'élément radial de jonction appartenant au profil 60 directement consécutif.

**[0063]** Une fois la virole extérieure mise en place, les deux flancs du profil 60 sont alors en regard et en contact ou à forte proximité respectivement des deux viroles concentriques, afin de faciliter le transfert thermique entre celles-ci.

**[0064]** Cette spécificité selon laquelle le bloc de plomb est logé dans un profil ouvert est naturellement applicable quelle que soit la forme adoptée pour le bloc et l'armature métallique.

**[0065]** Sur les figures 8a à 8c, on peut apercevoir d'autres modes de réalisation préférés, dont les armatures métalliques de renfort 30 présentent chacune une section transversale en forme de zigzags. Le nombre et le motif des zigzags peuvent être choisis en fonction des besoins rencontrés. Il peut par exemple s'agir d'une répétition d'un motif en forme de vague, de créneau, ou de V, comme cela est respectivement représenté sur les figures 8a, 8b, 8c.

**[0066]** En référence à la figure 9, il est représenté une autre alternative de réalisation pour la structure 26, la

différence avec celles décrites ci-avant résidant une nouvelle fois dans la forme de l'armature métallique de renforcement 130. En effet, même si cela pourrait être réalisé, elle ne présente plus de trous comme éléments de retenue du bloc de plomb coulé 32, mais intègre à la place des saillies 134 prévues par exemple sur des éléments plans 170 de l'armature métallique. Plus précisément, ces éléments plans 170, s'étendant d'un bout à l'autre de la structure 26 selon la direction X, prennent par exemple la forme d'une croix en section transversale, des saillies 134 en forme de pions orientés transversalement se projetant de part et d'autre de chaque branche de la croix, comme visible sur la figure 9. Ainsi, il est réalisé une liaison mécanique 138 entre chaque saillie 134 et la portion adjacente du bloc de plomb 32 qui noie cette saillie, ces liaisons 138 entre le bloc 32 et l'armature 130 ayant ici toujours pour but d'interdire le déplacement relatif de ces deux entités l'une par rapport à l'autre, selon la direction longitudinale.

**[0067]** Naturellement, la forme, le nombre et les dimensions des saillies peuvent être adaptés en fonction des besoins et contraintes rencontrés, tout comme la structure porteuse de ces saillies.

**[0068]** 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. En particulier, chaque particularité décrite pour une mode de réalisation donné est applicable à tous les autres modes de réalisation.

## Revendications

1. Emballage (2) pour le transport et/ou stockage de matières nucléaires, ledit emballage comprenant un corps latéral (14) s'étendant selon une direction longitudinale (X) dudit emballage, ledit corps latéral formant une cavité de logement (6) des matières nucléaires et étant équipé d'un dispositif de protection radiologique (20), ledit dispositif de protection radiologique comprenant au moins une structure de protection radiologique (26) comportant au moins une armature métallique de renforcement (30, 130) s'étendant selon ladite direction longitudinale (X) et épousée par un bloc (32) réalisé en plomb ou dans l'un de ses alliages, coulé sur ladite armature métallique de renforcement (30, 130), celle-ci étant équipée d'au moins un élément (34, 134) de retenue du bloc coulé, selon ladite direction longitudinale (X), ladite armature métallique de renforcement (30, 130) étant noyée dans le bloc coulé (32) sur au moins une partie de sa longueur selon ladite direction longitudinale (X), **caractérisé en ce que** ladite partie d'armature métallique est recouverte latéralement par le plomb sur tout son pourtour.

2. Emballage (2) selon la revendication 1, **caractérisé**

**en ce que** ladite armature métallique de renforcement (30, 130) présente, en section transversale quelconque, une forme non droite.

3. Emballage (2) selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** ladite armature métallique de renforcement (30, 130) présente, en section transversale quelconque, une forme en zigzags. 5
4. Emballage (2) selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** ladite armature métallique (30, 130) prend la forme d'une structure creuse définissant une paroi latérale intérieure (40) délimitant un creux s'étendant selon ladite direction longitudinale (X), et une paroi latérale extérieure (42). 10 15
5. Emballage (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite armature métallique (30, 130) est équipée d'une pluralité d'éléments (34, 134) de retenue du bloc coulé selon ladite direction longitudinale (X), répartis le long de cette même direction. 20
6. Emballage (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un élément (34) de retenue du bloc coulé prend la forme d'un trou traversant pratiqué dans ladite armature métallique (30), et traversé par ledit bloc coulé (32). 25 30
7. Emballage (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un élément (134) de retenue du bloc coulé prend la forme d'une saillie prévue sur ladite armature métallique (130), et noyée dans ledit bloc coulé (32). 35
8. Emballage (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la longueur de l'armature métallique (30, 130), selon ladite direction longitudinale (X), est sensiblement identique à la longueur selon cette même direction du bloc (32) réalisé en plomb ou dans l'un de ses alliages, coulé sur cette armature. 40 45
9. Emballage (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit dispositif de protection radiologique (20) comprend une pluralité de structures de protection radiologique (26) réparties circonférentiellement autour de la cavité. 50
10. Emballage (2) selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** chaque structure de protection radiologique (26) est logée dans un profil métallique (60) ouvert dans une direction circonférentielle (T), autorisant l'introduction de la structure de protection radiologique (26) dans son profil associé selon un 55

mouvement relatif suivant cette même direction (T).

11. Emballage (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** ledit dispositif de protection radiologique (20) est constitué d'une unique structure de protection radiologique formant virole d'un seul tenant autour de ladite cavité (6).
12. Procédé de fabrication d'un emballage pour le transport et/ou stockage de matières nucléaires selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il comprend une étape de fabrication de ladite structure de protection radiologique, réalisée en coulant du plomb ou l'un de ses alliages dans un moule au sein duquel ladite armature métallique de renforcement a été préalablement mise en place.

## Claims

1. Packaging (2) for the transportation and/or storage of nuclear materials, where said packaging includes a lateral body (14) which extends along a longitudinal direction (X) of said packaging, with said lateral body forming a cavity (6) for housing nuclear materials and being equipped with a radiological protection device (20), said radiological protection device including at least one radiological protection structure (26) which includes at least one metallic reinforcement framework (30, 130) which extends along said longitudinal direction (X) and is hugged by a block (32) made out of lead or of one of its alloys, cast over said metallic reinforcement framework (30, 130), with the latter being equipped with at least one element (34, 134) for retaining the cast block along the longitudinal direction (X), said metallic reinforcement framework (30, 130) being embedded in the cast block (32) being at least part of its length along said longitudinal direction (X), **characterised in that** said part of the reinforcement framework is laterally covered over its entire circumference by the lead.
2. Packaging (2) according to claim 1, **characterised by** the fact that said metallic reinforcement framework (30, 130) exhibits, in any transverse cross-section whatsoever, a shape which is not straight.
3. Packaging (2) according to claim 2, **characterised by** the fact that said metallic reinforcement framework (30, 130) exhibits, in any transverse cross-section whatsoever, a zigzag shape.
4. Packaging (2) according to claim 2, **characterised by** the fact that said metallic framework (30, 134) takes the form of a hollow structure which defines



an internal lateral wall (40) which delimits a void which extends along said longitudinal direction (X), and an external lateral wall (42).

5. Packaging (2) according to any one of the preceding claims whatsoever, **characterised by** the fact that the said metallic framework (30, 130) is equipped with multiple element (34, 134) for retaining the cast block along said longitudinal direction (X), distributed along this same direction.
6. Packaging (2) according to any one of the preceding claims whatsoever, **characterised by** the fact that at least one element (34) for retaining the cast block takes the form of a through hole made in the said metallic framework (30), through which said cast block (32) passes.
7. Packaging (2) according to any one of the preceding claims whatsoever, **characterised by** the fact that at least one element (134) for retaining the cast block takes the form of a protrusion on the said metallic framework (130), and is embedded in said cast block (32).
8. Packaging (2) according to any one whatsoever of the preceding claims, **characterised by** the fact that the length of the metallic framework (30, 130), along said direction (X) is approximately the same as the length along this same direction of the block (32) made out of lead or of one of its alloys, cast over this framework.
9. Packaging (2) according to any one of the preceding claims whatsoever, **characterised by** the fact that said radiological protection device (20) includes multiple radiological protection structures (26) distributed circumferentially around the cavity.
10. Packaging (2) according to claim 9, **characterised by** the fact that each radiological protection structure (26) is housed in a metallic profile (60) which is open in a circumferential direction (T), enabling the radiological protection structure (26) to be introduced into its corresponding profile through a relative movement along this same direction (T).
11. Packaging (2) according to any one of claims 1 to 8 whatsoever, **characterised by** the fact that said radiological protection device (20) is made up of a single radiological protection structure which forms a one-piece shell around said cavity (6).
12. Method for the manufacture of a packaging for the transportation and/or storage of nuclear materials according to any one whatsoever of the preceding claims, **characterised by** the fact that it includes a manufacturing step for said radiological protection

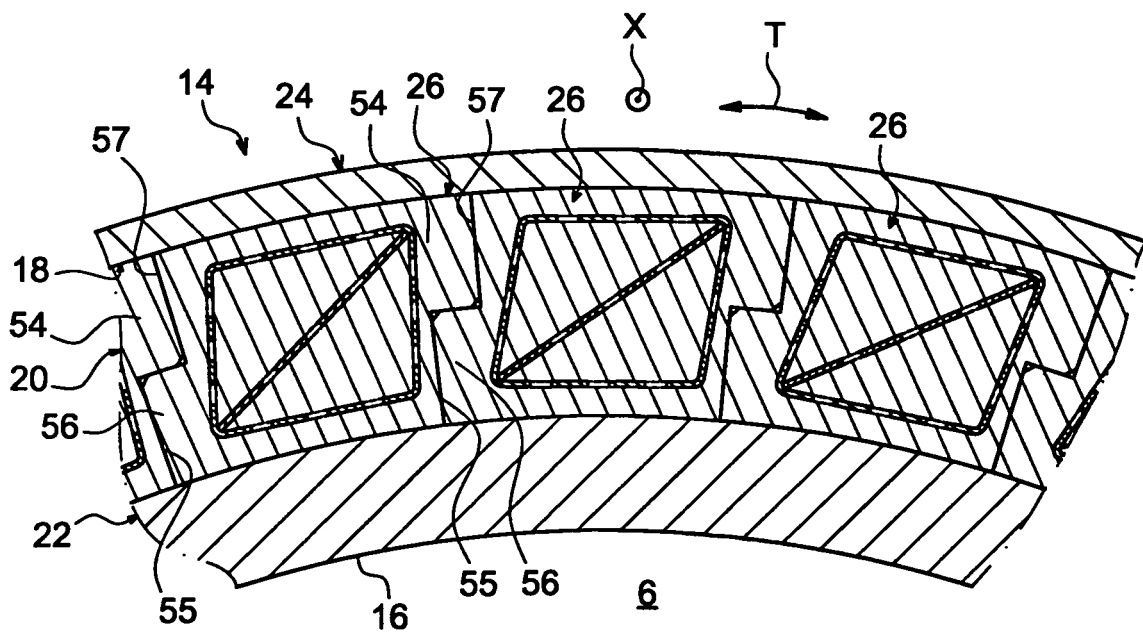
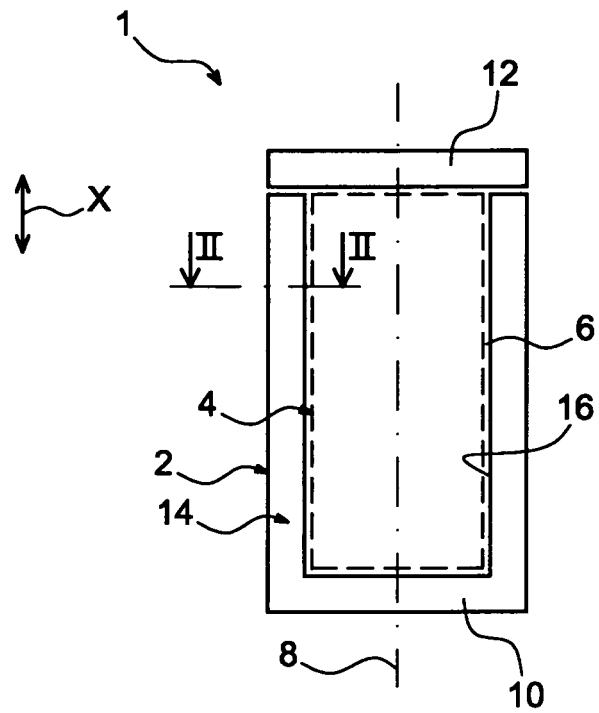
structure, carried out by casting lead or one of its alloys into a mould within which said metallic reinforcement framework has been placed beforehand.

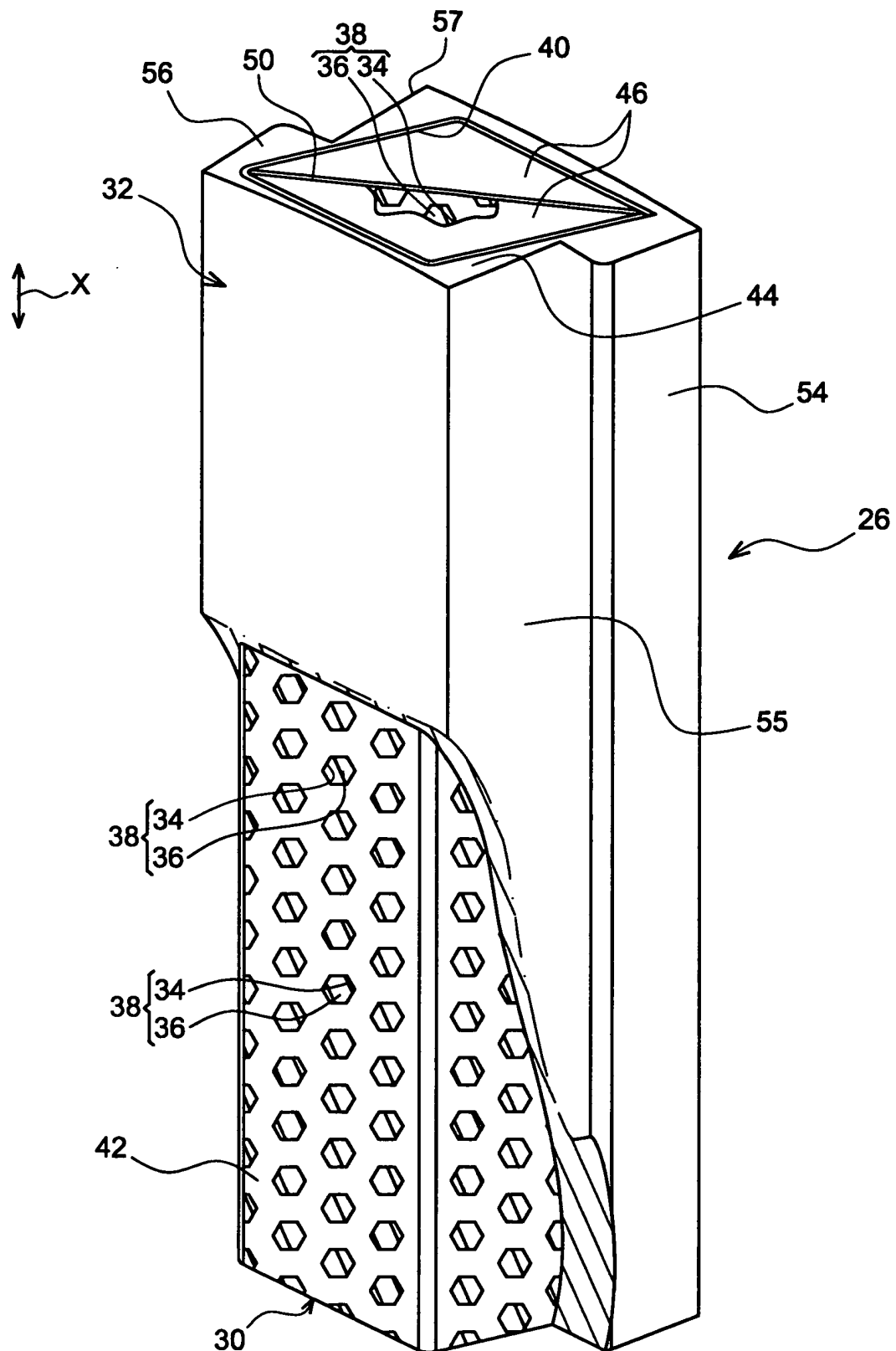
## Patentansprüche

1. Container (2) für den Transport und/oder die Lagerung von Kernmaterialien, wobei der genannte Container einen Seitenkörper (14) umfasst, der sich gemäß einer Längsrichtung (X) des genannten Containers erstreckt, und der genannte Seitenkörper einen Hohlraum (6) zur Aufnahme der Kernmaterialien bildet und mit einer radiologischen Schutzeinrichtung (20) ausgerüstet ist, wobei die genannte radiologische Schutzeinrichtung wenigstens eine radiologische Schutzstruktur (26) mit wenigstens einer metallischen Verstärkungsarmierung (30, 130) umfasst, die sich gemäß der genannten Längsrichtung (X) erstreckt und umschmiegt ist von einem Block (32) aus Blei oder einer seiner Legierungen, auf die genannte metallische Verstärkungsarmierung (30, 130) gegossen, wobei diese mit wenigstens einem Element (34, 134) zum Festhalten des aufgegossenen Blocks ausgestattet ist, in der genannten Längsrichtung (X), wobei die genannte metallische Verstärkungsarmierung (30, 130) über wenigstens einen Teil ihrer Länge gemäß der genannten Längsrichtung (X) in den gegossenen Block (32) eingebettet ist **dadurch gekennzeichnet, dass** der genannte Teil der metallischen Verstärkung seitlich über seinen gesamten Umfang mit Blei bedeckt ist.
2. Container (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannte metallische Verstärkungsarmierung (30, 130) in jedem beliebigen Querschnitt eine ungerade Form aufweist.
3. Container (2) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannte metallische Verstärkungsarmierung (30, 130) in jedem beliebigen Querschnitt zickzack- bzw. schlangenförmig ist.
4. Container (2) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannte metallische Verstärkungsarmierung (30, 130) die Form einer hohlen Struktur aufweist, die eine innere Seitenwand (40), welche einen Hohlraum begrenzt, der sich gemäß der genannten Längsrichtung (X) erstreckt, und eine äußere Seitenwand (42) definiert.
5. Container (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannte metallische Armierung (30, 130) eine Vielzahl von Elementen (34, 134) zum Festhalten des gegossenen Blocks gemäß der genannten Längsrichtung (X) umfasst, verteilt längs dieser selben

Richtung.

6. Container (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Element (34) zum Festhalten des gegossenen Blocks die Form eines Lochs hat, das die genannte metallische Armierung (30) durchquert und von dem genannten gegossenen Block (32) durchquert wird. 5
7. Container (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Element (134) zum Festhalten des gegossenen Blocks die Form eines Vorsprungs hat, vorgesehen an der genannten metallischen Armierung (130) und eingebettet in den genannten gegossenen Block (32). 10  
15
8. Container (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge der metallischen Armierung (30, 130) gemäß der genannten Längsrichtung (X) im Wesentlichen gleich der Länge, in dieser selben Richtung, des aus Blei oder einer seiner Legierungen auf diese Armierung gegossenen Blocks (32) ist. 20  
25
9. Container (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannte radiologische Schutzeinrichtung (20) eine Vielzahl radiologischer Schutzstrukturen (26) umfasst, verteilt über den Umfang um den Hohlraum herum. 30
10. Container (2) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede radiologische Schutzstruktur (26) in einem metallischen Profil (60) sitzt, das in einer Umfangsrichtung T offen ist, was die Einführung der radiologischen Schutzstruktur (26) in das entsprechende Profil gemäß einer dieser Richtung (T) folgenden Relativbewegung ermöglicht. 35  
40
11. Container (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannte radiologische Schutzeinrichtung (20) gebildet wird durch eine einzige, einen Ring aus einem Stück um den genannten Hohlraum (6) herum bildende radiologische Schutzstruktur. 45
12. Verfahren zur Herstellung eines Containers für den Transport und/oder die Lagerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen Schritt zur Herstellung der genannten radiologischen Schutzstruktur umfasst, realisiert durch das Gießen von Blei oder einer seiner Legierungen in einer Form, in deren Innern vorher die genannte metallische Verstärkungsarmierung angeordnet worden ist. 50  
55





**FIG. 3**

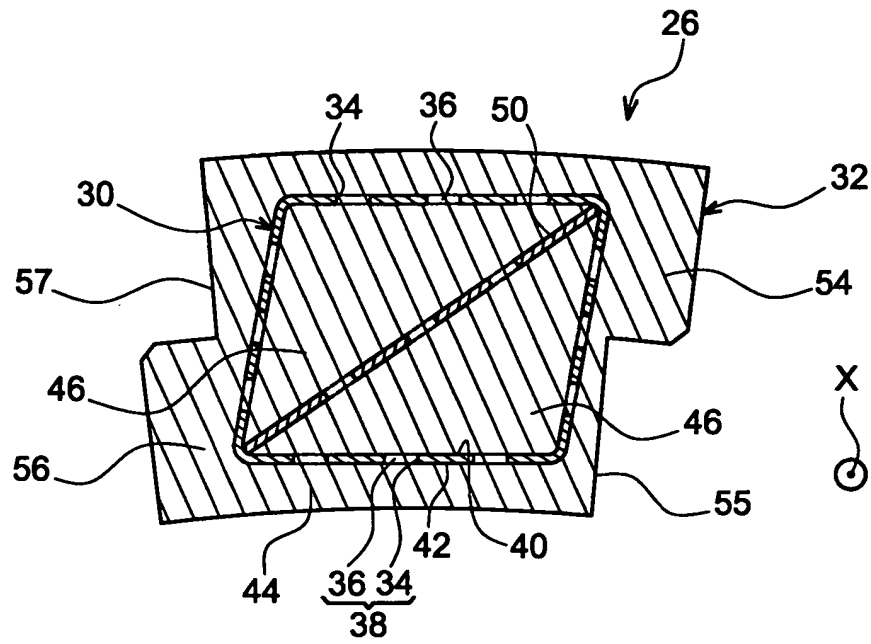


FIG. 4

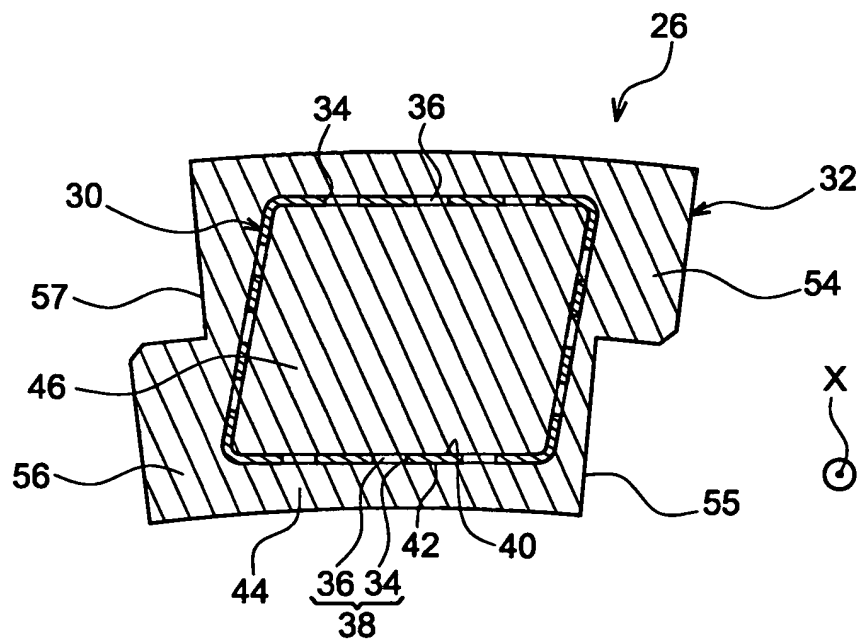


FIG. 5

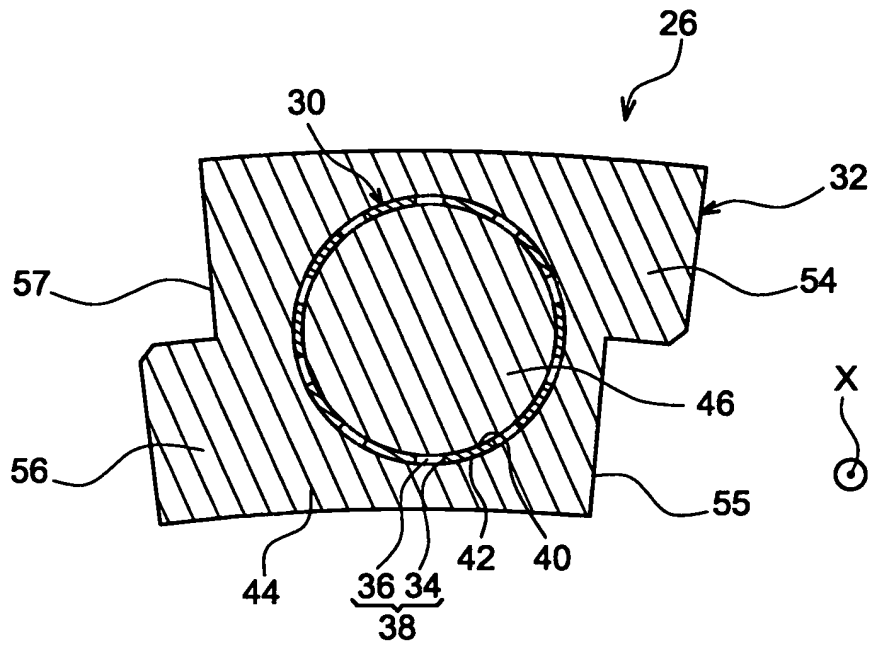


FIG. 5a

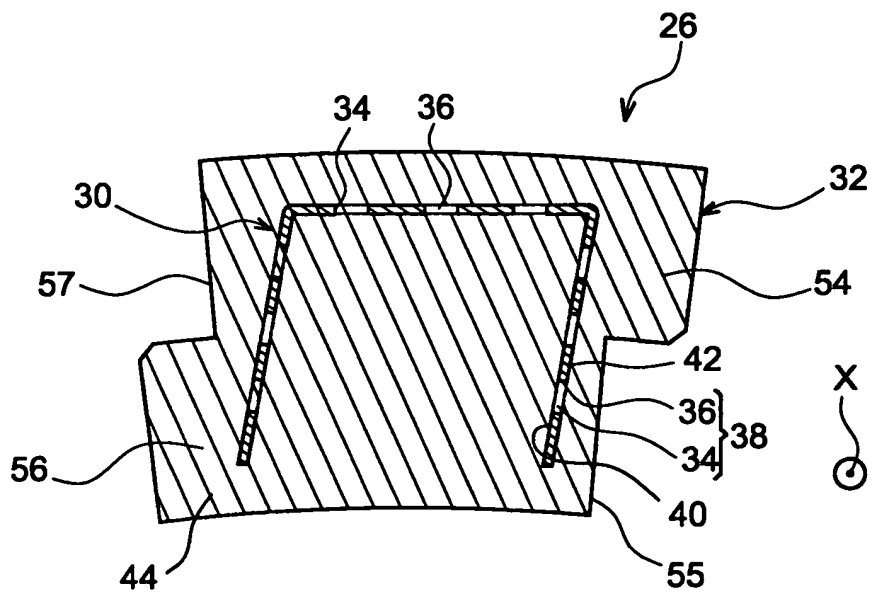


FIG. 5b

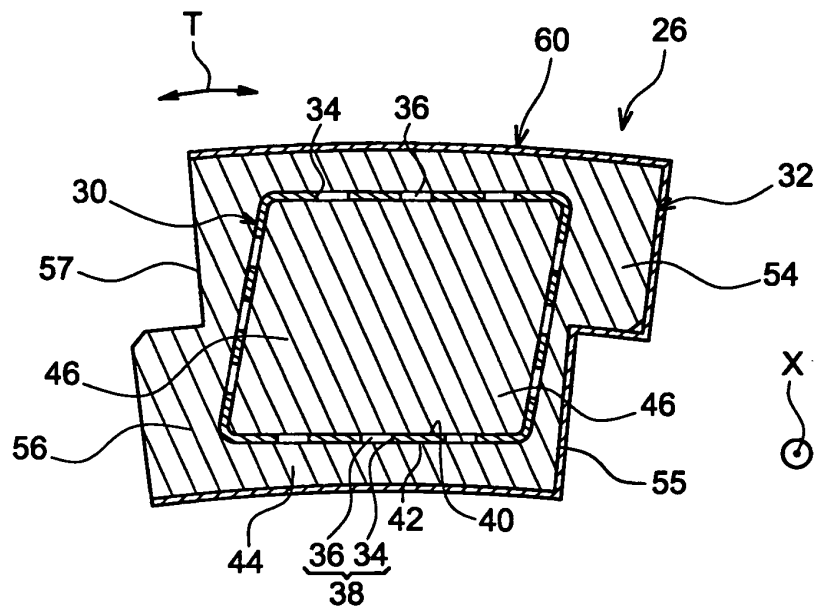


FIG. 6

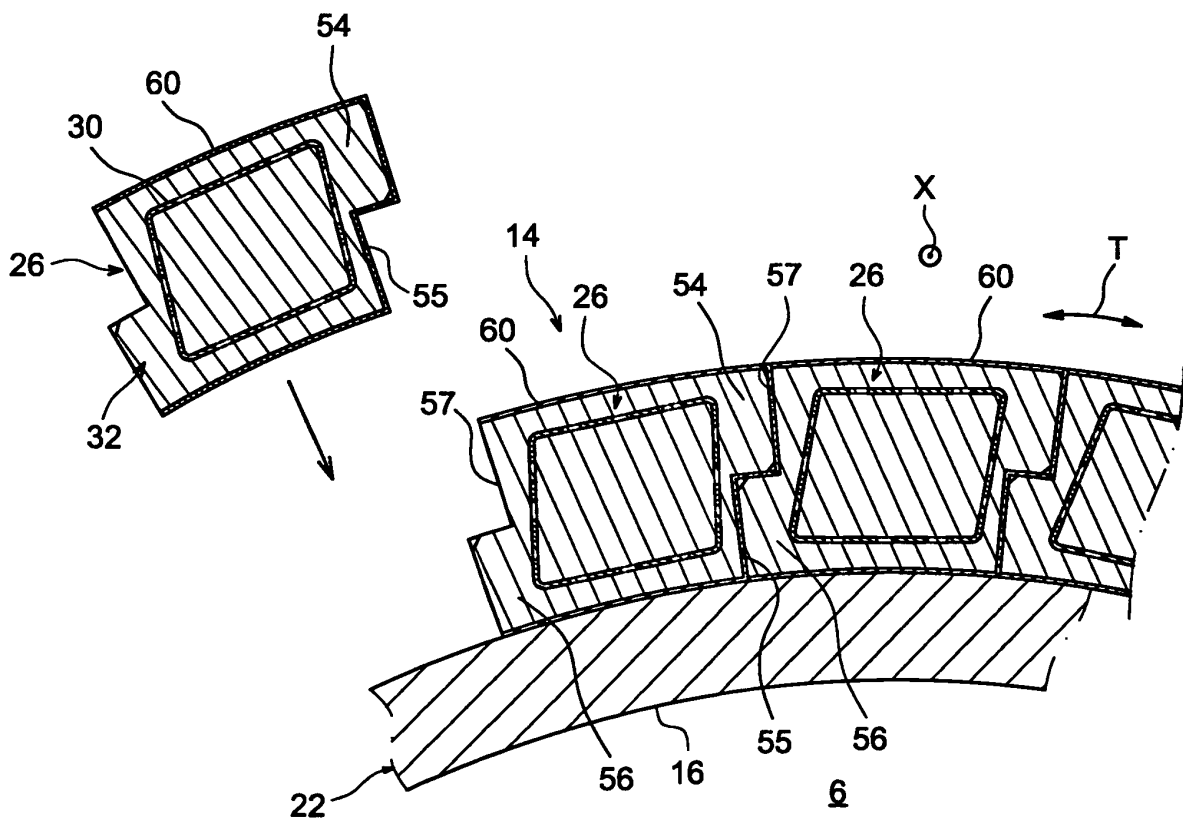


FIG. 7

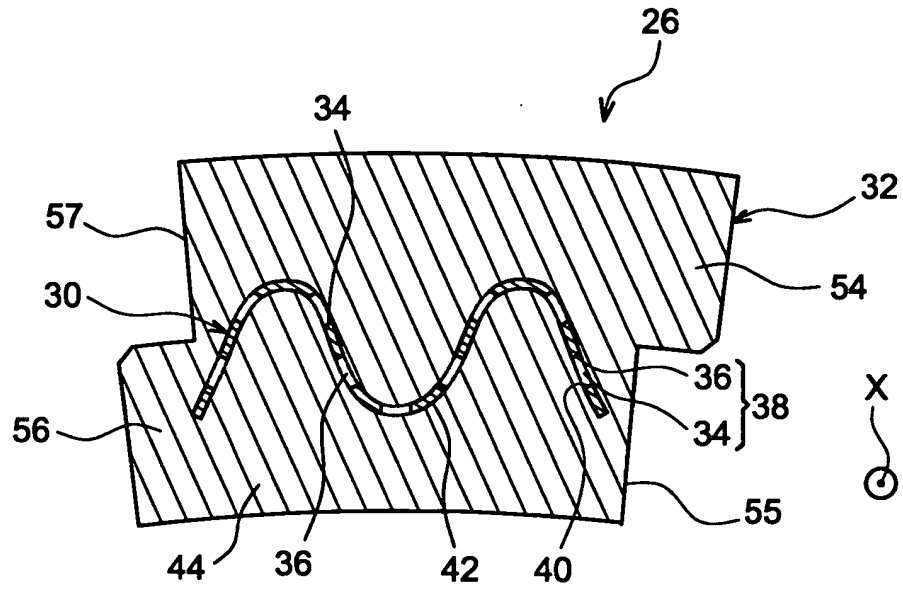


FIG. 8a

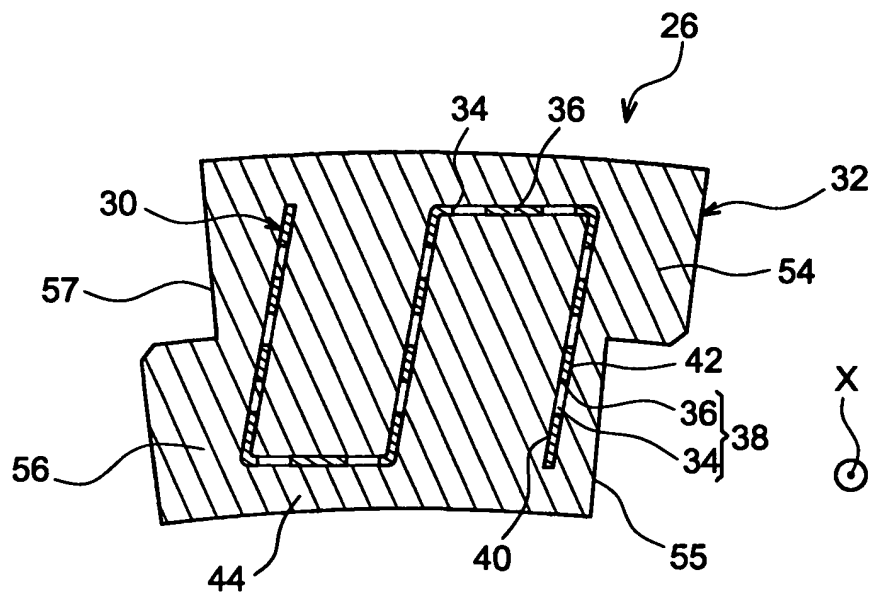


FIG. 8b



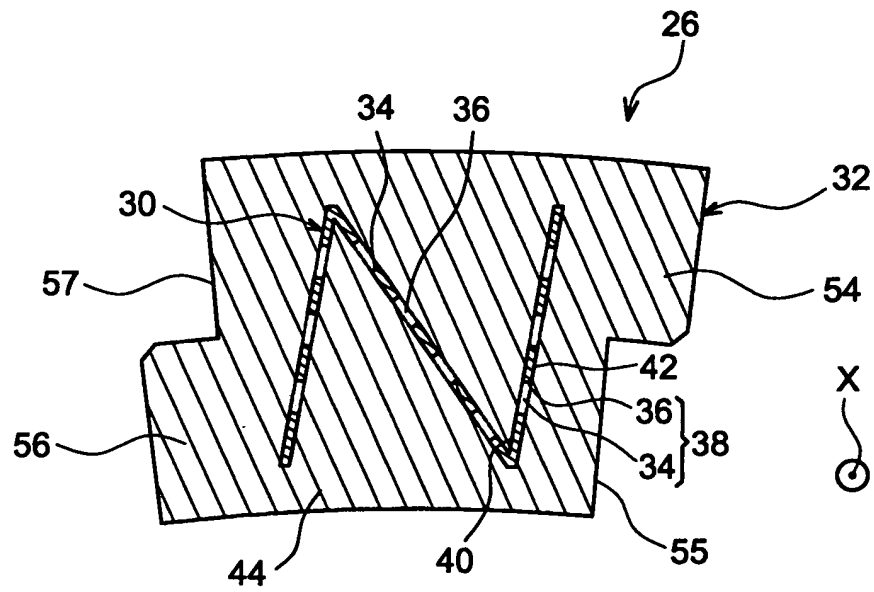


FIG. 8c

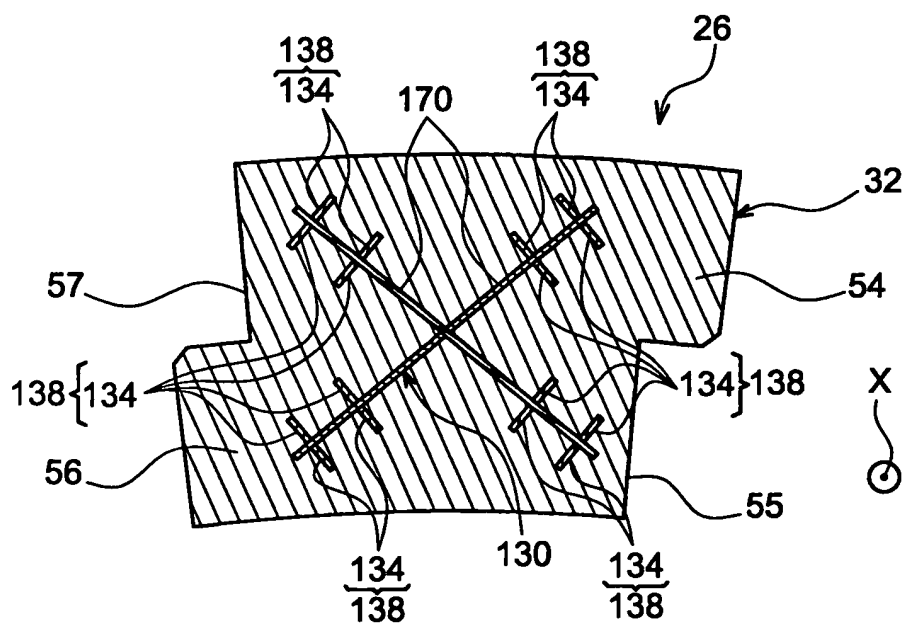


FIG. 9

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

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

**Documents brevets cités dans la description**

- US 3005105 A [0005]
- US 5063299 A [0005]