

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 383**

51 Int. Cl.:

**G21F 5/008** (2006.01)

**G21F 3/04** (2006.01)

**G21F 1/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2008 E 08717925 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **06.01.2010 EP 2140459**

54 Título: **Envase para el transporte y/o almacenamiento de materiales nucleares que incluye una protección radiológica de plomo colado sobre un bastidor metálico**

30 Prioridad:

**21.03.2007 FR 0753965**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**31.01.2013**

73 Titular/es:

**TN INTERNATIONAL (100.0%)  
1, RUE DES HÉRONS  
78182 MONTIGNY LE BRETONNEUX, FR**

72 Inventor/es:

**CHIOCCA, RENÉ y  
LAMOUR, JEAN-MARIE**

74 Agente/Representante:

**PÉREZ BARQUÍN, Eliana**

ES 2 394 383 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Envase para el transporte y/o almacenamiento de materiales nucleares que incluye una protección radiológica de plomo colado sobre un bastidor metálico

5

### Ámbito técnico

La presente invención se refiere de manera general al ámbito del transporte y/o almacenamiento de materiales nucleares, tales como ensamblajes de combustible nuclear, frescos o irradiados.

10

En particular, la invención se refiere a un envase para el transporte y/o almacenamiento de materiales nucleares, del tipo que incluye un dispositivo de protección radiológica realizado a partir de plomo o de una de sus aleaciones, para formar una barrera eficaz contra la radiación gamma.

### 15 Estado de la técnica anterior

Típicamente, para garantizar el transporte y/o almacenamiento de ensamblajes de combustible nuclear, se utilizan dispositivos de colocación, también denominados "cesta" o "armazón" de colocación. Estos dispositivos de colocación, habitualmente de forma cilíndrica y de sección sensiblemente circular, disponen de una pluralidad de alojamientos adyacentes, cada uno capaz de recibir un ensamblaje de combustible nuclear. El dispositivo de colocación está destinado a alojarse en la cavidad de un envase para formar conjuntamente con el mismo un contenedor para el transporte y/o almacenamiento de ensamblajes de combustible nuclear, en el que el material nuclear está perfectamente confinado.

20

La cavidad mencionada anteriormente está generalmente definida por un cuerpo lateral que se extiende según una dirección longitudinal del envase incluyendo por ejemplo dicho cuerpo lateral dos virolas metálicas concéntricas que forman conjuntamente un espacio anular en cuyo interior está alojado un dispositivo de protección radiológica, en particular para formar una barrera contra la radiación gamma emitida por los ensamblajes de combustible alojados en la cavidad.

30

Típicamente, el dispositivo de protección radiológica se realiza con la ayuda de varios elementos prefabricados de plomo o de una de sus aleaciones, repartidos alrededor de la cavidad, en el espacio anular apropiado definido por las dos virolas metálicas. Se conocen semejantes contenedores mediante los documentos US 3 005 105 A y US 5 063 299 A.

35

Aunque el plomo y sus aleaciones ofrecen características satisfactorias desde el punto de vista de la protección contra los rayos gamma, en particular debido a su densidad, presentan sin embargo el inconveniente de ofrecer solo una resistencia mecánica mediocre, en particular en comparación con la ofrecida por los aceros.

Por lo tanto, debido a sus escasas cualidades mecánicas, cada elemento prefabricado de plomo o de una de sus aleaciones es susceptible de experimentar deformaciones plásticas importantes durante las pruebas reglamentarias denominadas de caída libre sobre objetivo indeformable. A título de recordatorio, las pruebas de caída se realizan orientando el eje longitudinal del envase y de su cavidad bien de manera sensiblemente perpendicular a la superficie de impacto (se habla entonces generalmente de caída axial o vertical), bien de manera sensiblemente paralela a la misma (se habla entonces generalmente de caída lateral u horizontal).

45

Las deformaciones plásticas mencionadas anteriormente son más susceptibles de producirse cuando los elementos de protección radiológica de plomo son llevados a temperaturas que pueden alcanzar 200°C, como es el caso en condiciones normales de transporte. Por consiguiente, las pruebas reglamentarias de caída toman en cuenta estas condiciones, que se revelan extremadamente limitadoras.

50

En el caso de la caída vertical, las deformaciones plásticas observadas toman la forma de un hundimiento de los elementos prefabricados de plomo, según la dirección longitudinal, tendiendo efectivamente el material a colmar una holgura de funcionamiento necesaria para la introducción de estos elementos prefabricados entre las dos virolas del cuerpo lateral.

55

A este respecto, cabe señalar que el hundimiento del plomo genera la aparición de espacios vacíos entre las dos virolas del cuerpo lateral, estando estos espacios vacíos orientados longitudinalmente y localizados en un extremo del envase, opuesto al extremo destinado a chocar contra el objetivo indeformable durante la caída libre vertical. Evidentemente, estos espacios vacíos crean discontinuidades longitudinales en la protección radiológica que, localmente, ya no puede estar garantizada de manera satisfactoria. Estas discontinuidades pueden estar en el origen de fugas de rayos gamma, perjudiciales respecto de los criterios reglamentarios.

60

### Exposición de la invención

La invención tiene por lo tanto por objeto solucionar, por lo menos en parte, los inconvenientes mencionados anteriormente, relativos a las realizaciones de la técnica anterior.

65

Para ello, la invención tiene por objeto un envase para el transporte y/o almacenamiento de materiales nucleares, tales como ensamblajes de combustible nuclear irradiados, incluyendo dicho envase un cuerpo lateral que se extiende según una dirección longitudinal de dicho envase, formando dicho cuerpo lateral una cavidad de alojamiento de los materiales nucleares y estando equipado con un dispositivo de protección radiológica.

Según la invención, dicho dispositivo de protección radiológica incluye al menos una estructura de protección radiológica que incluye al menos un bastidor metálico de refuerzo que se extiende según dicha dirección longitudinal y cuya forma es adoptada por un bloque realizado en plomo o en una de sus aleaciones, colado sobre dicho bastidor metálico de refuerzo, estando este equipado con al menos un elemento de retención del bloque colado, según dicha dirección longitudinal. Además, dicho bastidor metálico de refuerzo está sumergido en el bloque colado en al menos una parte de su longitud según dicha dirección longitudinal, y preferiblemente en toda su longitud.

De este modo, cada elemento de retención del bastidor de refuerzo permite realizar una unión mecánica con el bloque colado realizado en plomo o en una de sus aleaciones, impidiendo el desplazamiento relativo de estas dos entidades entre sí, según la dirección longitudinal. Esto permite evitar/limitar el hundimiento del plomo en caso de caída libre vertical del envase, según su dirección longitudinal.

Por consiguiente, la invención permite impedir la formación de discontinuidades longitudinales perjudiciales en el dispositivo de protección radiológica, e impide de este modo ventajosamente las fugas de radiación gamma a través del cuerpo lateral del envase.

A título indicativo, después de la colada del bloque, denominado en lo sucesivo bloque de plomo, el bastidor metálico de refuerzo y el bloque de plomo forman preferiblemente un conjunto solidario de una sola pieza, gracias en particular a la presencia de cada elemento de retención cuya forma es adoptada por el plomo. Dicho de otro modo, se puede considerar que el bloque de plomo y el bastidor metálico están encastrados el uno en el otro. Además, para reforzar la solidaridad entre ambas entidades, se fomenta preferiblemente que después de la colada, el plomo se adhiera al conjunto de la superficie del bastidor metálico que cubre, incluso si pudiera ser de otro modo, sin salirse del alcance de la invención.

Cabe señalar que el concepto de parte longitudinal "sumergida" debe entenderse en el presente documento como una parte que ya no está, lateralmente, a la vista desde el exterior, es decir que está cubierta por el plomo colado. De este modo, según esta característica, por lo menos una parte longitudinal de dicho bastidor metálico está cubierta lateralmente en todo su contorno, es decir en una zona angular de 360° alrededor de la dirección longitudinal.

Esta particularidad permite, en primer lugar, reforzar la unión mecánica entre el bloque de plomo y el bastidor metálico de refuerzo que integra los elementos de retención. Además, permite considerar un fácil mecanizado de la estructura de protección radiológica después de la colada de plomo, ya que su contorno lateral está íntegramente compuesto por este plomo, por oposición, por ejemplo, a una estructura de protección radiológica que conserva partes aparentes del bastidor metálico en su contorno, que harían que su mecanizado fuese mucho más delicado.

Preferiblemente, dicho bastidor metálico de refuerzo presenta, en cualquier sección transversal, una forma no recta. De manera general, esto le permite presentar un buen comportamiento mecánico en compresión, según la dirección longitudinal según la cual se extiende.

Por ejemplo, la sección transversal puede ser del tipo zigzag, con motivos en forma de olas, almenas, V u otra.

Alternativa o simultáneamente, dicho bastidor metálico puede adoptar la forma de una estructura hueca que define una pared lateral interior que delimita un hueco que se extiende según dicha dirección longitudinal, y una pared lateral exterior, siendo entonces la forma de dichas paredes laterales interior y exterior adoptada por dicho bloque colado, preferiblemente según cualquier longitud para obtener un mejor anclaje del bastidor en este bloque. En este caso, la sección transversal que define un hueco puede estar abierta o cerrada, sin salirse del marco de la invención. En este documento, la estructura metálica adopta, preferiblemente, la forma de una viga hueca, por ejemplo de sección rectangular, cuadrada o de paralelogramo, pero podría alternativamente ser de sección sensiblemente circular, oval o en forma de U.

En cualquier caso, el bastidor metálico, que presenta en cualquier sección transversal una forma no recta, adopta preferiblemente una geometría sensiblemente cilíndrica, paralela a la dirección longitudinal. Dicho de otro modo, la geometría preferida puede obtenerse mediante una recta paralela a la dirección longitudinal, que se desplaza a lo largo de un recorrido que corresponde a la sección transversal no recta.

Preferiblemente, dicho bastidor metálico está equipado con una pluralidad de elementos de retención del bloque moldeado según dicha dirección longitudinal, repartidos a lo largo de esta misma dirección. A este respecto, cabe señalar que esto implica ventajosamente una multiplicación de las uniones mecánicas entre el bloque de plomo y su bastidor metálico asociado, permitiendo limitar aun más los riesgos de hundimiento longitudinal del bloque, en caso de caída vertical.

Según un modo de realización preferido de la presente invención, al menos un elemento de retención del bloque colado adopta la forma de un agujero pasante realizado en dicho bastidor metálico, y atravesado por dicho bloque colado. En este caso, la unión mecánica mencionada anteriormente se realiza mediante el paso del bloque de plomo a través del agujero previsto en el bastidor de refuerzo, estando el agujero preferiblemente colmado por el plomo. Preferiblemente, se consigue que el eje de los agujeros esté orientado sensiblemente de manera ortogonal respecto de la dirección longitudinal, para obtener una eficacia máxima de estas uniones.

Según otro modo de realización preferido de la presente invención, eventualmente combinable con el anterior, al menos un elemento de retención del bloque colado adopta la forma de un resalte previsto en dicho bastidor metálico, e sumergido en dicho bloque colocado. En el presente documento, la unión mecánica resulta del carácter sumergido del resalte, en el bloque de plomo. Para una eficacia máxima de esta unión, cuyo objetivo sigue siendo impedir el desplazamiento relativo de las dos entidades una respecto de otra según la dirección longitudinal, dicho resalte está preferiblemente orientado de manera a extenderse sensiblemente hacia arriba separándose de la misma.

Preferiblemente, la longitud del bastidor metálico, según dicha dirección longitudinal, es sensiblemente idéntica a la longitud según esta misma dirección del bloque realizado en plomo o en una de sus aleaciones, colado en dicho bastidor y sumergiéndolo. Esta configuración, en la que el bloque de plomo se ajusta al bastidor en toda su longitud, permite ventajosamente limitar los riesgos de hundimiento del bloque, según la dirección longitudinal, en toda la longitud del mismo. Además, el bastidor, que se extiende por lo tanto de un extremo al otro de la estructura de protección radiológica puede entonces ser solicitada en compresión, para una mejor recuperación de los esfuerzos verticales. A tal efecto, cabe señalar que el bastidor puede realizarse de una sola pieza, o con la ayuda de porciones unidas fijamente las unas a las otras, por ejemplo mediante soldadura. Por otra parte, se recuerda que un bloque de plomo de una estructura de protección puede integrar varios bastidores distintos que, en el caso preferido que se acaba de mencionar, se extienden cada uno sobre toda la longitud de dicho bloque, sin salir del marco de la invención.

Preferiblemente, dicho dispositivo de protección radiológica incluye una pluralidad de estructuras de protección radiológica repartidas alrededor de la cavidad, por ejemplo entre dos virolas concéntricas del cuerpo lateral del envase, de manera a colmar el espacio anular formado entre las mismas.

Se puede prever entonces que cada estructura de protección radiológica está alojada en un perfil metálico abierto en una dirección circunferencial, que permite la introducción de la estructura de protección radiológica en su perfil asociado según un movimiento relativo según esta misma dirección. Estos perfiles, para razones de transferencia térmica, están preferiblemente realizados en aluminio o en una de sus aleaciones. Se prevé por lo tanto preferiblemente que cada perfil presente entonces dos flancos opuestos, en oposición y en contacto o muy próximos respecto de las dos virolas concéntricas, para facilitar la transferencia térmica entre las mismas.

Según una alternativa de realización, es posible realizar dicho dispositivo de protección radiológica de manera que esté constituido por una única estructura de protección radiológica que forma una virola de una sola pieza alrededor de dicha cavidad, preferiblemente entre las dos virolas concéntricas mencionadas anteriormente. De este modo, en esta otra configuración, el dispositivo de protección radiológica ya no está segmentado en varias estructuras que se extienden cada una según un sector angular dado y todas posicionadas adyacentes las unas respecto de las otras según la dirección tangencial / circunferencial, pero adopta la forma de un bloque de una sola pieza de forma anular, que rodea la cavidad de alojamiento.

En este caso, el dispositivo de protección radiológica puede estar directamente colado entre las dos virolas concéntricas, con uno o varios bastidores de refuerzo presentes inicialmente en el espacio anular entre virolas.

La invención tiene asimismo por objeto un procedimiento de fabricación de un envase para el transporte y/o el almacenamiento de materiales nucleares como el descrito anteriormente, que incluye una etapa de fabricación de dicha estructura de protección radiológica, realizada colando plomo o una de sus aleaciones en un molde en cuyo interior se ha colocado previamente el bastidor metálico de refuerzo.

Naturalmente, dicha estructura de protección radiológica así obtenida puede ser mecanizada antes de alojarse en el espacio previsto con este fin sobre el cuerpo lateral del envase.

Finalmente, como se ha mencionado anteriormente, cabe señalar que en el caso particular en que el dispositivo de protección radiológica es tal que está constituido por una única estructura que forma una virola de una sola pieza alrededor de la cavidad, el plomo puede entonces colarse directamente entre dos virolas concéntricas del cuerpo lateral que forma el molde mencionado anteriormente, habiéndose dispuesto inicialmente uno o varios bastidores de refuerzo en el espacio anular entre virolas.

Otras ventajas y características de la invención se pondrán de manifiesto en la siguiente descripción detallada no limitativa.

#### Breve descripción de los dibujos

La presente descripción se realiza con referencia a los dibujos adjuntos en los cuales:

- 5 la figura 1 representa una vista esquemática de un contenedor para el transporte y/o el almacenamiento de ensamblajes de combustible nuclear, que incluye un envase según un modo de realización preferido de la presente invención, representado únicamente de forma tosca;
- 10 la figura 2 representa una vista más detallada en corte transversal del envase, tomada a lo largo de la línea II-II de la figura 1;
- la figura 3 representa una vista en perspectiva de una de las estructuras de protección radiológica que equipa el envase mostrado en las figuras anteriores;
- 15 la figura 4 representa una vista en corte transversal de la estructura de protección radiológica mostrada en la figura 3;
- las figuras 5 a 5b representan vistas similares a la mostrada en la figura 4, presentándose la estructura de protección radiológica en forma de una alternativa de realización;
- 20 la figura 6 representa una vista similar a la mostrada en la figura 5, presentándose la estructura de protección radiológica en forma de una alternativa de realización;
- la figura 7 representa una vista similar a la mostrada en la figura 2, con estructuras de protección radiológica como la mostrada en la figura 6;
- 25 las figuras 8a a 8c representan vistas similares a las mostradas en las figuras 4 a 5b, presentándose la estructura de protección radiológica en forma de otras alternativas de realización, con bastidores que adoptan una configuración en zigzag; y
- 30 la figura 9 representa asimismo una vista similar a las mostradas en las figuras 4 a 5b, presentándose la estructura de protección radiológica en forma de otra alternativa más de realización.

#### **Exposición detallada de modos de realización preferidos**

35 En primer lugar con referencia a la figura 1, se observa un contenedor 1 para el transporte y/o el almacenamiento de ensamblajes de combustible nuclear. Se recuerda a este respecto, que la invención no está en modo alguno limitada al transporte/almacenamiento de este tipo de material nuclear.

40 El contenedor 1 incluye globalmente un envase 2 objeto de la presente invención, en cuyo interior se encuentra un dispositivo de colocación 4, asimismo denominado cesta de colocación. El dispositivo 4 está previsto para estar colocado en una cavidad de alojamiento 6 del envase 2, como se muestra esquemáticamente en la figura 1, en la que es asimismo posible observar el eje longitudinal 8 de este envase, confundido con los ejes longitudinales del dispositivo de colocación y de cavidad de alojamiento.

45 En toda la descripción, debe entenderse el término "longitudinal" como paralelo al eje longitudinal 8 y a la dirección longitudinal X del envase, y debe entenderse el término "transversal" como ortogonal a este mismo eje longitudinal 8.

50 De manera clásica y a título de recordatorio, cabe señalar que el dispositivo de colocación 4 incluye una pluralidad de alojamientos adyacentes dispuestos paralelos al eje 8, siendo cada uno de los mismos capaz de recibir al menos un ensamblaje de combustible de sección cuadrada o rectangular, y preferiblemente uno solo. El contenedor 1 y dicho dispositivo 4 se han mostrado en una posición vertical de carga/descarga de los ensamblajes de combustible, diferente de la posición horizontal/tumbada habitualmente adoptada durante el transporte de los ensamblajes. A este respecto, como se detallará posteriormente, cabe precisar que el envase según la invención presenta un comportamiento extremadamente satisfactorio en caso de caída libre vertical, durante la que este envase se desplaza según la dirección longitudinal a su posición vertical representada.

55 De manera general, el envase 2 dispone esencialmente de un fondo 10 sobre el que el dispositivo 4 está destinado a descansar en posición vertical, de una tapa 12, y de un cuerpo lateral 14 que se extiende alrededor y según el eje longitudinal 8, paralelo a la dirección X.

60 Este cuerpo lateral 14 define la cavidad de alojamiento 6, con la ayuda de una superficie interior lateral 16 de forma sensiblemente cilíndrica y de sección circular, y de eje confundido con el eje 8.

65 El fondo 10, que define el fondo de la cavidad 6 abierta al nivel de la tapa 12, puede estar realizado de una sola pieza con una parte al menos del cuerpo lateral 14, sin salirse del marco de la invención.

Con referencia a la figura 2, se puede observar de manera detallada una parte del cuerpo lateral 14, que presenta en

primer lugar dos virolas metálicas concéntricas que forman conjuntamente un espacio anular 18 centrado en el eje longitudinal del envase (no visible en esta figura), estando este espacio 18 colmado por un dispositivo de protección radiológica 20 específico de la presente invención.

5 Este dispositivo de protección 20 está diseñado en particular para formar una barrera contra la radiación gamma emitida por los ensamblajes de combustible irradiado alojados en la cavidad 6. Por lo tanto, está alojado entre la virola interna 22 cuya superficie interior corresponde a la superficie interior lateral 16 de la cavidad 6, y la virola externa 24.

10 Como se puede observar en la figura 2, en este modo de realización preferido de la presente invención, el dispositivo de protección 20 incluye una pluralidad de estructuras de protección radiológica 26, preferiblemente todas sensiblemente idénticas, y posicionadas adyacentes las unas a las otras, según una dirección tangencial / circunferencial T asociada al espacio anular 18. Dicho de otro modo, el dispositivo de protección radiológica 20, que se extiende alrededor de toda la cavidad 6 colmando el espacio anular 18, está segmentado en varias estructuras 26 que se extienden cada una según un sector angular dado, centrado en el eje longitudinal del envase.

15 Con referencia a las figuras 3 y 4, se puede observar una de las estructuras de protección radiológica 26, extendiéndose preferiblemente cada una de ellas sensiblemente sobre toda la longitud del envase, o al menos a lo largo de toda la zona denominada activa definida por los ensamblajes de combustible.

20 La estructura 26 incluye un bastidor metálico de refuerzo 30, que se extiende según la dirección longitudinal, preferiblemente sobre toda la longitud de la estructura 26. La forma del mismo es adoptada por un bloque 32 realizado en plomo o en una de sus aleaciones, colado sobre el bastidor 30 y sumergiéndolo, de manera que el bastidor 30 está totalmente cubierto lateralmente por el plomo. Asimismo, con el fin de impedir el desplazamiento relativo según la dirección longitudinal entre el bastidor 30 y el bloque 32, y evitar de este modo el hundimiento del bloque de plomo según esta misma dirección en caso de caída vertical del envase, el bastidor 30 está equipado con una pluralidad de elementos de retención 34, previstos para retener el bloque colado 32 en la dirección longitudinal.

30 En el presente caso, los elementos de retención 34 son agujeros que atraviesan el bastidor metálico, habiéndose realizado el mismo preferiblemente en acero, por ejemplo en acero negro o en acero inoxidable. Después de colar plomo sobre el bastidor 30, cada agujero 34 es atravesado por un elemento de plomo 36 que forma parte integrante del bloque colado 32, adoptando este elemento 36 la forma de un pasador que adopta la forma preferiblemente de la totalidad de la superficie lateral del agujero 34, por ejemplo de sección circular, hexagonal u otra. Los dos elementos 34, 36 encajados el uno en el otro forman de este modo conjuntamente una unión mecánica 38 entre el bloque 32 y el bastidor 30, impidiendo el desplazamiento relativo de estas dos entidades la una respecto de la otra, según la dirección longitudinal.

35 Para que el resultado sea más eficaz, es preferible repartir los agujeros 34 por el bastidor 30, preferiblemente de manera homogénea y regular, y en particular a lo largo de la dirección longitudinal X para evitar el hundimiento del bloque 32 en caso de caída vertical del envase.

40 A título indicativo, se puede prever que la superficie de los agujeros 34 corresponda a entre aproximadamente el 20% y el 60% de la superficie del bastidor, y preferiblemente al 40% de la misma. Cabe señalar que este porcentaje se proporciona considerando la superficie del bastidor como la superficie de los elementos que la componen, no la suma de las dos superficies opuestas de cada uno de estos elementos.

45 Este intervalo de valores permite obtener una buena sujeción del bloque de plomo 32 respecto del bastidor 30, debido al número y las dimensiones de las uniones mecánicas 38 que genera. Asimismo, este intervalo está adaptado para ofrecer una colada rápida del plomo alrededor y en el interior del bastidor, dado que el plomo líquido pasa efectivamente por los agujeros 34 durante la colada para penetrar en las eventuales zonas cerradas de bastidor 30, antes de solidificarse en estos mismo agujeros 34.

50 A tal efecto, el bastidor metálico 30 adopta por ejemplo la forma de una viga hueca que define una pared lateral interior 40 que delimita un hueco que se extiende según la dirección longitudinal, y una pared lateral exterior 42, adoptando el bloque de plomo 32 la forma de cada una de estas superficies 40, 42, preferiblemente en toda su longitud correspondiente asimismo sensiblemente a la longitud del bloque de plomo 32.

55 En este modo de realización preferido, la viga 30 adopta en sección transversal la forma de un paralelogramo, de manera que el bloque de plomo 32, que atraviesa cada uno de los cuatro lados del paralelogramo con la ayuda de las porciones 36, presenta una corona exterior 44 que adopta la forma de la superficie exterior 42 de la viga en todo el contorno de la misma, y una porción interna 36 que adopta la forma de la superficie interior 40 también en todo el contorno de la misma. En este modo de realización preferido, el bastidor 30 incluye asimismo un elemento central 50 de longitud idéntica al paralelogramo que, en sección transversal, une los dos vértices más alejados de este paralelogramo. Por consiguiente, la porción interna 46 del bloque 32 adopta la forma de dos sub-bloques de sección triangular solidarios el uno del otro gracias a las porciones de plomo 36 que atraviesan los agujeros 34 realizados en el elemento central 50.

65 Naturalmente, este elemento central 50 que forma una diagonal no es obligatorio, como lo muestra la alternativa de realización mostrada en la figura 5, en la que solo el paralelogramo constituye el bastidor 30. Asimismo, podría emplearse cualquier otra forma distinta del paralelogramo, de sección transversal abierta o cerrada, sin salirse del marco

de la invención, como se muestra además en las figuras 5a y 5b que representan respectivamente un bastidor 30 de sección transversal sensiblemente en forma de círculo y un bastidor 30 de sección transversal sensiblemente en forma de U, cada uno sumergido en un bloque de plomo 32.

5 En cualquier caso, se procura preferiblemente que el bastidor metálico de refuerzo 30 esté íntegramente sumergido o casi en el bloque colado 32, en el sentido en que está cubierto lateralmente por el plomo en todo su contorno, es decir más visible desde el exterior, lateralmente en 360°. A título indicativo, se puede prever que solo los cantos de extremo del bastidor 30 permanezcan visibles desde el exterior del mismo, como se puede observar al nivel del extremo superior de la estructura 26 representada en la figura 3.

10 El bloque 32 se fabrica colando plomo o una de sus aleaciones en un molde en cuyo interior se ha colocado previamente el bastidor metálico de refuerzo. Por lo tanto, la forma del molde impone la forma exterior del bloque 32. A este respecto, incluye, en su corona exterior 44, una primera discontinuidad radialmente exterior 54, que se extiende tangencialmente. De este modo, en el flanco afectado del bloque 32, se puede sucesivamente observar, radialmente desde el exterior hacia el interior, dicha discontinuidad tangencial 54, seguida de un entrante 55.

15 De igual manera, en el flanco opuesto de la corona 44, se prevé una segunda discontinuidad radialmente interior 54, que se extiende tangencialmente. De este modo, en este flanco opuesto del bloque 32, se puede sucesivamente observar, radialmente desde el interior hacia el exterior, dicha discontinuidad tangencial 56, seguida de un entrante 57.

20 Por consiguiente, cuando las estructuras 26 son colocadas en el espacio anular 18, después del desmoldeo de estas estructuras, se procura que la discontinuidad radialmente exterior 54 de una estructura cualquiera 26 se aloje en el entrante radialmente exterior 57 de la estructura directamente adyacente en la dirección tangencial T, como se muestra en la figura 2. De igual manera, del lado opuesto a dicha estructura cualquiera 26, la discontinuidad radialmente interior 56 de esta estructura se aloja en el entrante radialmente interior 55 de la estructura directamente adyacente en la dirección tangencial T. Se procura entonces preferiblemente que la extensión tangencial de los recubrimientos entre las discontinuidades 54, 56 enfrentadas de dos en dos, y preferiblemente en contacto, sea suficientemente importante para limitar de manera satisfactoria los riesgos de fuga de rayos gamma entre las estructuras de protección 26.

25 Con referencia a la figura 6, se puede observar otro modo de realización de la estructura de protección 26, que corresponde al mostrado en la figura 5 al que se añade un perfil 60 de transferencia térmica.

30 El perfil 60 aloja el bloque 32 que sumerge el bastidor 30, presentando una forma abierta en la dirección circunferencial T, en sección transversal. Esta abertura permite la introducción previa del bloque 32 en el perfil 60, mediante desplazamiento relativo circunferencial de los dos elementos. Como se puede observar en la figura 6, el perfil 60 presenta dos flancos opuestos espaciados radialmente y que discurren circunferencialmente, uniéndose estos dos flancos entre sí en uno de sus extremos por un elemento radial conformado para adoptar la discontinuidad 54 y el entrante 55 del bloque 32 alojado en el perfil. Asimismo, el bloque adopta la forma de cada uno de los dos flancos.

35 De este modo, durante la fabricación del envase, cada bloque 32, preferiblemente mecanizado después de la colada del plomo sobre el bastidor, es introducido en un perfil 60 por la abertura circunferencial prevista con este fin, desplazando el bloque en la dirección circunferencial T, hasta que su discontinuidad 54 y su entrante 55 adopten la forma del elemento radial de unión del perfil 60. Cada perfil 60, así equipado con su estructura de protección 26, se coloca a continuación alrededor de la virola interior 22, con el elemento radial adoptando la forma de la discontinuidad 56 y del entrante 57 del bloque 32 alojado en el perfil 60 adyacente, como se puede observar en la figura 7. Para ello, se puede considerar un desplazamiento sensiblemente radial del perfil 60 equipado con su estructura de protección 26, como se ha esquematizado mediante la flecha de esta misma figura.

40 Esta manera de proceder permite cubrir progresivamente la virola interior 22 avanzando según la dirección circunferencial T, y esto se repite hasta que esta virola interior 22 esté enteramente cubierta lateralmente por estructuras 26.

45 Cabe señalar que, más adelante, la virola exterior del cuerpo lateral 14 está dispuesta alrededor de las estructuras 26 alojadas en los perfiles 60, con preferiblemente una etapa anterior que consiste en la solidarización entre sí de los perfiles adyacentes circunferencialmente, por ejemplo mediante soldadura en toda su longitud, que corresponde preferiblemente sensiblemente a la longitud del bloque 32 y del bastidor 30. A título indicativo, la soldadura longitudinal se efectúa preferiblemente entre el flanco radialmente exterior de un perfil 60, y el elemento radial de unión perteneciente al perfil 60 directamente consecutivo.

50 Una vez colocada la virola exterior, los dos flancos del perfil 60 están entonces enfrentados y en contacto o muy próximos respecto de las dos virolas concéntricas, para facilitar la transferencia térmica entre las mismas.

55 Esta especificidad según la cual el bloque de plomo está alojado en un perfil abierto se puede aplicar naturalmente cualquiera que sea la forma adoptada para el bloque y el bastidor metálico.

60 En las figuras 8a a 8c, se pueden observar otros modos de realización preferidos, cuyos bastidores metálicos de refuerzo

30 presentan cada uno una sección transversal en forma de zigzag. El número y el motivo de los zigzag pueden elegirse en función de las necesidades encontradas. Puede por ejemplo tratarse de una repetición de un motivo en forma de ola, de almena, o de V, como está respectivamente representado en las figuras 8a, 8b, 8c.

5 Con referencia a la figura 9, se representa otra alternativa de realización para la estructura 26, residiendo la diferencia con las descritas anteriormente de nuevo en la forma del bastidor metálico de refuerzo 130. En efecto, incluso si esto podría realizarse, ya no presenta agujeros como elementos de retención del bloque de plomo colado 32, pero integra en su lugar resaltes 134 previstos por ejemplo en elementos planos 170 de la armadura metálica. Más concretamente, estos elementos planos 170, que se extienden de un extremo al otro de la estructura 26 según la dirección X, adoptan por ejemplo la forma en sección transversal de una cruz, proyectándose unos resaltes 134 en forma de pasadores orientados transversalmente a cada lado de cada brazo de la cruz, como se puede observar en la figura 9. De este modo, se realiza una unión mecánica 138 entre cada resalte 134 y la porción adyacente del bloque de plomo 32 que sumerge dicho resalte, teniendo estas uniones 138 entre el bloque 32 y el bastidor 130 también en este caso el objetivo de impedir el desplazamiento relativo de estas dos entidades la una respecto de la otra, según la dirección longitudinal.

10  
15 Naturalmente, la forma, el número y las dimensiones de los resaltes pueden adaptarse en función de las necesidades y condicionantes encontrados, así como la estructura portadora de dichos resaltes.

20 Por supuesto, a la invención que se acaba de describir, únicamente a título de ejemplos no limitativos, el experto en la materia puede aportar diversas modificaciones. Especialmente, cada particularidad descrita para un modo de realización dado se puede aplicar a todos los otros modos de realización.



## REIVINDICACIONES

1. Envase (2) para el transporte y/o almacenamiento de materiales nucleares, incluyendo dicho envase un cuerpo lateral (14) que se extiende según una dirección longitudinal (X) de dicho envase, formando dicho cuerpo lateral una cavidad de alojamiento (6) de los materiales nucleares y estando equipado con un dispositivo de protección radiológica (20),  
5 incluyendo dicho dispositivo de protección radiológica por lo menos una estructura de protección radiológica (26) que incluye por lo menos un bastidor metálico de refuerzo (30, 130) que se extiende según dicha dirección longitudinal (X) y a cuya forma se adapta un bloque (32) realizado en plomo o en una de sus aleaciones, colado sobre dicho bastidor metálico de refuerzo (30, 130), habiéndose equipado el mismo con al menos un elemento (34, 134) de retención del  
10 bloque colado, según dicha dirección longitudinal (X), estando dicho bastidor metálico de refuerzo (30, 130) sumergido en el bloque colado (32) en al menos una parte de su longitud según dicha dirección longitudinal (X), caracterizado porque dicha parte de bastidor metálico está recubierta lateralmente por el plomo en todo su contorno.
2. Envase (2) según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho bastidor metálico de refuerzo (30, 130) presenta, en  
15 cualquier sección transversal, una forma no recta.
3. Envase (2) según la reivindicación 2, caracterizado porque dicho bastidor metálico de refuerzo (30, 130) presenta, en cualquier sección transversal, una forma de zigzag.
- 20 4. Envase (2) según la reivindicación 2, caracterizado porque dicho bastidor metálico de refuerzo (30, 130) adopta la forma de una estructura hueca que define una pared lateral interior (40) que delimita un hueco que se extiende según dicha dirección longitudinal (X), y una pared lateral exterior (42).
- 25 5. Envase (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicho bastidor metálico de refuerzo (30, 130) está equipado con una pluralidad de elementos (34, 134) de retención del bloque colado según dicha dirección longitudinal (X), repartidos a lo largo de esta misma dirección.
- 30 6. Envase (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos un elemento (34) de retención del bloque colado adopta la forma de un agujero pasante realizado en dicho bastidor metálico (30), y atravesado por dicho bloque colado (32).
- 35 7. Envase (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos un elemento (134) de retención del bloque colado adopta la forma de un resalte previsto en dicho bastidor metálico (130), y sumergido en dicho bloque colado (32).
- 40 8. Envase (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la longitud del bastidor metálico (30, 130), según dicha dirección longitudinal (X), es sensiblemente idéntica a la longitud según esta misma dirección del bloque (32) realizado en plomo o en una de sus aleaciones, colado en dicho bastidor.
- 45 9. Envase (2) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicho dispositivo de protección radiológica (20) incluye una pluralidad de estructuras de protección radiológica (26) repartidas circunferencialmente alrededor de la cavidad.
- 50 10. Envase (2) según la reivindicación 9, caracterizado porque cada estructura de protección radiológica (26) está alojada en un perfil metálico (60) abierto en una dirección circunferencial (T), que permite la introducción de la estructura de protección radiológica (26) en su perfil asociado según un movimiento relativo siguiendo esta misma dirección (T).
11. Envase (2) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque dicho dispositivo de protección radiológica (20) está constituido por una única estructura de protección radiológica que forma una virola de una sola pieza alrededor de dicha cavidad (6).
- 55 12. Procedimiento de fabricación de un envase para el transporte y/o el almacenamiento de materiales nucleares según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque incluye una etapa de fabricación de dicha estructura de protección radiológica, realizada colando plomo o una de sus aleaciones en un molde en cuyo interior se ha colocado previamente dicho bastidor metálico de refuerzo.

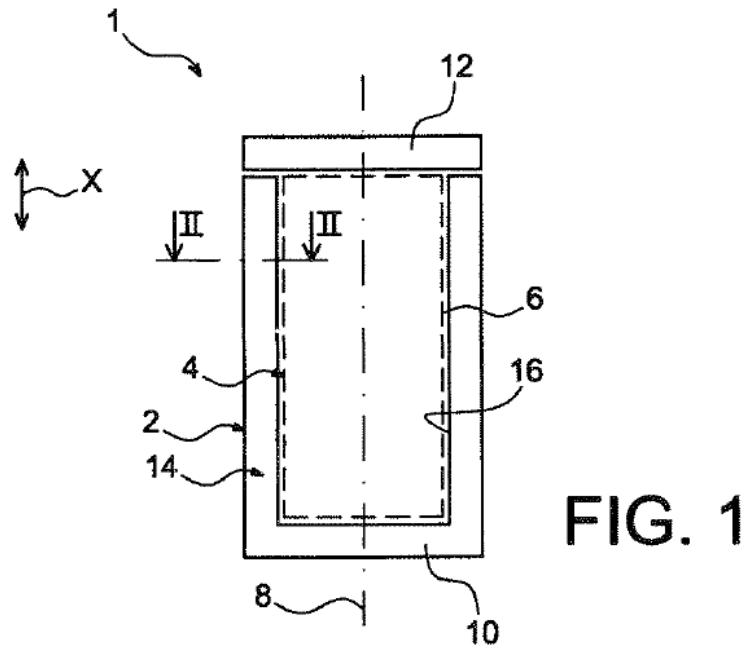


FIG. 1

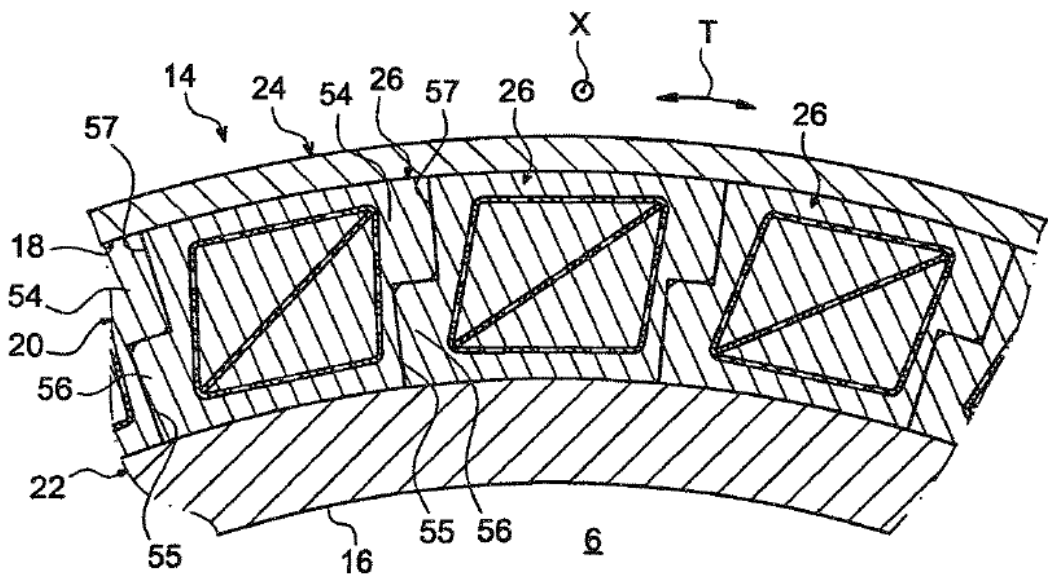


FIG. 2

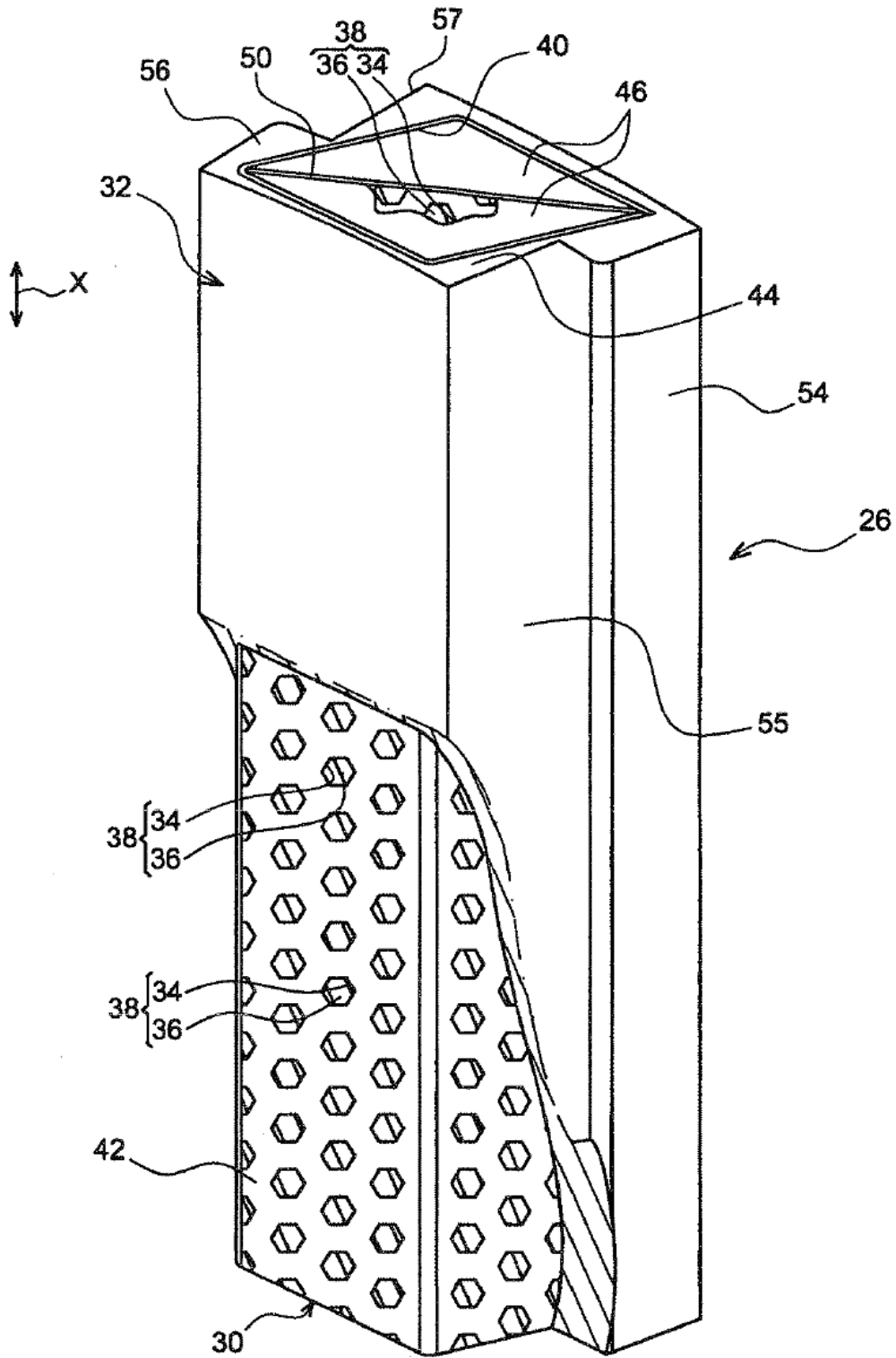


FIG. 3

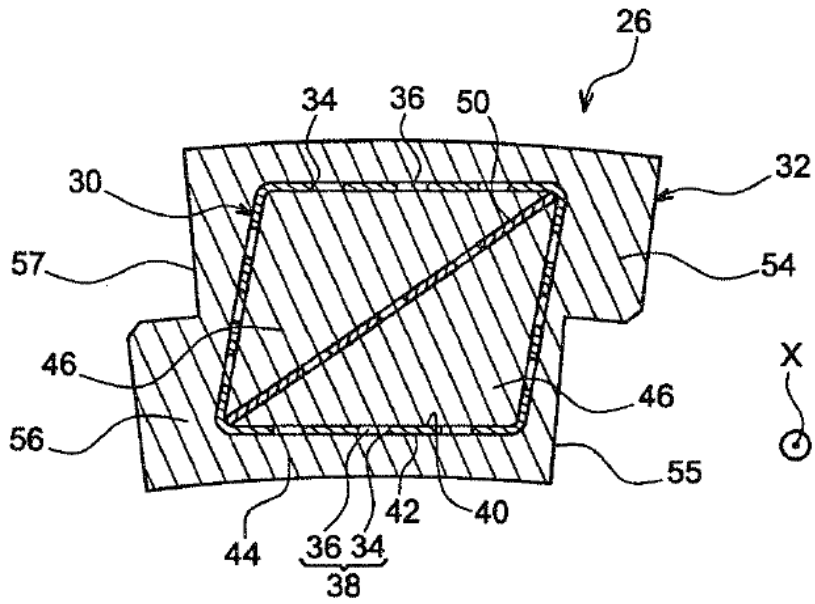


FIG. 4

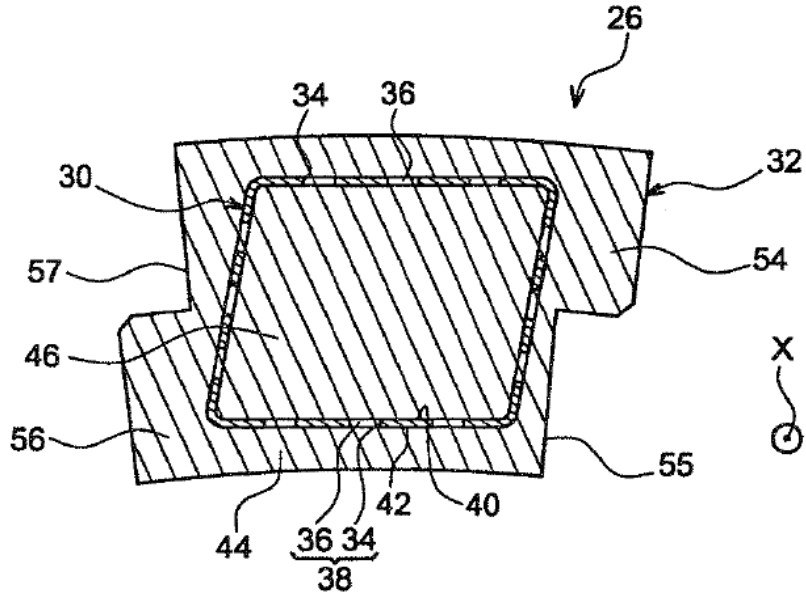


FIG. 5

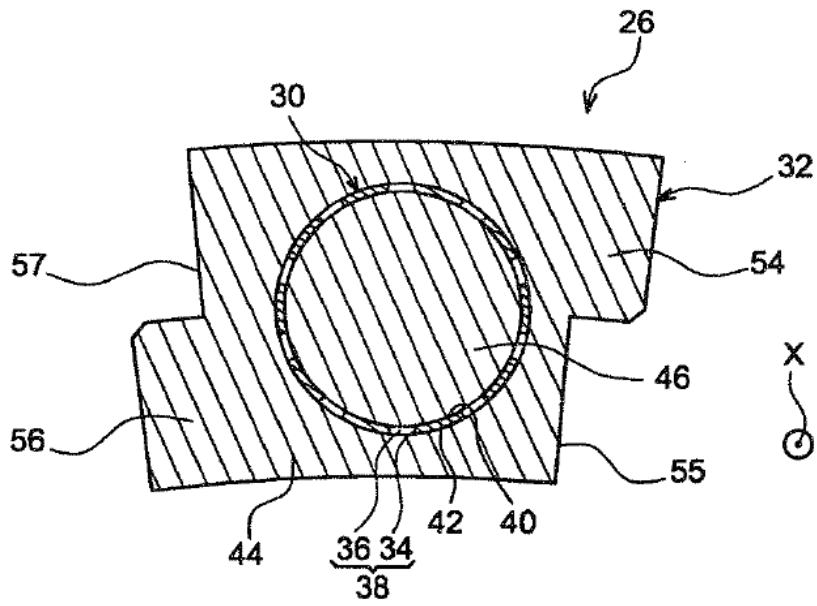


FIG. 5a

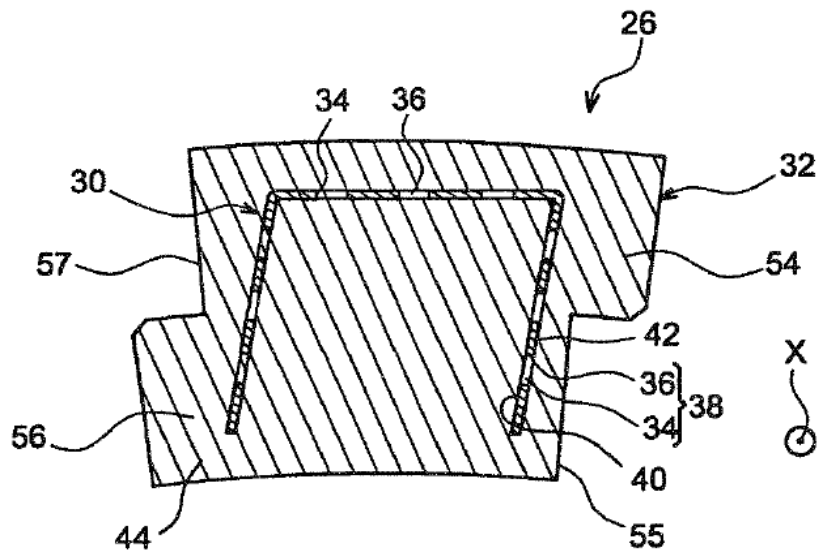


FIG. 5b

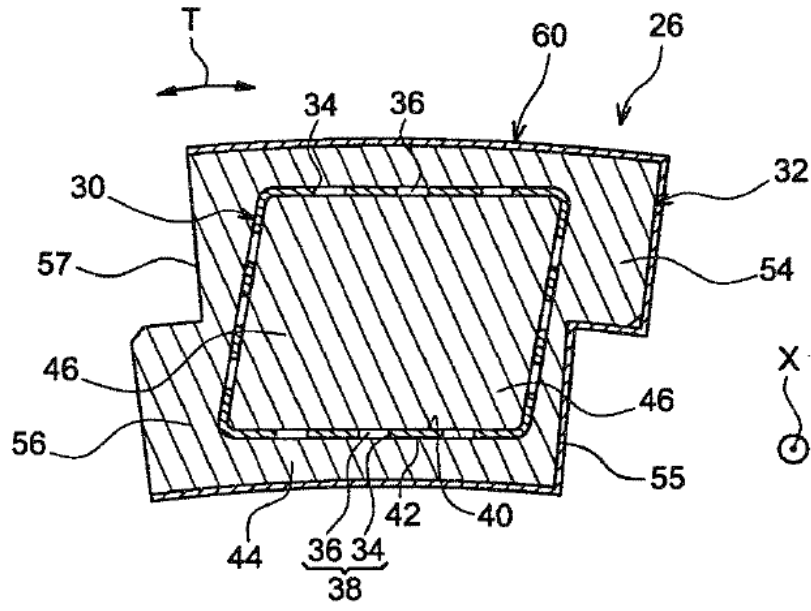


FIG. 6

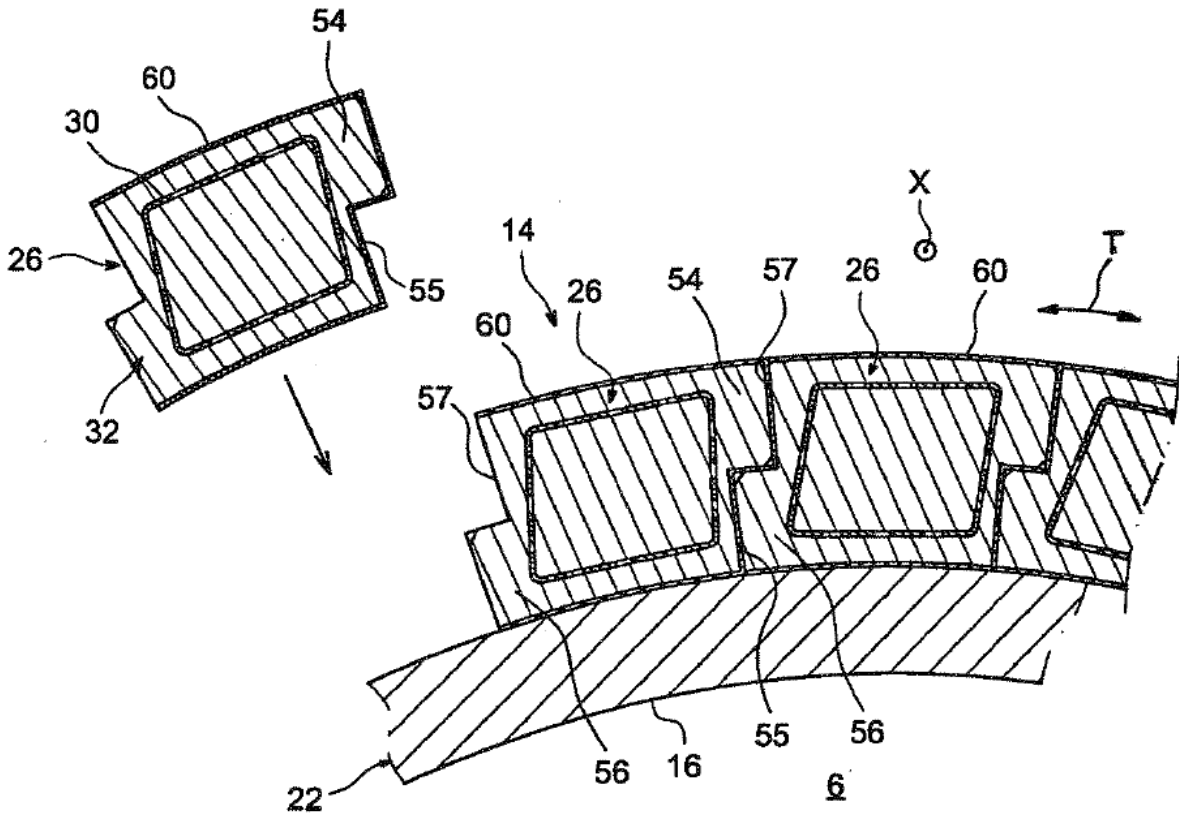


FIG. 7

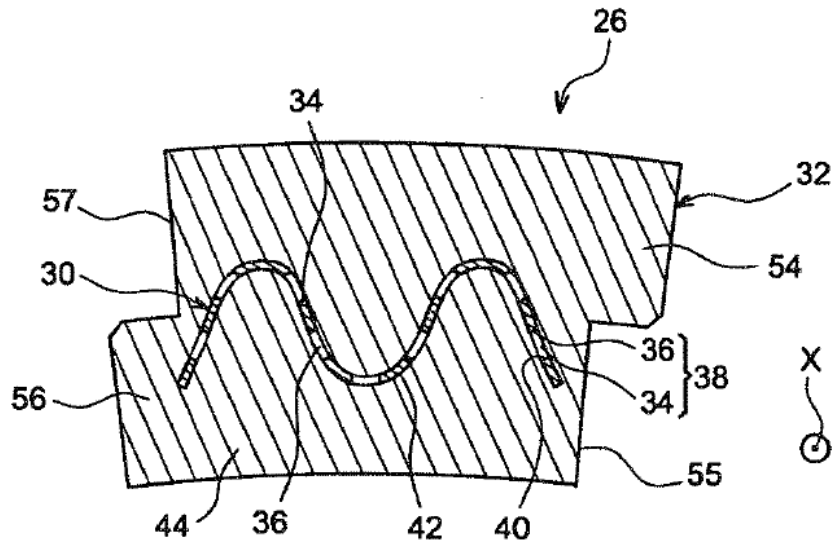


FIG. 8a

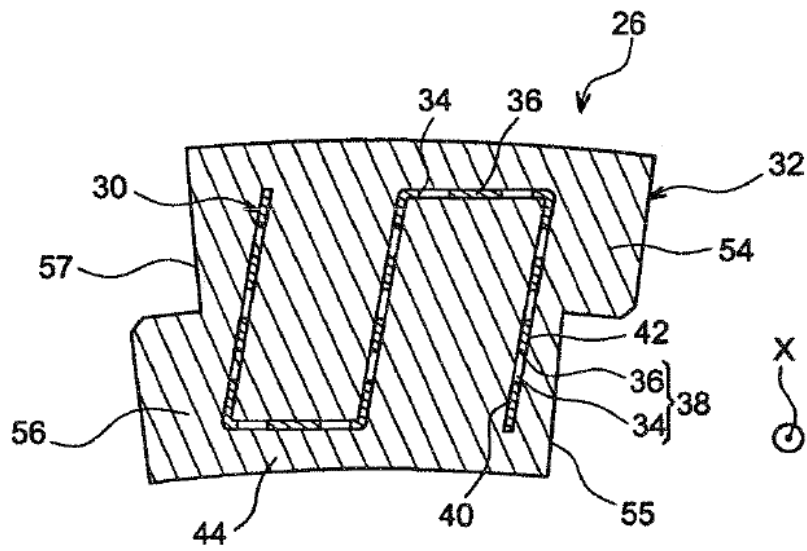


FIG. 8b

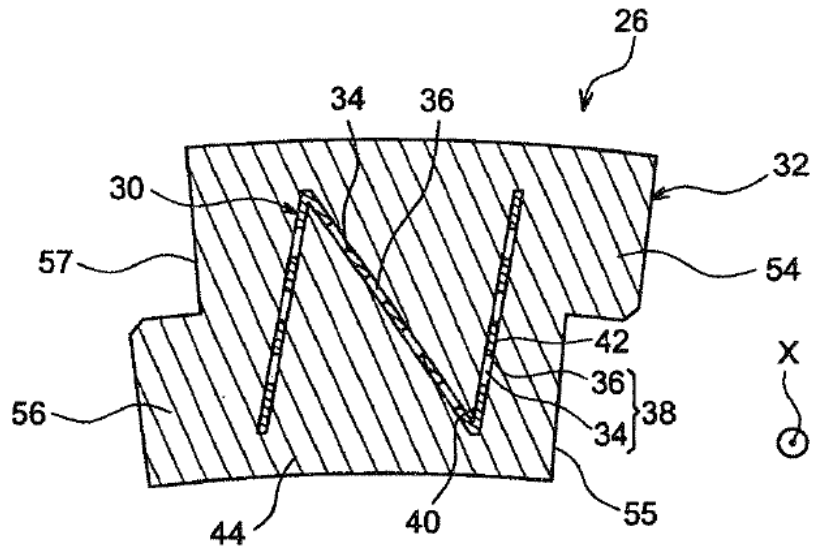


FIG. 8c

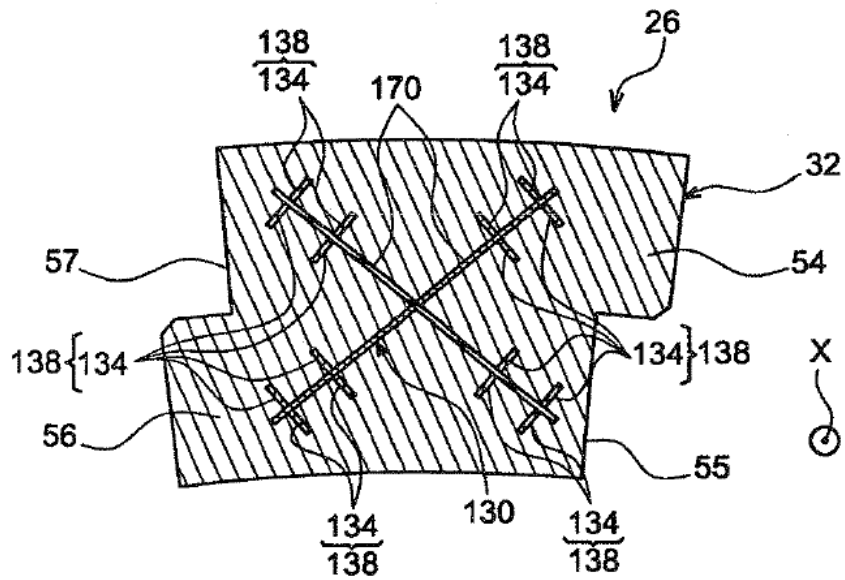


FIG. 9