

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 751 686**

51 Int. Cl.:

**G21C 19/07** (2006.01)

**G21C 19/40** (2006.01)

**G21F 5/012** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.09.2016 PCT/EP2016/071220**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.03.2017 WO17042288**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.09.2016 E 16769895 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 3347901**

54 Título: **Dispositivo de almacenaje mejorado para el almacenamiento y/o el transporte de ensamblajes de combustible nuclear**

30 Prioridad:

**11.09.2015 FR 1558461**

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

**01.04.2020**

73 Titular/es:

**TN INTERNATIONAL (100.0%)  
1, rue des Hérons  
78180 Montigny Le Bretonneux, FR**

72 Inventor/es:

**TARDY, MARCEL;  
BRUT, STÉPHANE y  
ZAHRI, NASSER**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 751 686 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**

Dispositivo de almacenaje mejorado para el almacenamiento y/o el transporte de ensamblajes de combustible nuclear

5

**Campo técnico**

La presente invención se refiere al campo del depósito y/o del transporte de ensamblajes de combustible nuclear de tipo PWR (del inglés "Pressurized Water Reactor") que pueden estar o bien irradiados (caso del combustible UO<sub>2</sub> o MOX), o bien no irradiados cuando se trata de combustible MOX.

10

**Estado de la técnica anterior**

Un dispositivo de ese tipo, igualmente llamado "cesto" o "estantería" de almacenaje, comprende una pluralidad de alojamientos adyacentes, adecuado cada uno para recibir un ensamblaje de combustible nuclear.

15

Este dispositivo de almacenaje, destinado a alojarse en una cavidad de un embalaje, se concibe con el fin de poder cumplir simultáneamente tres funciones esenciales, que se expondrán brevemente a continuación.

20

Se trata en efecto inicialmente de la función de transferencia térmica del calor generado por los ensamblajes de combustible. En general, se utiliza aluminio o una de sus aleaciones, debido a sus buenas propiedades de conducción térmica.

25

La segunda función se refiere a la absorción neutrónica y el interés de mantener la sub-criticidad del dispositivo de almacenaje cuando este está cargado con ensamblajes de combustible. Esto se realiza utilizando materiales absorbentes de neutrones llamados materiales neutrófagos, tales como el boro. Adicionalmente, la sub-criticidad puede asegurarse igualmente disponiendo de espacios susceptibles de ser llenados con agua, por ejemplo en el interior de los tabiques que forman los alojamientos del dispositivo de almacenaje.

30

Finalmente, la tercera función esencial se refiere a la resistencia mecánica del dispositivo, que se asegura principalmente mediante la presencia de elementos estructurales, muy frecuentemente realizados en acero. Se ha de observar que la resistencia mecánica global del dispositivo debe ser compatible con las exigencias reglamentarias de seguridad para el transporte/almacenamiento de materiales nucleares, principalmente en lo que se refiere a las pruebas llamadas "de caída libre".

35

En los documentos FR 2.872.955 y FR 2.650.113, se divulgan unos cestos de almacenaje en los que algunas de las funciones se realizan por separado, con elementos disociados. En las soluciones propuestas por estos documentos, para cada tabique, se fija el grosor de las paredes exteriores a base de aluminio de manera que se obtengan rendimientos satisfactorios de conducción térmica. Este grosor de las dos paredes exteriores depende del grosor total del tabique, determinado previamente para responder a los objetivos de compacidad del embalaje, que se dirige a alojar el mayor número posible de ensamblajes de combustible en un volumen dado de la cavidad de este embalaje.

40

A continuación, en el caso de una concepción tal como se describe en el documento FR 2.650.113, se determina el grosor de las paredes de material neutrófago situadas entre las paredes de aluminio, así como del contenido de estas paredes en elementos absorbentes de neutrones. El objetivo es verificar la sub-criticidad del paquete formado por el embalaje en el que se encuentra el cesto así como los ensamblajes de combustible. El criterio buscado es habitualmente un factor de criticidad  $K_{\text{eff}} + 3\sigma$  inferior o igual a 0,95.

45

Para la determinación de estos grosores, los cálculos tienen en cuenta el caso en el que el embalaje está en configuración de carga bajo agua. El agua que está presente en los alojamientos del cesto aumenta la reactividad en el seno del paquete. Pero cuando el agua se introduce entre las paredes de material neutrófago que equipa los tabiques, esto permite mejorar la eficacia de los elementos absorbentes de neutrones y de ese modo reducir las interacciones neutrónicas entre los ensamblajes. Los tabiques juegan entonces un papel de aislamiento neutrónico entre los alojamientos.

55

Sin embargo, con las soluciones existentes, se hace complicado encontrar un dimensionamiento que conduzca a un compromiso satisfactorio en términos de masa global y de costes. En efecto, el aumento del grosor de las paredes en material neutrófago aparece como la solución para disminuir el contenido en elementos absorbentes de neutrones en estas paredes y reducir así los costes de estos. Sin embargo, esto penaliza grandemente la masa global del cesto, sin por ello disminuir sustancialmente el contenido necesario en elementos absorbentes de neutrones para responder al criterio de sub-criticidad. Para llegar a unos contenidos satisfactorios en elementos absorbentes de neutrones, sería necesario prever grosores de paredes ampliamente sobredimensionados, incompatibles con las restricciones de utilización del embalaje.

60

65

**Exposición de la invención**

La invención tiene por tanto por objetivo solucionar al menos parcialmente los inconvenientes anteriormente mencionados, relativos a las realizaciones de la técnica anterior.

5 Para hacer esto, la invención tiene por objeto un dispositivo de almacenaje para el almacenamiento y/o el transporte de ensamblajes de combustible nuclear de tipo PWR, estando destinado dicho dispositivo a alojarse en la cavidad de un embalaje e incluyendo una pluralidad de alojamientos adyacentes destinado cada uno a recibir un ensamblaje de combustible nuclear, estando delimitados los alojamientos por unos tabiques de separación de los que al menos uno de ellos delimita de un lado y otro de estos un primer alojamiento y un segundo alojamiento del ensamblaje de combustible.

Según la invención, dicho tabique comprende:

- 15 - dos primeras paredes delimitando cada una en parte, en cada caso con su superficie exterior, dichos primer y segundo alojamientos, realizándose las dos primeras paredes en un primer material de aleación de aluminio desprovisto de elementos absorbentes de neutrones, delimitando las dos primeras paredes entre ellas un primer espacio inter-paredes;
- 20 - dos segundas paredes dispuestas en el primer espacio inter-paredes y realizadas en un segundo material que comprende elementos absorbentes de neutrones y distinto del primer material, presentando cada segunda pared una superficie exterior que se enfrenta a una de las dos primeras paredes, así como una superficie interior dispuesta de manera que las dos superficies interiores de las dos segundas paredes se enfrenten y delimiten entre sí un segundo espacio inter-paredes, definiendo la distancia entre las superficies interior y exterior de cada segunda pared un grosor e2, mientras que se define una distancia E entre la superficie exterior de cada segunda pared y un plano medio de tabique paralelo a las primeras y segundas paredes, el grosor e2 y la distancia E responden a la siguiente condición:

$$0,1 \leq e2/E \leq 0,43$$

30 De manera sorprendente, este dimensionamiento particular permite asegurar una función de sub-criticidad satisfactoria mientras limita:

- el volumen / la masa de las segundas paredes, lo que se convierte en beneficioso para responder a las restricciones de utilización;
- 35 - el contenido en volumen de elementos absorbentes de neutrones en el segundo material, limitando así los costes de compra / de producción de las segundas paredes;
- la cantidad total de elementos absorbentes de neutrones, para una ganancia financiera no despreciable;
- la dificultad de cualificación de los elementos constitutivos, lo que se traduce igualmente por una ganancia financiera;
- 40 - los costes de las primeras paredes, que son elementos convencionales, corrientes en la industria;
- las dificultades de obtención de buenas características de transferencia térmica de las primeras paredes, puesto que están desprovistas de elementos absorbentes de neutrones.

45 En otros términos, la invención muestra la existencia de un intervalo de dimensionamiento de los tabiques, que permite la obtención del conjunto de las ventajas mencionadas anteriormente. En este sentido, se observa que es conocida la existencia de una fuerte interacción entre la cantidad de átomos de hidrógeno situados en la lámina de agua destinada a introducirse en el segundo espacio inter-paredes en condiciones de carga / descarga (estos átomos contribuyen directamente a la moderación de los neutrones), y la cantidad de elementos absorbentes de neutrones en las segundas paredes, con el objetivo de absorber neutrones después de que sean moderados por la lámina de agua. Sin embargo, ningún elemento de la técnica anterior permitiría predecir la existencia de un tal estrecho intervalo de dimensionamiento, que responde de manera muy satisfactoria al conjunto de los criterios planteados.

55 La invención presenta por otro lado al menos una cualquiera de las características opcionales siguientes, tomadas aisladamente o en combinación.

Para la obtención de un compromiso también más eficiente, el grosor e2 y la distancia E responden a la siguiente condición:

$$60 \quad 0,15 \leq e2/E \leq 0,32$$

La distancia E está comprendida entre aproximadamente 20 y 30 mm.

65 El segundo material comprende elementos absorbentes de neutrones tomados entre el boro y el cadmio, aunque pueden concebirse otros elementos absorbentes de neutrones, sin salirse del marco de la invención.

Cada segunda pared está pegada contra la primera pared asociada, por ejemplo tomando la forma de un revestimiento depositado sobre la superficie interior de la primera pared.

5 Alternativamente, está presente un juego J entre cada segunda pared y la primera pared asociada, estando comprendido el juego J entre 1 y 5 mm. Este intervalo de valores proporciona una eficacia de secado entre las dos paredes, una vez drenado el embalaje.

10 El dispositivo de almacenaje presenta un número de alojamientos comprendido entre cuatro a veinticuatro alojamientos, estando destinado cada alojamiento a recibir un ensamblaje de combustible nuclear.

Al menos uno de los alojamientos presenta una sección en forma de cuadrilátero.

15 Al menos algunos de dichos tabiques se realizan con ayuda de conjuntos estructurales ranurados, estando los conjuntos estructurales entrecruzados y apilados según una dirección de apilado paralela a los ejes de los alojamientos.

20 Alternativamente, al menos algunos de dichos tabiques se realizan en parte con ayuda de elementos tubulares que definen cada uno interiormente uno de dichos alojamientos, constituyendo las paredes de estos elementos tubulares dichas primeras paredes de los tabiques. En esta alternativa, las segundas paredes se producen exteriormente sobre los elementos tubulares.

25 La invención tiene igualmente por objeto un embalaje para el almacenamiento y/o el transporte de ensamblajes de combustible nuclear de tipo PWR, comprendiendo el embalaje una cavidad en la que se aloja un dispositivo de almacenaje tal como se ha descrito anteriormente.

Finalmente, la invención tiene por objeto un paquete que comprende un embalaje de ese tipo así como ensamblajes de combustible dispuestos en los alojamientos del dispositivo de almacenaje de este embalaje.

30 Surgirán otras ventajas y características de la invención en la descripción detallada no limitativa que sigue.

### Breve descripción de los dibujos

Esta descripción se realizará con relación a los dibujos adjuntos entre los que;

- 35
- la figura 1 representa una vista en perspectiva de un dispositivo de almacenaje para el almacenamiento y/o el transporte de ensamblajes de combustible nuclear, según la presente invención;
  - la figura 2 es una vista parcial en sección tomada según el plano transversal P de la figura 1;
  - la figura 3 representa una vista en sección transversal de un tabique del dispositivo de almacenaje mostrado en la figura 2;
  - 40 - la figura 4 es un gráfico que comprende tres curvas que muestran el contenido en carburo de boro en las segundas paredes del tabique, en función de una relación de dimensiones asociadas a estas segundas paredes;
  - las figuras 5a y 5b muestran una primera posibilidad de concepción para los tabiques del dispositivo de almacenaje; y
  - la figura 6 representa una segunda posibilidad de concepción para los tabiques del dispositivo de almacenaje.
- 45

### Exposición detallada de modos de realización preferidos

50 Con referencia a las figuras 1 y 2, se representa un dispositivo de almacenaje 1 previsto para colocarse en la cavidad de un embalaje (no representado) destinado al transporte y/o almacenamiento de ensamblajes de combustible nuclear irradiado de tipo PWR (no representados). De manera convencional, cuando el embalaje recibe el dispositivo de almacenaje 1 y este está cargado de ensamblajes de combustible irradiado, el conjunto de estos elementos forma un paquete, que es igualmente objeto de la invención.

55 Como es visible en las figuras 1 y 2, el dispositivo de almacenaje 1 comprende una pluralidad de alojamientos adyacentes 2 dispuestos paralelamente, extendiéndose cada uno de estos últimos según un eje longitudinal 4. Los alojamientos 2 son adecuados cada uno para recibir al menos un ensamblaje de combustible de sección cuadrada y de preferentemente uno solo. Los alojamientos se prevén en un número comprendido entre cuatro y veinticuatro, por ejemplo doce alojamientos como en la figura 1.

60 Los alojamientos 2 se prevén por tanto de manera que se yuxtapongan entre sí. Se realizan por medio de una pluralidad de tabiques de separación 9, 11 paralelos a los ejes 4 e igualmente paralelos a un eje longitudinal del embalaje que atraviesa su fondo y su cubierta. Los tabiques 9, 11 se forman con ayuda de conjuntos estructurales 6a, 6b ranurados, apilados según una dirección de apilado 8 que es preferentemente paralela a los ejes longitudinales 4 de los alojamientos 2. Por convención, en lo que sigue de la descripción, se admite que la noción de "altura" se asocia a la dirección de apilado 8.

65

Los tabiques 9, 11 se disponen de manera paralela y perpendicular entre sí, formados de tal manera que los conjuntos 6a se sitúen paralelamente entre sí, mientras que los conjuntos 6b se sitúen igualmente paralelos entre sí, pero perpendicularmente a los conjuntos 6a.

5 Cuando se apilan los conjuntos estructurales 6a, 6b según la dirección de apilado 8, los tabiques 9, 11 que resultan de ellos delimitan conjuntamente los alojamientos 2, disponiendo cada uno una sección transversal de forma sustancialmente cuadrada. Por supuesto, los alojamientos 2 podrían presentar cualquier otra forma que permita la sujeción de un ensamblaje de combustible de forma diferente, tal como una forma hexagonal.

10 En el dispositivo de almacenaje 1 representado en las figuras 1 y 2 en las que los alojamientos 2 son de sección cuadrada, los conjuntos estructurales 6a forman unos tabiques de separación 9 paralelos a una dirección 10, mientras que los conjuntos estructurales 6b forman unos tabiques de separación 11 paralelos a una dirección 12, siendo las direcciones 8, 10 y 12 perpendiculares entre sí.

15 De manera preferida, cada uno de los conjuntos 6a, 6b se extiende entre dos tabiques periféricos 14 a los que se une, permitiendo estos tabiques periféricos 14 cerrar lateralmente el dispositivo de almacenaje 1. A título de ejemplo indicativo y como se ha representado, estos tabiques periféricos 14 pueden preverse en número de cuatro, extenderse cada uno en toda la altura del dispositivo 1 y delimitar en parte los alojamientos periféricos 2 de este dispositivo 1.

20 Por otro lado, como se deduce claramente de lo que antecede, los tabiques 9, 11 participan en la delimitación de varios alojamientos 2 de un lado y de otro de este. En este sentido, la figura 3 muestra una parte de uno de los tabiques de separación 9 que delimita de un lado y otro de este un primer alojamiento 2 así como un segundo alojamiento 2, situándose sus dos ejes 4 en un plano ficticio ortogonal al del tabique 9. Solo se representan dos alojamientos 2 en la figura 3, pero como se ha mencionado anteriormente, se ha de comprender que este tabique 9 se prevé preferentemente para delimitar uno o varios de otros alojamientos 2 de cada lado de este. El tabique 9 de la figura 3 se describirá en lo que sigue de manera detallada y se ha de considerar que los otros tabiques 9, así como los tabiques 11 antes citados, presentan una concepción idéntica o similar.

25 El tabique 9 presenta una simetría según un plano medio 20 ortogonal a un plano transversal P de la figura 1. En cada lado de este plano 20, el tabique 9 incluye una primera pared 22 paralela al plano medio 20 y que comprende una superficie exterior 24 así como una superficie interior 26. La superficie exterior 24 delimita en parte el alojamiento asociado 2, mientras que las dos superficies interiores 26 de las dos paredes 22 delimitan entre ellas un primer espacio inter-paredes 28.

30 Las primeras paredes 22 se realizan en una aleación de aluminio desprovista de elementos absorbentes de neutrones. Se indica que por elementos absorbentes de neutrones se entienden elementos que presentan una sección eficaz superior a 100 barns para los neutrones térmicos. A título de ejemplos indicativos, se trata de aleaciones de aluminio desprovistas de boro, de gadolinio, de hafnio, de cadmio, de indio, etc.

35 En el caso de una concepción de conjuntos ranurados apilados y entrecruzados, cada primera pared 22 está segmentada así según la dirección de la altura del dispositivo 1.

40 El grosor  $e_1$  de cada primera pared 22 está comprendido por ejemplo entre 5 y 25 mm, mientras que la distancia "a" que separa las dos superficies exteriores 24 es del orden de 40 a 100 mm, mientras que la distancia "d" que separa las dos superficies interiores 26 es del orden de 30 a 60 mm.

45 En el primer espacio inter-paredes 28, se asocia a cada primera pared 22 una segunda pared 30 paralela al plano medio 20. Cada pared 30 comprende una superficie exterior 34 así como una superficie interior 36. La superficie exterior 34 está enfrentada a la superficie interior 26 de su primera pared asociada, mientras que las dos superficies interiores 36 están enfrentadas y delimitan entre ellas un segundo espacio inter-paredes 38.

50 Las segundas paredes 30 se realizan en un segundo material que comprende elementos absorbentes de neutrones, por ejemplo una aleación que comprenda carburo de boro ( $B_4C$ ), preferentemente una aleación a base de aluminio.

55 En el caso de una concepción de conjuntos ranurados apilados y entrecruzados, cada segunda pared 22 está igualmente segmentada según la dirección de la altura del dispositivo 1.

60 En el modo de realización presentado en la figura 3, se prevé un juego J entre la superficie interior 26 y la superficie exterior 34 que se le enfrenta. Este juego J está comprendido por ejemplo entre 1 y 5 mm, de manera que proporcione una buena eficacia de secado entre las dos paredes 22, 30, una vez drenado el embalaje. Alternativamente, la segunda pared 30 puede estar pegada contra la superficie interior 26 de su primera pared asociada, de manera que limite las infiltraciones de agua. Con este objeto, puede implementarse una técnica de almacenamiento de la segunda pared 30 sobre la primera pared 22, por ejemplo de manera que esta última tome la forma de un revestimiento depositado sobre la superficie interior 26. Por ejemplo, puede tratarse de un compuesto que comprenda una matriz metálica cargada con partículas que comprendan unos elementos absorbentes de

neutrones.

5 El grosor  $e_2$  de cada primera pared 22 está comprendido por ejemplo entre 2 y 10 mm, mientras que la distancia "E" que separa la superficie exterior 34 del plano medio 20 está comprendida por ejemplo entre 15 y 40 mm y aún más preferentemente entre 20 y 30 mm.

10 Una de las particularidades de la invención reside en la elección de las dimensiones para grosor  $e_2$  y la distancia E, de manera que verifiquen la condición  $0,1 \leq e_2/E \leq 0,43$ , y más preferentemente  $0,15 \leq e_2/E \leq 0,32$ , correspondiente al caso en el que E es igual a 23,5 mm y a unos valores de  $e_2$  para los que el  $K_{eff} + 3\sigma$  se satisface con un contenido en carburo de boro ( $B_4C$ ) máximo del 25 %.

En efecto, se ha constatado que estos intervalos de relaciones de dimensiones conducen ventajosamente a unos tabiques que responden a los criterios de costes, de masa y de sub-criticidad.

15 Con referencia ahora a la figura 4, se muestra un gráfico en el que las curvas (a) y (b) y (c) representan, en función de la relación  $e_2/E$ , el contenido en volumen de carburo de boro en una aleación de aluminio necesario para la obtención de un factor de criticidad  $K_{eff} + 3\sigma$  con un valor de 0,95.

20 Para la curva (a), la distancia E se fija en 23,5 mm, mientras que para la curva (b) la distancia E se fija en 20 mm y para la curva (c) la distancia E se fija en 30 mm.

25 De manera sorprendente, estas curvas muestran que para unas relaciones de  $e_2/E$  comprendidas entre 0,1 y 0,43, el contenido en volumen de carburo de boro suficiente para responder al criterio de sub-criticidad no sobrepasa el 26 %, lo que permite fabricar las segundas paredes 30 a un coste razonable.

30 De manera aún más sorprendente, estas curvas muestran que el contenido mínimo para satisfacer el criterio de sub-criticidad corresponde a una relación  $e_2/E$  idéntica cualquiera que sea el valor de E, siendo esta relación óptima  $R_{op}$  sustancialmente igual a 0,23. Las tres curvas están así desplazadas axialmente, según el eje de las ordenadas correspondiente al contenido en carburo de boro. Cuanto más elevado es el valor de E más reducido es el requisito de contenido en volumen de carburo de boro, y a la inversa.

Este contenido se reduce incluso a cerca del 25 % cuando la relación de  $e_2/E$  es igual a 0,23 y los valores de E superiores a 20.

35 Para unos valores de E superiores o iguales a 23,5 mm, este contenido se reduce incluso a menos del 23 % cuando la relación  $e_2/E$  se fija entre 0,2 y 0,25.

40 Con referencia ahora a las figuras 5a y 5b, se muestran los conjuntos 6a, 6b destinados a formar los tabiques 9, 11, en dos configuraciones distintas en el curso de su ensamblaje. Estos conjuntos 6a, 6b presentan cada uno unos travesaños 40 que separan las dos segundas paredes 30. Están equipados con ranuras 42 realizadas en unas primeras paredes 22, de manera que permitan el ensamblaje por apilado y entrecruzado, a la manera descrita en el documento FR 2.872.955.

45 Además, se indica que las segundas paredes 30 no se extienden a la altura de estos entrecruzados, de manera que se interrumpen a lo largo de cada conjunto 6a, 6b. Esto permite generar una ganancia financiera, sin por ello reducir el criterio de sub-criticidad dado que las zonas de entrecruzado no presentan más que un reducido impacto sobre el factor de criticidad.

50 Según otra forma de realización mostrada en la figura 6, se prevén unos elementos tubulares 50, de sección transversal cuadrada, cada uno definiendo uno de los alojamientos 2. La totalidad o solamente algunas de entre las cuatro paredes de un elemento tubular 50 forman las primeras paredes 22, que se revisten exteriormente con una segunda pared 30. El tabique 9 se forma entonces por las partes enfrentadas de dos tubos adyacentes 50.

55 Por supuesto, pueden aportarse por el experto en la materia diversas modificaciones a los dispositivos de almacenaje 1 que acaba de describirse, únicamente a título de ejemplos no limitativos. La invención se define en la reivindicación 1.

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de almacenaje (1) para el almacenamiento y/o el transporte de ensamblajes de combustible nuclear de tipo PWR, estando destinado dicho dispositivo a alojarse en la cavidad de un embalaje e incluyendo una pluralidad de alojamientos adyacentes (2) destinado cada uno a recibir un ensamblaje de combustible nuclear, estando delimitados los alojamientos (2) por unos tabiques de separación (9, 11) de los que al menos uno de ellos delimita de un lado y otro de este unos primer y segundo alojamientos (2), comprendiendo dicho tabique (9, 11):
- 5
- 10 - dos primeras paredes (22) delimitando cada una en parte, en cada caso con su superficie exterior (24), dichos primer y segundo alojamientos (2, 2), realizándose las dos primeras paredes (22) con un primer material de aleación de aluminio desprovisto de elementos absorbentes de neutrones, delimitando las dos primeras paredes entre ellas un primer espacio inter-paredes (28);
- 15 - dos segundas paredes (30) dispuestas en el primer espacio inter-paredes (28) y realizadas en un segundo material que comprende elementos absorbentes de neutrones y distinto del primer material, presentando cada segunda pared una superficie exterior (34) que se enfrenta a una de las dos primeras paredes (22), así como una superficie interior (36) dispuesta de manera que las dos superficies interiores (36) de las dos segundas paredes se enfrenten y delimiten entre sí un segundo espacio inter-paredes (38), definiendo la distancia entre las superficies interior (36) y exterior (34) de cada segunda pared (30) un grosor (e2), mientras que se define una distancia (E) entre la superficie exterior (34) de cada segunda pared y un plano medio de tabique (20) paralelo a las primeras y segundas paredes (22, 30),
- 20
- estando dicho dispositivo **caracterizado por el hecho de que** el grosor (e2) y la distancia (E) responden a la siguiente condición:
- 25
- $$0,1 \leq e2/E \leq 0,43$$
2. Dispositivo de almacenaje según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el grosor (e2) y la distancia (E) responden a la siguiente condición:
- 30
- $$0,15 \leq e2/E \leq 0,32$$
3. Dispositivo de almacenaje según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **caracterizado por que** la distancia (E) está comprendida entre aproximadamente 20 y 30 mm.
- 35
4. Dispositivo de almacenaje según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el segundo material comprende elementos absorbentes de neutrones tomados entre el boro y el cadmio.
- 40
5. Dispositivo de almacenaje según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** cada segunda pared (30) está pegada contra la primera pared asociada (22), por ejemplo tomando la forma de un revestimiento depositado sobre la superficie interior (26) de la primera pared (22).
- 45
6. Dispositivo de almacenaje según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** existe un juego (J) entre cada segunda pared (30) y la primera pared asociada (22), estando comprendido el juego (J) entre 1 y 5 mm.
- 50
7. Dispositivo de almacenaje según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** presenta un número de alojamientos (2) comprendido entre cuatro a veinticuatro alojamientos, estando destinado cada alojamiento a recibir un ensamblaje de combustible nuclear.
- 55
8. Dispositivo de almacenaje según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** al menos uno de los alojamientos (2) presenta una sección en forma de cuadrilátero.
9. Dispositivo de almacenaje según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** al menos algunos de dichos tabiques (9, 11) están realizados con ayuda de conjuntos estructurales ranurados (6a, 6b), estando los conjuntos estructurales entrecruzados y apilados según una dirección de apilado (8) paralela a los ejes (4) de los alojamientos (2).
- 60
10. Dispositivo de almacenaje según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** al menos algunos de dichos tabiques (9, 11) están realizados en parte con ayuda de elementos tubulares (50) que definen cada uno interiormente uno de dichos alojamientos (2), constituyendo las paredes de estos elementos tubulares dichas primeras paredes (22) de los tabiques (9, 11).
- 65
11. Dispositivo de almacenaje según la reivindicación 10, **caracterizado por que** las segundas paredes (30) se producen exteriormente sobre los elementos tubulares (50).

12. Embalaje para el almacenamiento y/o el transporte de ensamblajes de combustible nuclear de tipo PWR, comprendiendo el embalaje una cavidad en la que se aloja un dispositivo de almacenaje según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 5 13. Paquete que comprende un embalaje según la reivindicación 12 así como unos ensamblajes de combustible dispuestos en los alojamientos del dispositivo de almacenaje de este embalaje.

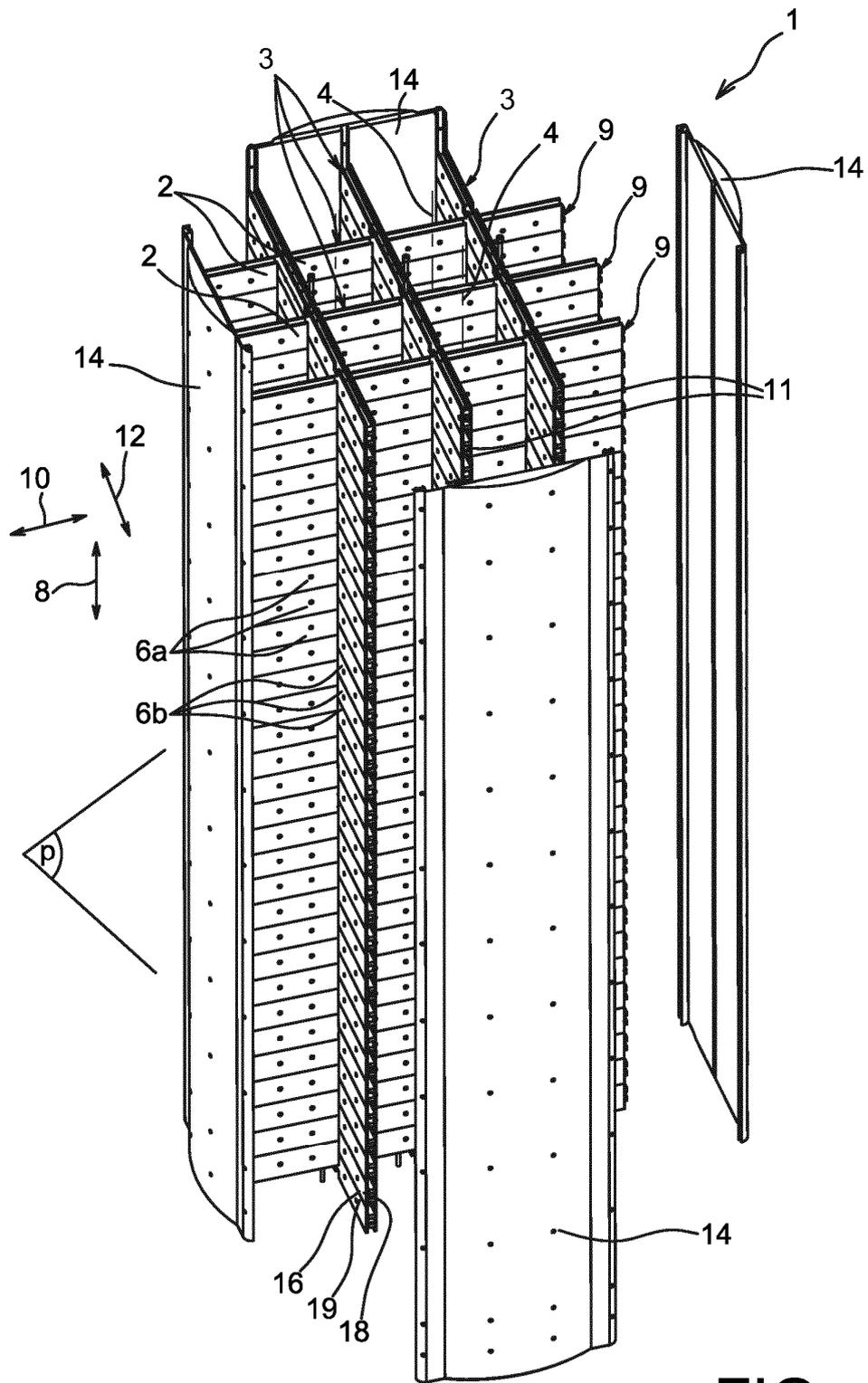


FIG. 1

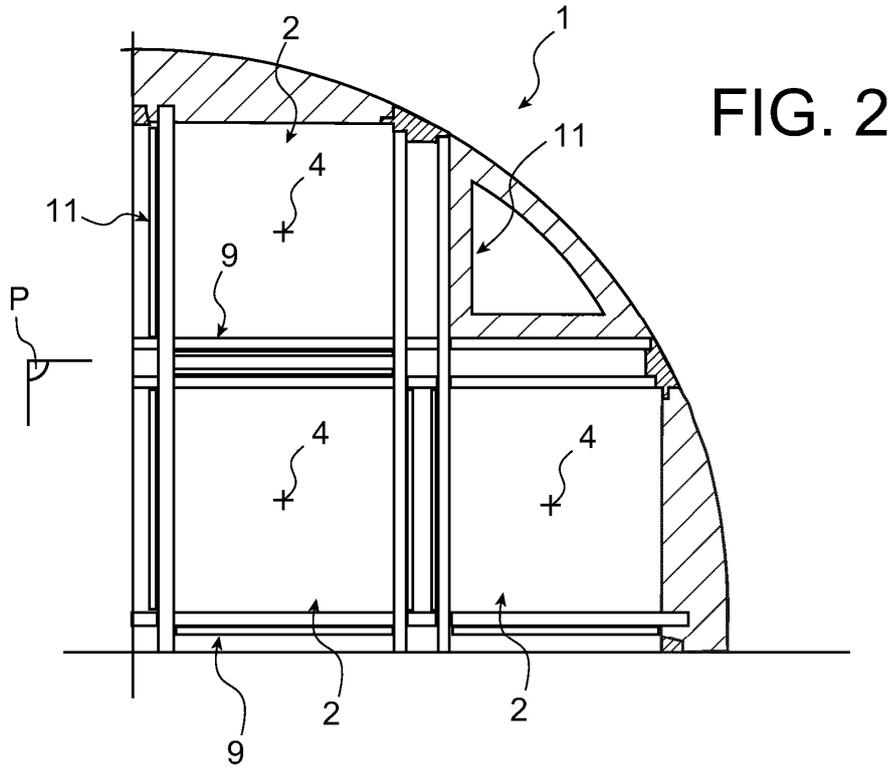


FIG. 2

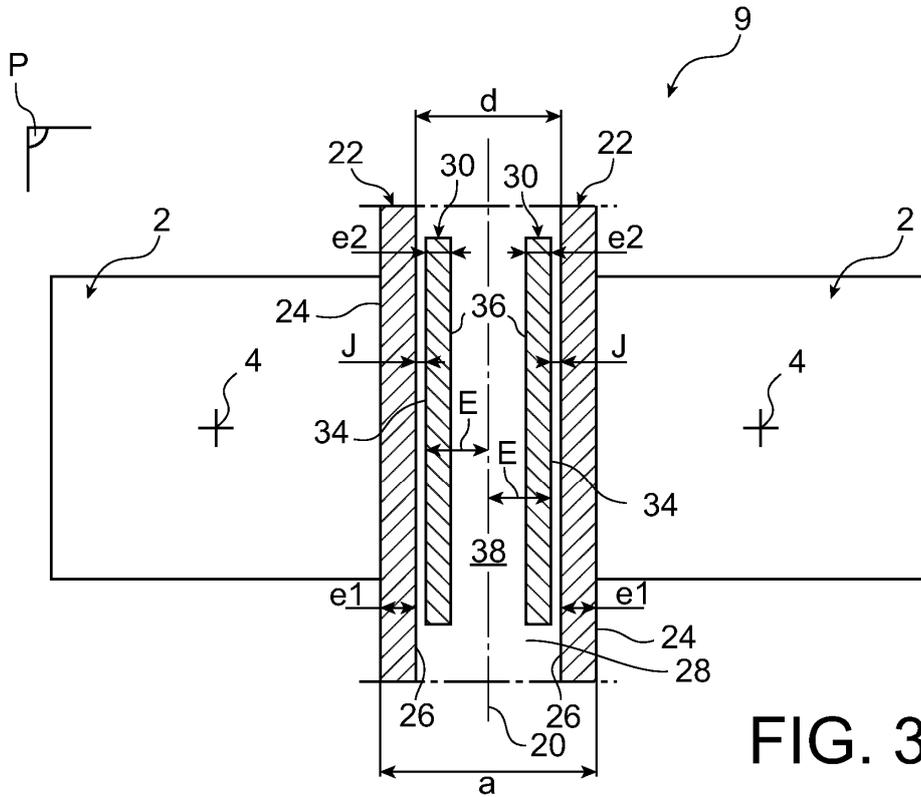


FIG. 3

Contenido volumétrico de  $B_4C$  (%)

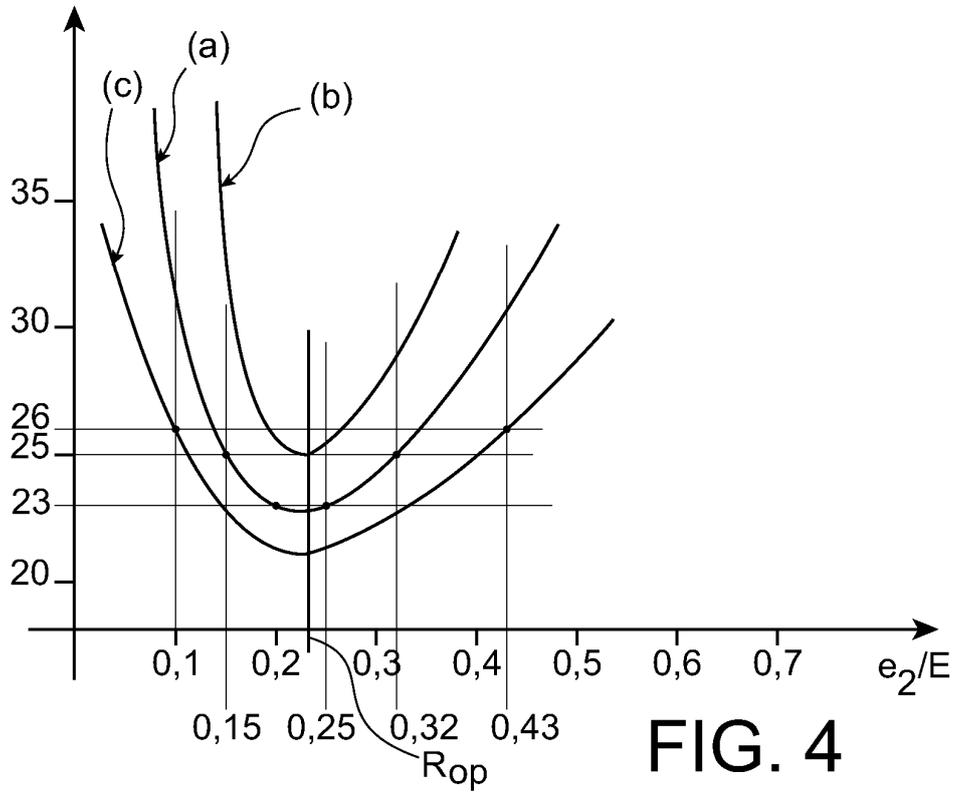


FIG. 4

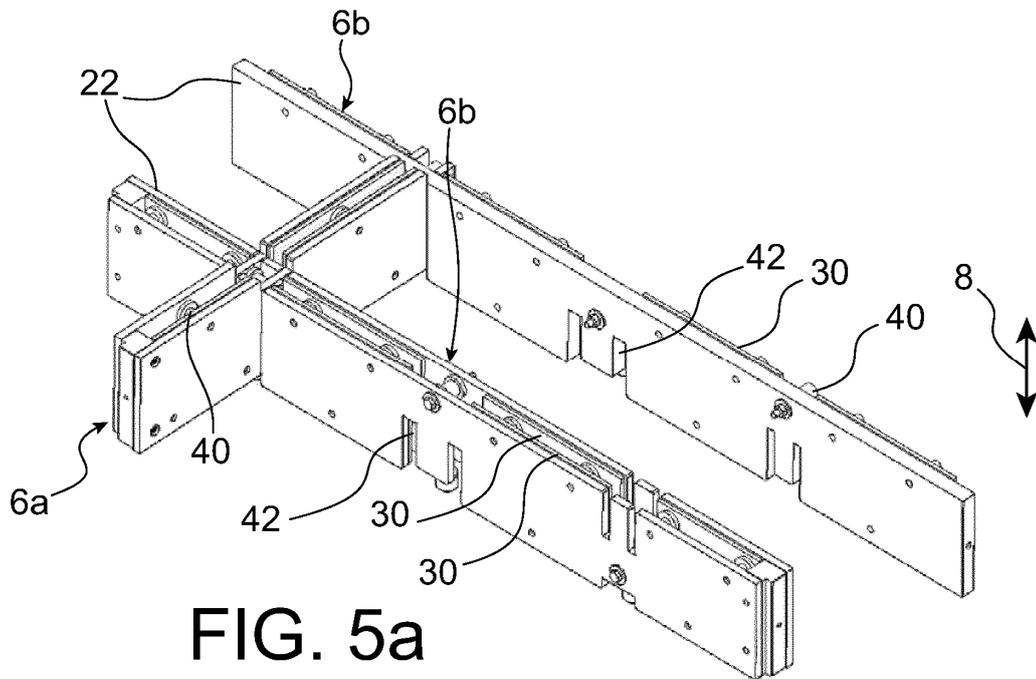


FIG. 5a

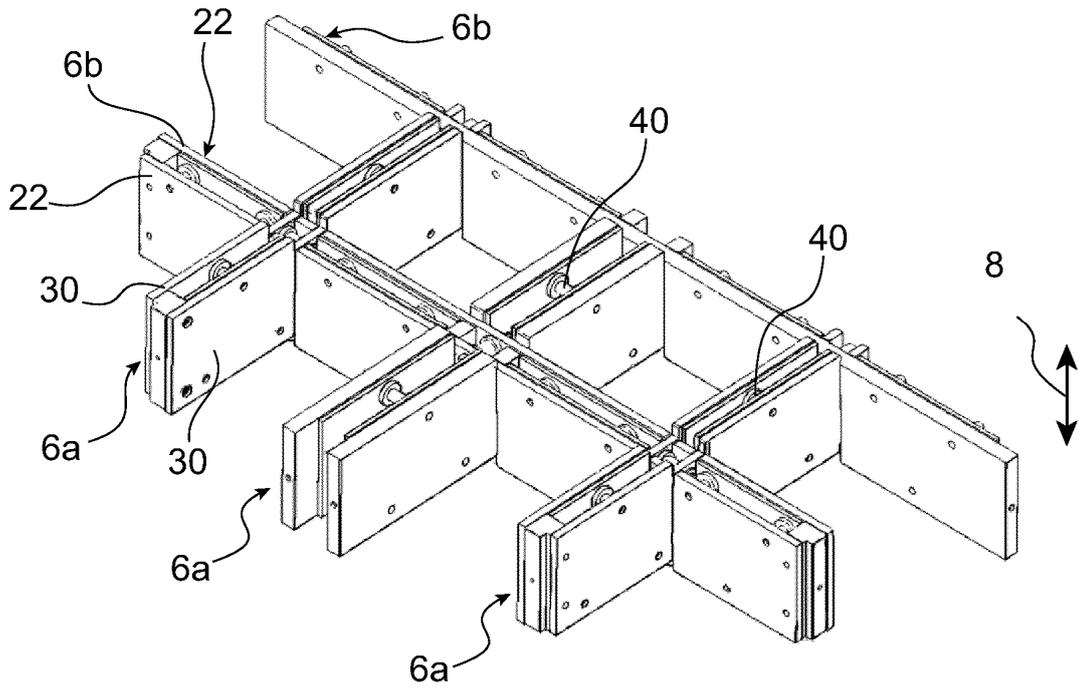


FIG. 5b

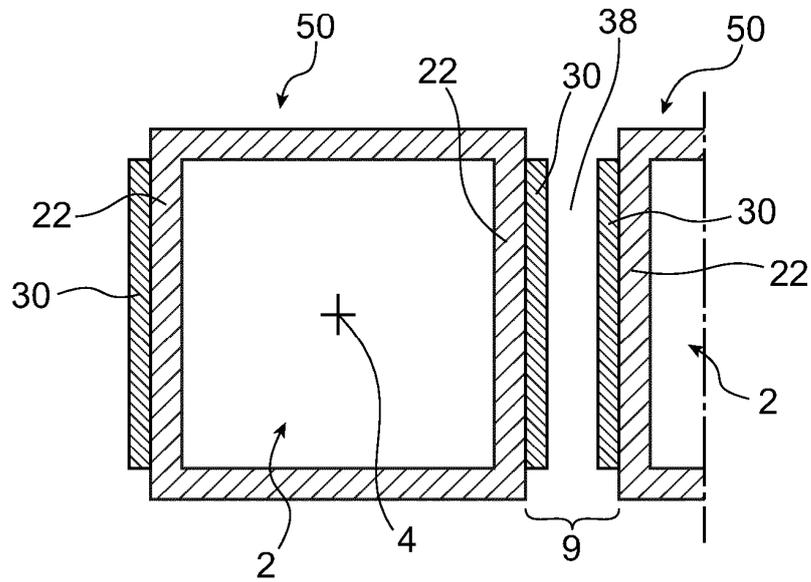


FIG. 6