

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 761 817**

51 Int. Cl.:

G21F 5/012 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.12.2016 PCT/EP2016/079385**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.06.2017 WO17093376**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2016 E 16808964 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2019 EP 3384502**

54 Título: **Dispositivo de ordenación para el almacenaje y/o para el transporte de ensamblajes de combustible nuclear, que comprende etapas con funciones diferenciadas**

30 Prioridad:

03.12.2015 FR 1561816

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

21.05.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DELAGE, OLIVIER y
GORE, YOHANN**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 761 817 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 ordenación para el almacenaje y/o para el transporte de ensamblajes de combustible nuclear, que comprende etapas con funciones diferenciadas

5

Campo técnico

La presente invención está relacionada con el campo del transporte y/o almacenaje de ensamblajes de combustible nuclear, preferentemente unos ensamblajes usados dentro los que el combustible ha sido irradiado. Unos dispositivos de ordenación de este tipo se conocen por los documentos JP 2014-016323 A, WO 2014/010386 A1 y FR 2 650 113 A2.

10

Estado de la técnica anterior

15 Un dispositivo de este tipo, igualmente llamado "cesta" o "estante" de ordenación, comprende una pluralidad de alojamientos adyacentes, cada uno adecuado para recibir un ensamblaje de combustible nuclear.

Este dispositivo de ordenación, destinado a estar alojado en una cavidad de un embalaje, está diseñado con el fin de poder cumplir simultáneamente tres funciones esenciales, que se van a exponer brevemente más abajo.

20

Se trata, en efecto, en primer lugar, de la función de transferencia térmica del calor liberado por los ensamblajes de combustible. Generalmente, 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 la preocupación de mantener la subcriticidad del dispositivo de ordenación cuando este está cargado con los ensamblajes de combustible. Esto se realiza utilizando unos materiales absorbentes de neutrones, denominados materiales neutrófagos, tales como el boro. Adicionalmente, la subcriticidad se puede asegurar, igualmente, proporcionando unos espacios susceptibles de llenarse de agua, por ejemplo, en el interior mismo de las particiones que delimitan los alojamientos del dispositivo de ordenación.

30

Por último, la tercera función esencial es relativa a la resistencia mecánica del dispositivo. Se señala que la resistencia mecánica global del dispositivo debe ser compatible con los requisitos reglamentarios de seguridad para el transporte/almacenaje de materias nucleares, en concreto, en lo que se refiere a las pruebas denominadas de "caída libre".

35

Por la técnica anterior, se conoce que se forma la cesta superponiendo unas etapas realizadas con la ayuda de conjuntos estructurales con muescas apilados y entrecruzados. Estos conjuntos están realizados con la ayuda de un mismo material a base de aluminio, que comprende una fuerte densidad de boro, con el fin de cumplir la función de absorción neutrónica.

40

Sin embargo, este tipo de material con boro es costoso, lo que constituye un verdadero inconveniente cuando se utiliza en unos volúmenes importantes. Este es el caso en este tipo de diseño, dado que, para cumplir la función térmica, es necesario prever un espesor importante para "transportar" el flujo de calor. A título indicativo, una cesta diseñada de este modo puede requerir hasta 3 a 5 toneladas de aleación de aluminio que comprende boro.

45

A este respecto, se señala que este diseño adolece de una paradoja que radica en el hecho de que cuanto más elevado es el contenido de boro en la aleación, más se degrada la función térmica. Por lo tanto, es difícil desembocar en un compromiso satisfactorio para cumplir correctamente estas dos funciones de absorción térmica y de transferencia térmica, sobre todo cuando este compromiso debe tener en cuenta, igualmente, las limitaciones habituales de masa global y de costes. En efecto, el aumento del espesor de los conjuntos con muescas de material con boro aparece como una solución teórica evidente para disminuir el contenido de boro en estos conjuntos y, de este modo, reducir los costes de estos últimos. No obstante, esto penaliza fuertemente la masa global de la cesta, sin, por ello, disminuir sustancialmente el contenido necesario de boro para responder al criterio de subcriticidad.

50

55 Para bajar el contenido de boro a unos valores satisfactorios desde un punto de vista de costes del material, hay que prever unos espesores ampliamente sobredimensionados, incompatibles con las limitaciones de explotación del embalaje.

55

Además, con este diseño que prevé una misma aleación de aluminio con boro para todos los conjuntos con muescas apilados y entrecruzados de la cesta, la justificación de la consistencia mecánica con el tiempo puede resultar complicada de demostrar.

60

Exposición de la invención

65 La invención tiene como finalidad, por lo tanto, remediar al menos parcialmente los inconvenientes mencionados más arriba, relativos a las realizaciones de la técnica anterior.

5 Para hacer esto, la invención tiene como objetivo un dispositivo de ordenación para el transporte y/o para el almacenaje de ensamblajes de combustible nuclear, incluyendo dicho dispositivo una pluralidad de alojamientos adyacentes, cada uno destinado a recibir un ensamblaje de combustible nuclear, incluyendo el dispositivo varias etapas apiladas según una dirección de apilamiento paralela a los ejes longitudinales de los alojamientos, estando estos últimos delimitados en todo o parte por dichas etapas.

10 Según la invención, el dispositivo de ordenación comprende unas primeras etapas (E_1, E_{i-1}, E_{i+1}) de absorción neutrónica y de conductividad térmica, así como unas segundas etapas (E_2, E_i) de resistencia mecánica dispuestas en alternancia con las primeras etapas según dicha dirección de apilamiento, comprendiendo cada primera etapa (E_1, E_{i-1}, E_{i+1}) al menos un primer conjunto con muescas que se extienden según una primera dirección ortogonal a la dirección de apilamiento, así como al menos un segundo conjunto con muescas que se extienden según una segunda dirección ortogonal a la primera dirección, así como a la dirección de apilamiento, estando los conjuntos primero y segundo entrecruzados e incluyendo cada uno al menos un elemento de aleación de aluminio que comprende boro, incluyendo cada segunda etapa (E_2, E_i) al menos una primera estructura que se extiende según la primera dirección, así como al menos una segunda estructura que se extiende según la segunda dirección, estando las estructuras primera y segunda apiladas según la dirección de apilamiento y cada una realizada con uno o varios materiales desprovistos de elementos absorbentes de neutrones, estando las estructuras primera y segunda cada una desprovistas de muescas sobre sus cantos opuestos según la dirección de apilamiento y presentando cada una una sección transversal de altura sustancialmente constante a todo lo largo de esta, y para al menos una de las segundas etapas E_i a cada lado de la que están dispuestas una primera etapa E_{i-1} y una primera etapa E_{i+1} , la primera estructura de la segunda etapa E_i descansa sobre un canto del primer conjunto con muescas de la primera etapa E_{i-1} y atraviesa una muesca del segundo conjunto con muescas de esta primera etapa E_{i-1} , mientras que un canto del segundo conjunto con muescas de la primera etapa E_{i+1} descansa sobre la segunda estructura de la segunda etapa E_i , atravesando esta una muesca del primer conjunto con muescas de esta primera etapa E_{i+1} .

30 La invención es destacable por que prevé unas etapas en alternancia que cumplen unas funciones específicas y diferenciadas, que permiten, en particular, justificar más fácilmente la consistencia mecánica con el tiempo. En efecto, esta está asegurada por las estructuras de las segundas etapas, que no tienen como único propósito más que el de asegurar la resistencia mecánica del dispositivo de ordenación, en concreto, en caso de caída libre lateral. Ninguna función de protección neutrónica o de transferencia térmica está asociada a estas estructuras que forman las segundas etapas. Además, gracias a la ausencia de muescas sobre estas estructuras, estas ofrecen una resistencia mecánica particularmente elevada, presentando al mismo tiempo una altura limitada. Esta altura reducida de las estructuras de las segundas etapas permite aumentar la altura de los conjuntos con muescas que forman las primeras etapas, lo que mejora las funciones de absorción neutrónica y de transferencia térmica.

40 Por último, se señala que, a pesar de la ausencia de muescas sobre las estructuras de las segundas etapas, estas están, no obstante, perfectamente integradas en el apilamiento, cooperando con las muescas de los conjuntos que forman las primeras etapas adyacentes. Esto participa en la obtención de un apilamiento estructurado, que ofrece una resistencia mecánica incrementada.

45 La invención prevé, igualmente, al menos una de las siguientes características opcionales, tomadas aisladamente o en combinación.

50 Los conjuntos primero y segundo presentan unas muescas sobre cada uno de sus cantos opuestos según la dirección de apilamiento. Gracias a esta disposición, la sección residual entre las muescas se encuentra sustancialmente centrada sobre la altura de los conjuntos entrecruzados. Esto permite una mejor consistencia mecánica. No obstante, uno solo de los cantos opuestos podría estar provisto de muescas, sin salirse del marco de la invención.

55 La alternancia de las primeras estructuras y de los primeros conjuntos con muescas forman una primera partición de separación de alojamientos, a cada lado de la que están al menos delimitados dos alojamientos y la alternancia de las segundas estructuras y de los segundos conjuntos con muescas forman una segunda partición de separación de alojamientos, a cada lado de la que están al menos delimitados dos alojamientos, siendo la primera y la segunda partición de separación ortogonales entre sí.

60 Por lo demás, cada primera y segunda partición presenta preferentemente un espesor sustancialmente constante, lo que permite la obtención de un contacto directo entre las estructuras de las segundas etapas y los ensamblajes de combustible. Esto confiere una mejor transmisión de esfuerzos transversales, en particular, en caso de caída libre lateral.

65 Cada primera etapa presenta, fuera de una zona de entrecruzamiento entre los conjuntos primero y segundo con muescas, una primera altura media A_1 según la dirección de apilamiento, cada segunda etapa presenta, fuera de

una zona de cruzamiento entre las primera y segunda estructuras, una segunda altura media A_2 según la dirección de apilamiento y las alturas medias primera y segunda responden a la condición $0,1 < A_2/A_1 < 0,35$. Como se ha aludido a esto más arriba, la preponderancia de los conjuntos con muescas permite cumplir correctamente las funciones de absorción neutrónica y de transferencia térmica.

5 Por lo demás, la primera altura A_1 es preferentemente superior a 100 mm. Este valor elevado limita ventajosamente el número de etapas a superponer y, de este modo, facilita el procedimiento de fabricación.

10 Para reforzar la función de absorción neutrónica, el contenido de boro en al menos algunos de dichos elementos de aleación de aluminio de los conjuntos primero y segundo con muescas, es superior a 25 mg/cm^3 . No obstante, la presencia de elementos con contenido elevado de boro no penaliza el coste global del dispositivo de ordenación, puesto que estos elementos no se extienden sobre toda la altura de las particiones de separación de los alojamientos, sino solamente dentro de las primeras etapas.

15 Cada primera y segunda estructura está realizada preferentemente de acero.

20 Cada segunda etapa incluye un pasador de unión al nivel de una zona de cruzamiento entre las primera y segunda estructuras, atravesadas al menos parcialmente por este pasador de unión. Esta disposición mejora la resistencia mecánica del dispositivo de ordenación, aunque un simple apoyo pueda ser suficiente entre las dos estructuras que se cruzan, sin salirse del marco de la invención.

Preferentemente, las estructuras primera y segunda son cada una de sección cuadrada o rectangular.

25 Además, las estructuras primera y segunda presentan cada una una sección de anchura uniforme o no uniforme, correspondiendo esta anchura al espesor de las particiones de separación.

Eventualmente, las estructuras primera y segunda están cada una atravesadas por unos orificios de paso de agua que se extienden según la dirección de apilamiento.

30 Los conjuntos primero y segundo con muescas entrecruzados están cada uno realizados de una única pieza o bien por varias piezas ensambladas las unas a las otras y que delimitan preferentemente entre sí un espacio vacío, destinado a la circulación de una lámina de agua.

35 Estas primera y segunda estructuras están cada una realizadas de una única pieza o bien por varias piezas ensambladas las unas a las otras.

40 El dispositivo de ordenación comprende, igualmente, unas paredes periféricas dispuestas en la periferia de las primeras y de las segundas etapas apiladas, delimitando dichas paredes periféricas una parte de algunos de los alojamientos.

45 Por último, el dispositivo de ordenación está configurado de modo que, en configuración ensamblada, unos juegos según la dirección de apilamiento estén previstos al nivel de las zonas de cruzamiento/de entrecruzamiento entre los elementos constitutivos de las etapas. Esto permite privilegiar el contacto entre estos mismos elementos fuera de sus zonas de cruzamiento/de entrecruzamiento.

La invención también tiene como objeto un embalaje para el almacenaje y/o para el transporte de ensamblajes de combustible nuclear, comprendiendo el embalaje una cavidad en la que está alojado un dispositivo de ordenación, tal como se ha descrito más arriba.

50 La invención tiene como objeto, igualmente, un paquete que comprende un embalaje de este tipo, así como unos ensamblajes de combustible dispuestos en los alojamientos del dispositivo de ordenación de este embalaje.

Otras ventajas y características de la invención aparecerán en la descripción detallada no limitativa de más abajo.

55 **Breve descripción de los dibujos**

Esta descripción se hará respecto a los dibujos adjuntos de entre los que;

- 60 - la figura 1 representa una vista en perspectiva no detallada de un dispositivo de ordenación para el almacenaje y/o para el transporte de ensamblajes de combustible nuclear, según la presente invención;
- la figura 2 es una vista parcial en corte transversal tomada según el plano transversal P de la figura 1;
- las figuras 3a y 3b son unas vistas en perspectiva de una parte del dispositivo de ordenación mostrado según un primer modo de realización preferente de la invención, en el transcurso de su ensamblaje;
- 65 - las figuras 4a y 4b son unas vistas en perspectiva que detallan la cooperación entre los elementos constitutivos del dispositivo de ordenación mostrado en las figuras 3a y 3b;
- las figuras 5, 6a y 6b muestran el dispositivo de ordenación según una alternativa de realización;

- la figura 7 es una vista en corte transversal de un dispositivo de ordenación según un segundo modo de realización preferente de la invención;
- las figuras 8a y 8b son unas vistas en perspectiva que detallan la cooperación entre los elementos constitutivos del dispositivo de ordenación mostrado en la figura 7;
- 5 - la figura 9 es una vista análoga a la de la figura 8a, con el dispositivo de ordenación que se presenta según una alternativa de realización;
- la figura 10 es una vista en perspectiva de una parte de un dispositivo de ordenación según un tercer modo de realización preferente de la invención;
- la figura 11 es una vista en perspectiva que detalla la cooperación entre los elementos constitutivos del
10 dispositivo de ordenación mostrado en la figura 10;
- la figura 12 es una vista parcial en perspectiva de una segunda etapa de resistencia mecánica del dispositivo de ordenación mostrado en las figuras 10 y 11; y
- la figura 13 representa una vista en corte transversal de uno de los conjuntos con muescas que forman las
15 primeras etapas del dispositivo de ordenación.

Exposición detallada de modos de realización preferentes

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

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

Por lo tanto, los alojamientos 2 están previstos para estar yuxtapuestos unos a los otros. Están realizados por medio
30 de una pluralidad de particiones de separación 9, 11 paralelas a los ejes 4 e, igualmente, paralelas a un eje longitudinal del embalaje que atraviesa su fondo y su cubierta. Las particiones 9, 11 están formadas con la ayuda de diferentes elementos 6a, 6b, 7a, 7b apilados según una dirección de apilamiento 8 que es preferentemente paralela a los ejes longitudinales 4 de los alojamientos 2. Por convención, en la continuación de la descripción, se admite que
35 la noción de "altura" debe asociarse a la dirección de apilamiento 8.

Las particiones 9, 11 están dispuestas de manera paralela y perpendicular entre sí. Más precisamente, las
40 particiones 9, 11 están formadas por unas primeras etapas E_1 y unas segundas etapas E_2 , apiladas en alternancia según la dirección de apilamiento 8. Por lo tanto, cada etapa corresponde sustancialmente a un tramo axial del dispositivo 1.

Las primeras etapas E_1 , tienen una función de absorción neutrónica y de conductividad térmica. Comprenden cada
45 una unos primeros conjuntos 6a con muescas, que se extienden paralelamente en un mismo plano según una primera dirección 10 ortogonal a la dirección de apilamiento 8. Incluyen, igualmente, unos segundos conjuntos 6b con muescas, que se extienden paralelamente en un mismo plano según una segunda dirección 12 ortogonal a la primera dirección 10, así como a la dirección de apilamiento 8. Los primeros y segundos conjuntos con muescas 6a, 6b están entrecruzados perpendicularmente al nivel de sus muescas, como se detallará esto a continuación. Debido a la cooperación entre estas muescas, en el estado ensamblado del dispositivo 1, los primeros y segundos conjuntos con muescas 6a, 6b se inscriben en un mismo plano ortogonal a los ejes 4. En el presente documento, estos
50 conjuntos 6a, 6b corresponden a unas vigas sólidas realizadas de aleación de aluminio que comprende boro, pudiendo el contenido de boro ser superior a 25 mg/cm^3 .

Además, las segundas etapas E_2 presentan una función de resistencia mecánica, estando realizadas con la ayuda
55 de primeras estructuras 7a que se extienden paralelamente en un mismo plano según la primera dirección 10 y de segundas estructuras 7b que se extienden paralelamente en un mismo plano según la segunda dirección 12. Las primeras y segundas estructuras 7a, 7b están apiladas según la dirección de apilamiento 8. Pueden estar directamente superpuestas una sobre la otra o bien se puede practicar un escaso juego al nivel de su zona de cruzamiento, como se describirá esto a continuación. Están realizadas preferentemente de acero o con cualquier otro material análogo desprovisto de elementos absorbentes de neutrones. Se indica que, por elementos
60 absorbentes de neutrones, se entiende unos elementos que presentan una sección eficaz superior a 100 barns para los neutrones térmicos. A título de ejemplos indicativos, se trata de materiales desprovistos de boro, de gadolinio, de hafnio, de cadmio, de indio, etc.

Cuando los elementos 6a, 6b, 7a, 7b están apilados según la dirección 8, en el orden dado por estas referencias
65 numéricas, las particiones 9, 11 que resultan de ello delimitan conjuntamente los alojamientos 2 que disponen cada uno de una sección transversal de forma sustancialmente cuadrada o rectangular. Por supuesto, los alojamientos 2

podrían presentar cualquier otra forma que permita el mantenimiento de un ensamblaje de combustible de forma diferente, tales como una forma hexagonal.

5 De manera preferente, cada uno de los conjuntos 6a, 6b, 7a, 7b se extiende entre dos particiones periféricas 14 a las que está solidarizado, permitiendo estas particiones periféricas 14 cerrar lateralmente el apilamiento de etapas E_1 , E_2 que forman el corazón de la cesta.

10 A título de ejemplo indicativo y como se representa, estas particiones periféricas 14 pueden estar previstas en número de cuatro, extenderse cada una sobre toda la altura del dispositivo 1 y delimitar en parte los alojamientos periféricos 2 de este dispositivo 1.

15 Por otra parte, como se desprende esto claramente de lo que antecede, las particiones 9, 11 participan en la delimitación de varios alojamientos 2 a cada lado de esta. Cada partición 9, denominada primera partición, se obtiene por el apilamiento en alternancia de los primeros conjuntos con muescas 6a y de las primeras estructuras 7a, mientras que cada partición 11, denominada segunda partición, se obtiene por el apilamiento en alternancia de los segundos conjuntos con muescas 6b y de las segundas estructuras 7b. En sus apilamientos respectivos, los elementos 6a, 6b, 7a, 7b están apilados presentando preferentemente siempre la misma orientación.

20 En el presente documento, cada partición 9, 11 presenta un espesor E_p sustancialmente constante, gracias a unas anchuras idénticas adoptadas para los elementos 6a, 6b, 7a, 7b que las componen. Esto permite disponer de superficies interiores sustancialmente planas para la delimitación de los alojamientos 2, superficies contra las que se pueden disponer los ensamblajes de combustible en apoyo plano.

25 Con referencia, en este momento, a las figuras 3a a 4b, se va a detallar el diseño de cada uno de las primeras y segundas etapas de la cesta, así como la cooperación entre las etapas adyacentes, según un primer modo de realización preferente de la invención. Para hacer esto, en estas figuras, se ha representado una segunda etapa cualquiera referenciada E_i , así como dos primeras etapas adyacentes E_{i-1} y E_{i+1} situadas respectivamente a cada lado de la segunda etapa E_i . Para facilitar la claridad de la descripción, a continuación, se utilizarán los términos "superior" e "inferior", en relación con la orientación del dispositivo, tal como aparece en las figuras.

30 En primer lugar, se señala que, para obtener una resistencia mecánica elevada, cada primera y segunda estructura 7a, 7b de la etapa E_i está desprovista de muescas sobre sus cantos opuestos inferior y superior, siendo la altura de la sección transversal de cada una de estas estructuras 7a, 7b sustancialmente constante a todo lo largo de la estructura considerada. A este respecto, la sección transversal de estas estructuras en forma de vigas es preferentemente cuadrada o rectangular, siendo la anchura de esta sección uniforme a todo lo largo de esta y correspondiendo al espesor E_p de la partición de separación asociada 9, 11. Las vigas 7a, 7b son sólidas y cada una realizada de una única pieza de acero. Sin embargo, como se ha esquematizado esto en la figura 3a, al nivel de una zona de cruzamiento entre las estructuras primera y segunda 7a, 7b, estas pueden estar perforadas con un orificio 20 ciego o pasante. Los dos orificios 20 en frente alojan un pasador de unión 19 que permite asegurar una conexión mecánica entre estas dos vigas 7a, 7b de una misma segunda etapa de la cesta. El pasador 19 cumple, entonces, la función de pasador de cizallado en caso de caída libre lateral, a saber, una caída libre en el transcurso de la que la cesta se desplaza según una dirección ortogonal a los ejes 4 de los alojamientos. Sin embargo, se podría optar por un simple apoyo entre estas dos vigas 7a, 7b, sin salirse del marco de la invención. En la figura 5, se muestra una vista más detallada de esta solución con unos pasadores de unión 19. Esta figura corresponde a un dispositivo de ordenación según la alternativa de realización representada en las figuras 6a y 6b, pero el principio de implantación de los pasadores que se representa ahí sigue siendo aplicable al modo mostrado en las figuras 4a y 4b.

50 Siempre con referencia a las figuras 3a a 4b, se señala que, en este primer modo de realización preferente, cada primer y segundo conjunto 6a, 6b presenta unas muescas sobre sus dos cantos opuestos inferior y superior. Más precisamente, cada primer conjunto 6a presenta unas muescas 24' sobre su canto inferior 6a', mientras que también presenta unas muescas 24" sobre su canto superior 6a". De la misma manera, cada segundo conjunto 6b presenta unas muescas 22' sobre su canto inferior 6b', mientras que también presenta unas muescas 22" sobre su canto superior 6b".

55 Para limitar los costes de fabricación, los elementos 6a y 6b presentan una sección (altura y espesor) idéntica y las muescas 24', 24" son respectiva y sustancialmente de la misma altura que las muescas 22", 22'. Los elementos 6a y 6b son, de este modo, sustancialmente idénticos.

60 Para cada primera etapa E_{i-1} , E_{i+1} , las muescas 22' y 24" pueden cooperar de dos en dos para que sus fondos respectivos estén en contacto uno con el otro, pero sigue siendo preferente un juego escaso según la dirección 8. Gracias a este entrecruzamiento imbricado entre las dos vigas 6a, 6b y a una altura de muescas 22', 24" que se extienden sobre al menos un 30 % (y como mucho sobre un 45 %) de una primera altura media A_1 de las vigas, la extensión de recubrimiento entre estas vigas 6a, 6b según la dirección 8 corresponde preferentemente a más de un 60 % de su altura, lo que permite considerarlas dispuestas sustancialmente en un mismo plano transversal de la cesta. A este respecto, se indica que fuera de una zona de entrecruzamiento entre estas vigas 6a, 6b, estas presentan cada una una primera altura media A_1 preferentemente superior a 100 mm. Esta altura es ampliamente

superior a una segunda altura media A_2 de las estructuras 7a, 7b fuera de su zona de cruzamiento, puesto que estas alturas están dimensionadas para responder a la condición $0,1 < A_2/A_1 < 0,35$.

5 Como se ha indicado anteriormente, en la zona de entrecruzamiento entre las vigas 6a, 6b, se prefiere un escaso juego de montaje al nivel de los fondos de muescas 22', 24". Sucede lo mismo entre el fondo de la muesca 24' y el canto superior de la estructura 7b, los cantos respectivamente inferior y superior de las estructuras 7b y 7a, el fondo de la muesca 22" y el canto inferior de la estructura 7a. Esta disposición permite privilegiar un contacto entre los elementos 6a, 6b, 7a, 7b fuera de las zonas de entrecruzamiento/ de cruzamiento y garantiza, de este modo, un montaje muy estable, obteniéndose los apoyos sobre unas longitudes de elementos más importantes. Procediendo de esta manera, se evita, igualmente, una estructura hiperestática. Se señala que esta particularidad es aplicable, igualmente, a los otros modos de realización preferentes de la invención.

15 En la configuración ensamblada de la cesta obtenida por la cooperación de las muescas 22' y 24", las vigas 6a, 6b de la etapa E_{i-1} están imbricadas de tal modo que el canto superior 6a" se encuentra sustancialmente en la continuidad del fondo de la muesca 22". Por consiguiente, la primera estructura 7a de la segunda etapa E_i descansa al nivel de su canto inferior sobre el canto superior 6a" del primer conjunto con muescas 6a de la primera etapa E_{i-1} . Esta primera estructura 7a atraviesa, igualmente, la muesca 22" del segundo conjunto 6b de esta primera etapa E_{i-1} , de modo que su canto superior se encuentra sustancialmente en el mismo plano que el canto superior 6b" del segundo conjunto 6b de esta primera etapa E_{i-1} . Esto permite que la segunda estructura 7b, de la segunda etapa E_i , descansa con su canto inferior sobre el canto superior 6b" del segundo conjunto 6b de la primera etapa E_{i-1} .

20 Por lo demás, el canto inferior 6b' del segundo conjunto con muescas 6b de la primera etapa E_{i+1} descansa sobre esta segunda estructura 7b. Esta atraviesa, igualmente, la muesca 24' del primer conjunto 6a de la primera etapa E_{i+1} , de modo que su canto inferior se encuentra sustancialmente en el mismo plano que el canto inferior 6a' del primer conjunto 6a de esta primera etapa E_{i+1} . Esto permite que este primer conjunto 6a de la primera etapa E_{i+1} descansa, con su canto inferior 6a', sobre el canto superior de la primera estructura 7a de la segunda etapa E_i . El primer conjunto 6a de la primera etapa E_{i+1} está, de este modo, dispuesto y orientado en el apilamiento de la misma manera que el primer conjunto 6a de la primera etapa E_{i-1} y, a continuación, sucede lo mismo para todos los otros elementos 6b, 7a, 7b, que participan en la realización progresiva de las primeras y segundas etapas alternas según la dirección 8.

35 Las figuras 5, 6a y 6b representan una alternativa de realización para el primer modo descrito más arriba. Hablando de esto, en las figuras, los elementos que llevan las mismas referencias numéricas corresponden a unos elementos idénticos o similares. En esta alternativa, la única modificación con respecto a la configuración anteriormente descrita radica en el diseño de los conjuntos primero y segundo con muescas 6a, 6b, que no presentan muescas más que sobre uno solo de sus cantos opuestos. En efecto, para el primer conjunto 6a, solo la muesca 24' se conserva sobre su canto inferior 6a', pero su canto superior 6a" sigue estando desprovisto de muesca. De la misma manera, para el segundo conjunto 6b, solo la muesca 22' se conserva sobre su canto superior 6b", pero su canto inferior 6b' sigue estando desprovisto de muesca. En el estado ensamblado en el que las muescas 22", 24' cooperan una con la otra para que sus fondos respectivos estén en contacto uno con el otro o con escaso juego según la dirección 8, la parte terminal de estas muescas 22", 24' dejan cada una aparecer un espacio libre para el paso de la primera estructura 7a y de la segunda estructura 7b, respectivamente. También, este espacio libre en las muescas 22", 24' presenta una altura sustancialmente idéntica a la altura de estas estructuras 7a, 7b que las atraviesan.

45 En este caso particular, la realización de las primeras y segundas etapas alternas se hace apilando en la dirección 8 los elementos 6a, 7a, 7b, 6b.

50 Las figuras 7 a 8b representan un segundo modo de realización, en el que algunas partes de particiones de separación 9, 11 comprenden una primera y una segunda pared que delimitan entre sí un espacio susceptible de llenarse de agua, que permite la implementación de una lámina de agua alrededor de uno o varios alojamientos. Las primeras paredes están realizadas con la ayuda de los elementos con muescas 6a, 6b. En el presente documento, también, el segundo modo presenta unas numerosas similitudes con el primero, de modo que, en las figuras, los elementos que llevan las mismas referencias numéricas corresponden a unos elementos idénticos o similares.

55 En este segundo modo de realización preferente, el alojamiento central 2 está enteramente rodeado de particiones con lámina de agua, mientras que los alojamientos periféricos están, por su parte, desprovistos de una lámina de este tipo. Para hacer esto, las estructuras primera y segunda 7a, 7b presentan una sección transversal de anchura no uniforme, con un espesamiento 40 al nivel de sus porciones que definen el alojamiento central 2. Como es visible esto en la figura 8a, las superficies laterales de cada espesamiento 40, opuestas al alojamiento central, están previstas para recibir unas placas 41 de cierre de la partición con lámina de agua (solo dos placas 41 de cuatro se han representado parcialmente en la figura 8a, por unas razones de claridad, mientras que estas placas se han representado todas en la figura 7 y se han suprimido todas en la figura 8b).

65 Estas placas de cierre 41, desprovistas de muescas y de anchura sustancialmente igual a la del alojamiento periférico que delimitan en parte, constituyen, de este modo, la segunda pared de la partición con lámina de agua. Esta segunda pared está realizada con la ayuda de varias placas puestas una a continuación de la otra y apiladas en

la dirección 8, pero una placa única, de longitud sustancialmente igual a la altura de la partición, podría ser conveniente, igualmente.

5 Como para los elementos 6a, 6b, las placas de cierre 41 están realizadas con un material que comprende unos elementos absorbentes de neutrones, preferentemente, una aleación a base de aluminio.

10 Cada espesamiento 40 está constituido, en el presente documento, por un órgano separado incorporado sobre la viga que forma lo esencial de la estructura 7a, 7b, operándose la fijación preferentemente con la ayuda de conexiones atornilladas. El espesamiento está atravesado por unos orificios de paso de agua 42 que están desfasados lateralmente de los conjuntos con muescas 6a, 6b directamente adyacentes en el apilamiento, con el fin de permitir la circulación de agua a través de los orificios y a todo lo largo de la partición. Por consiguiente, a lo largo de las particiones, el agua pasa entre los conjuntos 6a, 6b y las placas de cierre 41 al nivel de las primeras etapas, mientras que pasa a través de los orificios de paso de agua 42 al nivel de las segundas etapas.

15 Por lo demás, con el desfase lateral de los orificios de paso de agua 42, cada viga conserva una sección de trabajo satisfactoria, propicia para la obtención de una buena resistencia mecánica. Cada viga presenta, igualmente, unas patillas de soporte 44, al nivel de las que los pasadores de unión 20 están dispuestos entre las estructuras 7a, 7b. Las patillas 44 están preferentemente dispuestas respectivamente en los extremos del espesamiento 40, en el otro lado de la viga con respecto a este último.

20 En la alternativa de realización mostrada en la figura 9 (en la que no se han representado las placas de cierre 41), cada estructura 7a, 7b está realizada de una única pieza, es decir, que el espesamiento 40 provisto de uno o varios orificios de paso de agua 42 está realizado de una sola pieza con el resto de la viga, cuya sección todavía presenta una anchura evolutiva, no uniforme, debido a la presencia de este espesamiento 40 y de las patillas de soporte 44.

25 Con referencia a las figuras 10 a 13, se representa un tercer modo de realización preferente que se diferencia de los anteriores por el hecho de que sus conjuntos con muescas 6a, 6b no son sólidos, sino cada uno realizado por varias piezas ensambladas las unas a las otras que delimitan entre sí un espacio vacío 50 para el paso de una lámina de agua. Para asegurar la circulación de la lámina de agua, las estructuras 7a, 7b de resistencia mecánica están atravesadas, igualmente, por los orificios 42, como esto está visible mejor en la figura 12.

30 En este tercer modo de realización preferente, los cantos 6a', 6a'', 6b' y 6b'' están provistos de los mismos tipos de muescas 24', 24'', 22', 22'' que las descritas en relación con el primer modo de realización preferente. También, estas muescas están creadas conjuntamente por unas entalladuras en frente, practicadas sobre los elementos constitutivos de cada conjunto 6a, 6b.

Con referencia más precisamente a la figura 13, se representa uno de los conjuntos 6a, en sección en un plano que pasa fuera de sus muescas. Por supuesto, los conjuntos 6b presentan un diseño idéntico o similar.

40 El conjunto 6a está realizado globalmente por dos medios conjuntos paralelos, conectados entre sí por unos medios de fijación 52 que atraviesan unas traviesas 54 que separan estos medios conjuntos y situadas en el espacio vacío 50.

45 Cada medio conjunto incluye una pared exterior 56 sustancialmente plana y realizada con una aleación de aluminio desprovista de elementos absorbentes de neutrones. Es en estas paredes exteriores 56 donde están realizadas las entalladuras para la formación de las muescas 24', 24'', 22', 22''. Por lo demás, cada medio conjunto comprende una pared interior 58 sustancialmente plana y de espesor más escaso, presionada sobre la superficie interior de su pared 56 asociada. Las paredes 58 están realizadas con un material que comprende unos elementos absorbentes de neutrones, por ejemplo, una aleación que comprende carburo de boro (B4C), preferentemente una aleación a base de aluminio. Las paredes interiores 58 en frente, que delimitan el espacio vacío 50, presentan una sección sustancialmente constante, desprovista de muescas.

50 Por supuesto, el experto en la materia puede aportar diversas modificaciones a los dispositivos de ordenación 1 que se acaban de describir, únicamente a título de ejemplos no limitativos. Estando la extensión de la protección definida por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de ordenación (1) para el transporte y/o para el almacenaje de ensamblajes de combustible nuclear, incluyendo dicho dispositivo una pluralidad de alojamientos adyacentes (2), cada uno destinado a recibir un
 5 ensamblaje de combustible nuclear, incluyendo el dispositivo varias etapas apiladas (E_1, E_2) según una dirección de apilamiento (8), paralela a los ejes longitudinales (4) de los alojamientos, estando estos últimos delimitados en todo o parte por dichas etapas, unas primeras etapas (E_1, E_{i-1}, E_{i+1}) de absorción neutrónica y de conductividad térmica, así como unas segundas etapas (E_2, E_i) de resistencia mecánica, dispuestas en alternancia con las primeras etapas según dicha dirección de apilamiento (8),
 10 comprendiendo cada primera etapa (E_1, E_{i-1}, E_{i+1}) al menos un primer conjunto con muescas (6a), que se extienden según una primera dirección (10) ortogonal a la dirección de apilamiento (8), así como al menos un segundo conjunto con muescas (6b), que se extienden según una segunda dirección (12) ortogonal a la primera dirección (10), así como a la dirección de apilamiento (8), estando los conjuntos primero y segundo entrecruzados, e incluyendo cada uno al menos un elemento de aleación de aluminio que comprende boro,
 15 incluyendo cada segunda etapa (E_2, E_i) al menos una primera estructura (7a), que se extiende según la primera dirección (10), así como al menos una segunda estructura (7b), que se extiende según la segunda dirección (12), estando las estructuras primera y segunda apiladas según la dirección de apilamiento (8) y cada una realizada con uno o varios materiales desprovistos de elementos absorbentes de neutrones, estando las estructuras primera y segunda cada una desprovistas de muescas sobre sus cantos opuestos según la dirección de apilamiento y presentando cada una, una sección transversal de altura sustancialmente constante a todo lo largo de esta,
 20 **caracterizado por que** para al menos una de las segundas etapas (E_i), a cada lado de la que están dispuestas una primera etapa (E_{i-1}) y una primera etapa (E_{i+1}), la primera estructura (7a) de la segunda etapa (E_i) descansa sobre un canto (6a") del primer conjunto con muescas (6a) de la primera etapa (E_{i-1}), y atraviesa una muesca (22") del segundo conjunto con muescas (6b) de esta primera etapa (E_{i-1}), mientras que un canto (6b') del segundo conjunto con muescas (6b) de la primera etapa (E_{i+1}) descansa sobre la segunda estructura (7b) de la segunda etapa (E_i),
 25 atravesando esta una muesca (24') del primer conjunto con muescas (6a) de esta primera etapa (E_{i+1}).
2. Dispositivo de ordenación según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los conjuntos primero y segundo (6a, 6b) presentan unas muescas sobre cada uno de sus cantos opuestos según la dirección de apilamiento (8).
 30
3. Dispositivo de ordenación según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **caracterizado por que** la alternancia de las primeras estructuras (7a) y de los primeros conjuntos con muescas (6a) forman una primera partición de separación de alojamientos (9), a cada lado de la que están al menos delimitados dos alojamientos (2) y **por que** la alternancia de las segundas estructuras (7b) y de los segundos conjuntos con muescas (6b) forman una segunda
 35 partición de separación de alojamientos (11), a cada lado de la que están al menos delimitados dos alojamientos (2), siendo la primera y la segunda partición de separación ortogonales entre sí.
4. Dispositivo de ordenación según la reivindicación 3, **caracterizado por que** cada primera y segunda particiones (9, 11) presenta un espesor (E_p) sustancialmente constante.
 40
5. Dispositivo de ordenación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** cada primera etapa (E_1, E_{i-1}, E_{i+1}) presenta, fuera de una zona de entrecruzamiento entre los conjuntos primero y segundo con muescas (6a, 6b), una primera altura media (A_1), según la dirección de apilamiento (8), **por que** cada segunda etapa (E_2, E_i) presenta, fuera de una zona de cruzamiento entre las estructuras primera y segunda (7a, 7b), una
 45 segunda altura media (A_2) según la dirección de apilamiento (8) y **por que** las alturas medias primera y segunda (A_1, A_2) responden a la condición $0,1 < A_2/A_1 < 0,35$.
6. Dispositivo de ordenación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la primera altura (A_1) es superior a 100 mm.
 50
7. Dispositivo de ordenación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el contenido de boro en al menos algunos de dichos elementos de aleación de aluminio de los conjuntos primero y segundo con muescas (6a, 6b), es superior a 25 mg/cm^3 .
8. Dispositivo de ordenación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** cada primera y segunda estructuras (7a, 7b) está realizada de acero.
 55
9. Dispositivo de ordenación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** cada segunda etapa (E_2, E_i) incluye un pasador de unión (20) al nivel de una zona de cruzamiento entre las estructuras primera y segunda (7a, 7b) atravesadas al menos parcialmente por este pasador de unión.
 60
10. Dispositivo de ordenación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las estructuras primera y segunda (7a, 7b) son cada una de sección cuadrada o rectangular.
- 65 11. Dispositivo de ordenación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las estructuras primera y segunda (7a, 7b) presentan cada una, una sección de anchura uniforme o no uniforme.

12. Dispositivo de ordenación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las estructuras primera y segunda (7a, 7b) están cada una atravesadas por unos orificios de paso de agua (42), que se extienden según la dirección de apilamiento (8).
- 5
13. Dispositivo de ordenación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las estructuras primera y segunda (7a, 7b) están cada una realizadas de una única pieza o bien por varias piezas ensambladas las unas a las otras.
- 10
14. Dispositivo de ordenación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los conjuntos primero y segundo con muescas entrecruzados (6a, 6b) están cada uno realizados de una única pieza o bien por varias piezas (56, 58), ensambladas las unas a las otras, y que delimitan preferentemente entre ellas un espacio vacío (50).
- 15
15. Dispositivo de ordenación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende, igualmente, unas paredes periféricas (14), dispuestas en la periferia de las primeras y de las segundas etapas apiladas, delimitando dichas paredes periféricas una parte de algunos de los alojamientos.
- 20
16. Dispositivo de ordenación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** está configurado de modo que, en configuración ensamblada, unos juegos según la dirección de apilamiento (8) están previstos al nivel de las zonas de cruzamiento/de entrecruzamiento entre los elementos (6a, 6b, 7a, 7b).
- 25
17. Embalaje para el almacenaje y/o para el transporte de ensamblajes de combustible nuclear, comprendiendo el embalaje una cavidad, en la que está alojado un dispositivo de ordenación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
18. Paquete que comprende un embalaje según la reivindicación 17, así como unos ensamblajes de combustible dispuestos en los alojamientos del dispositivo de ordenación de este embalaje.

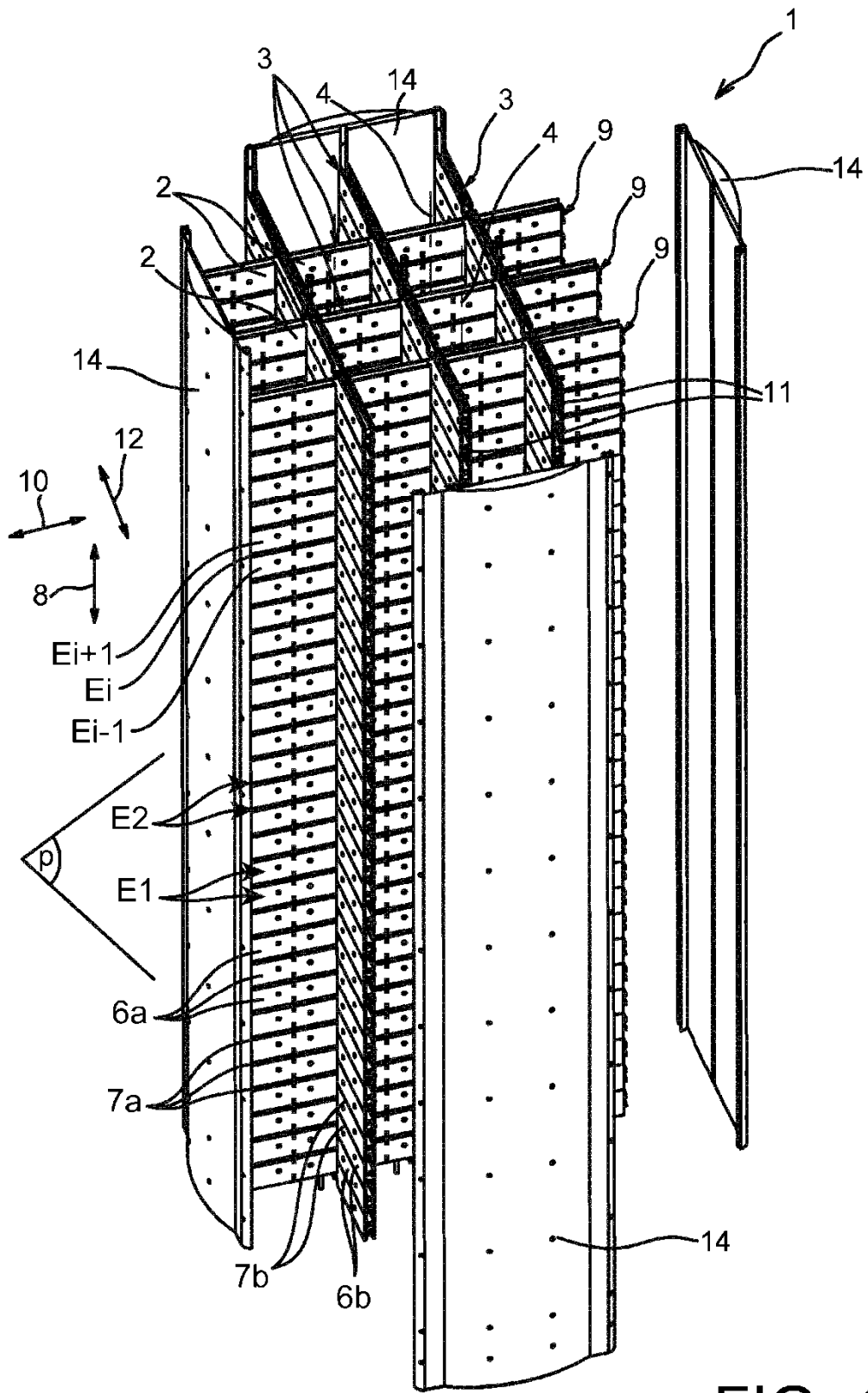
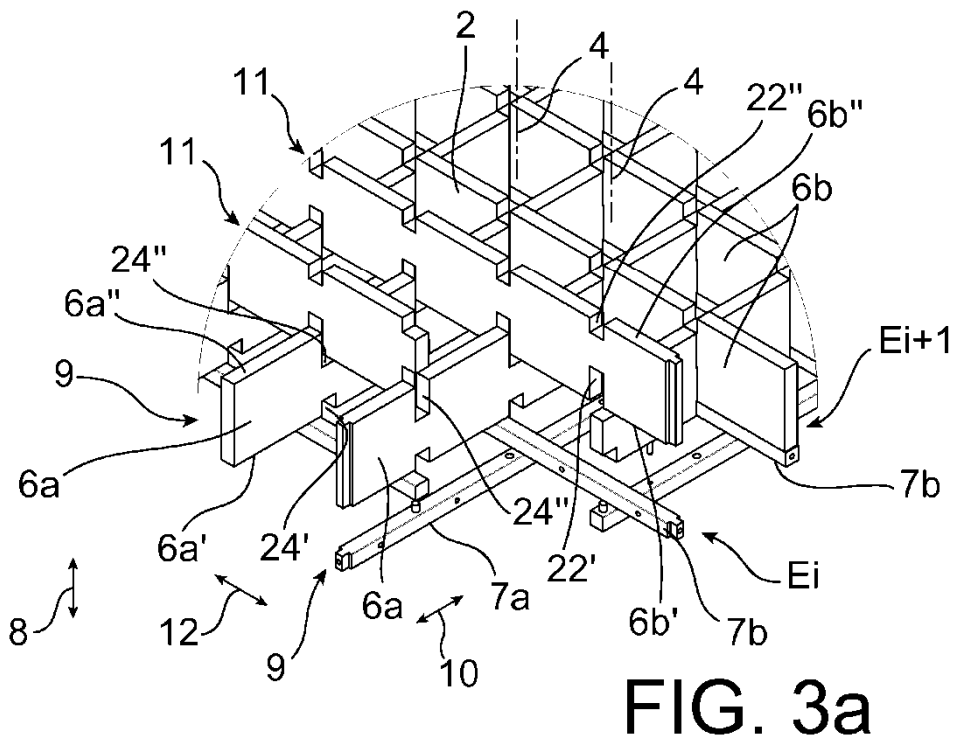
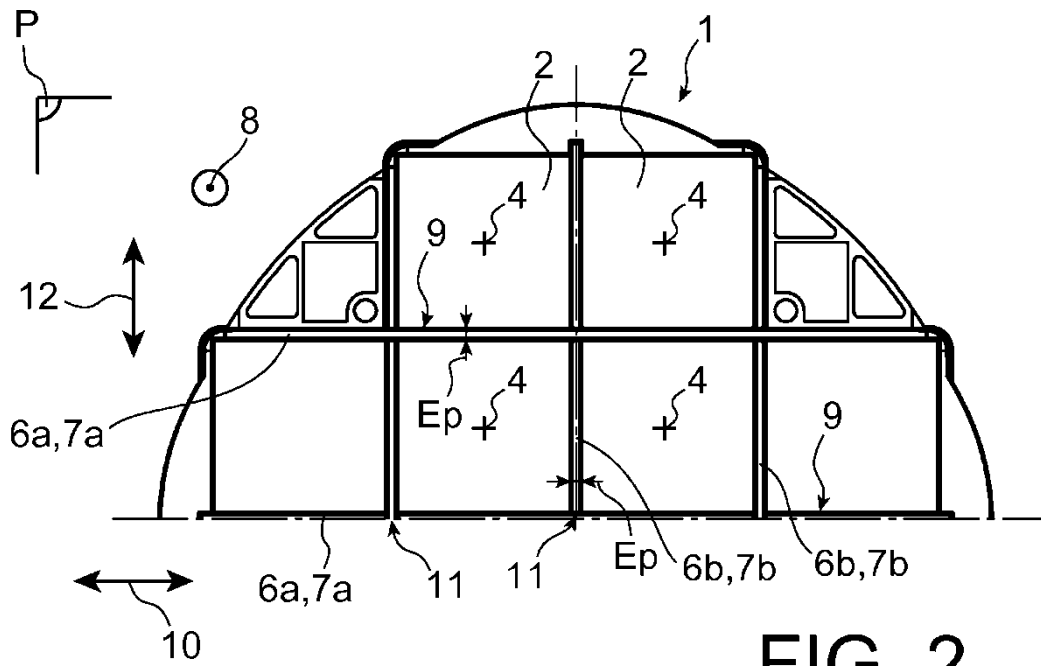


FIG. 1



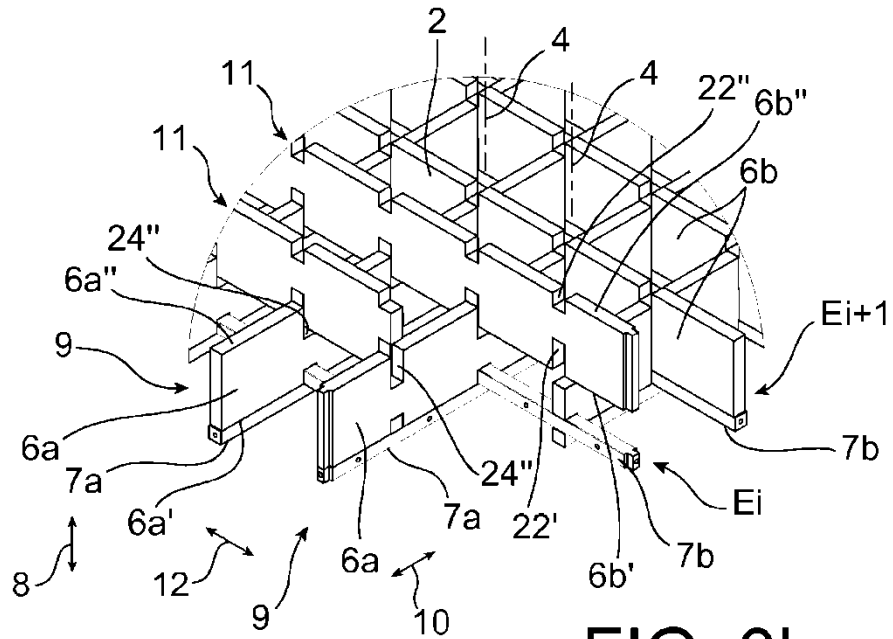


FIG. 3b

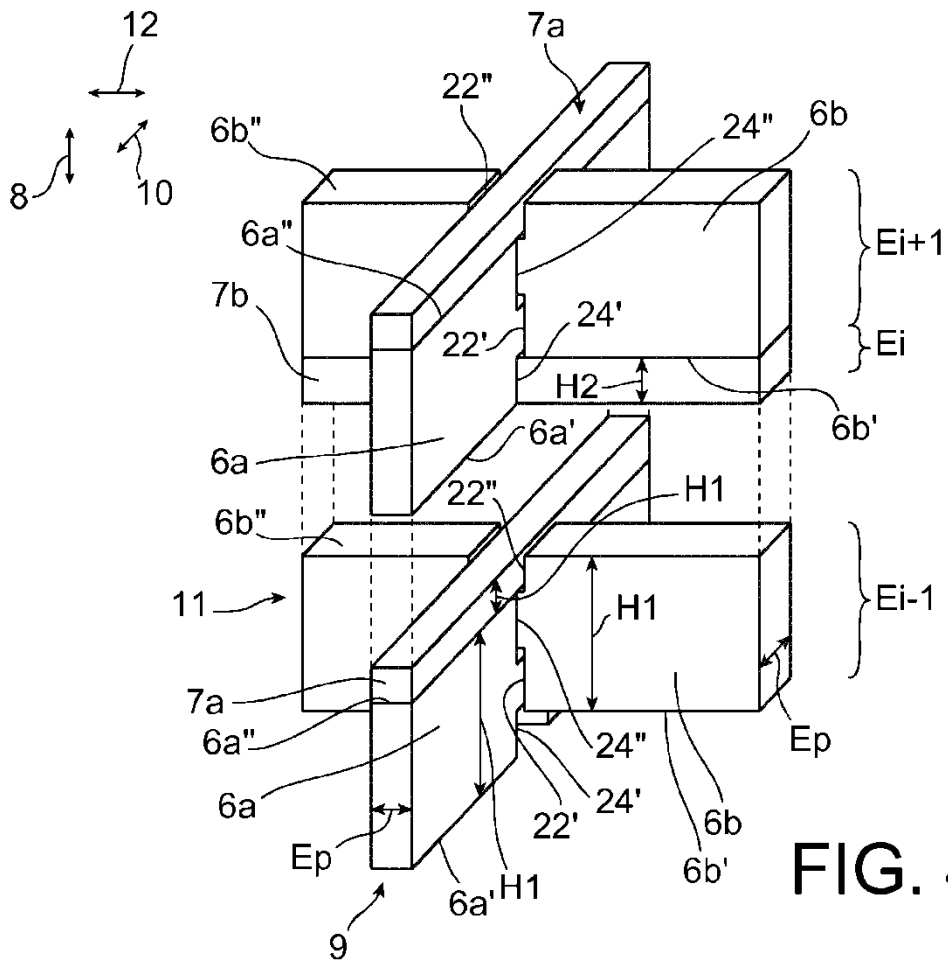


FIG. 4a

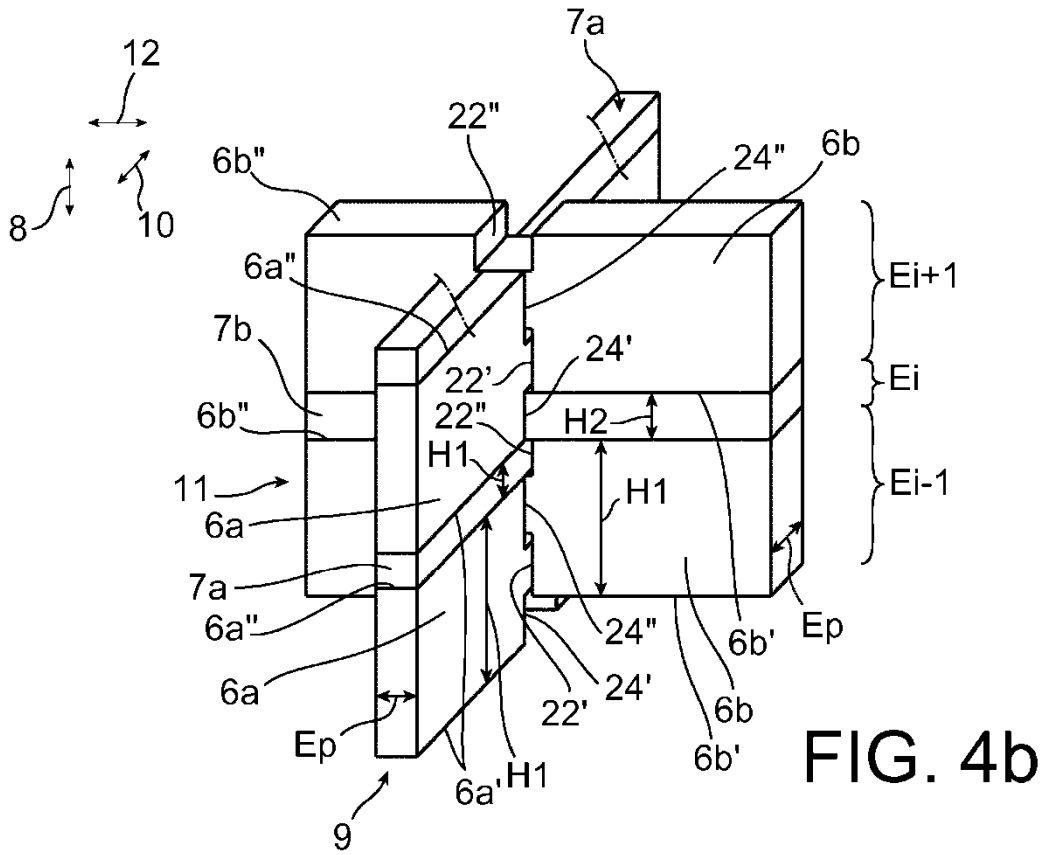


FIG. 4b

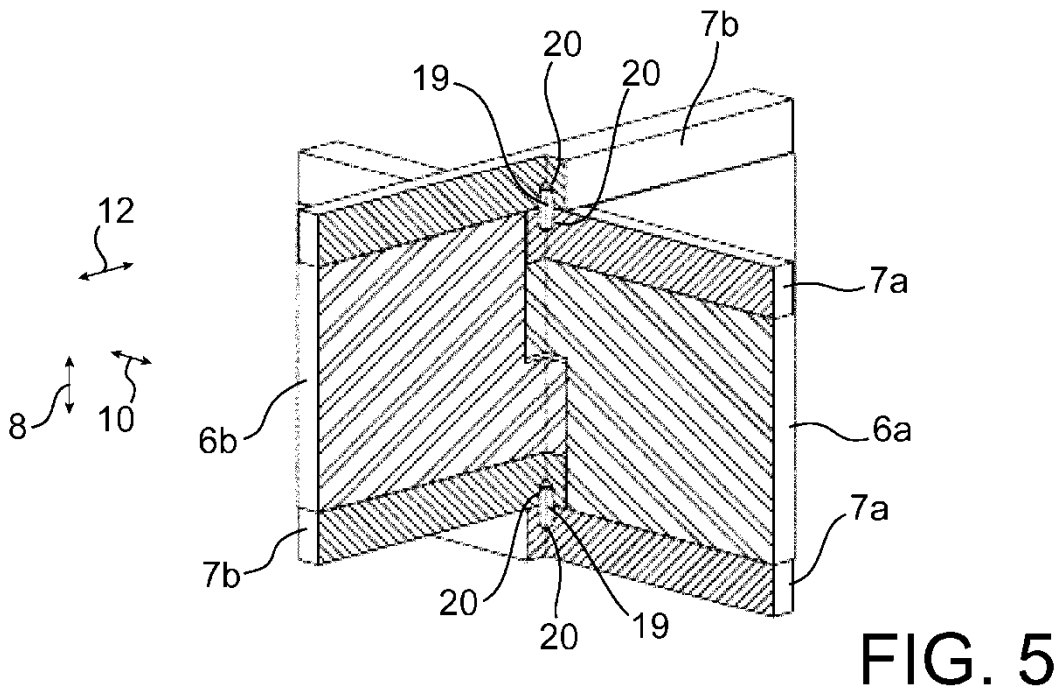
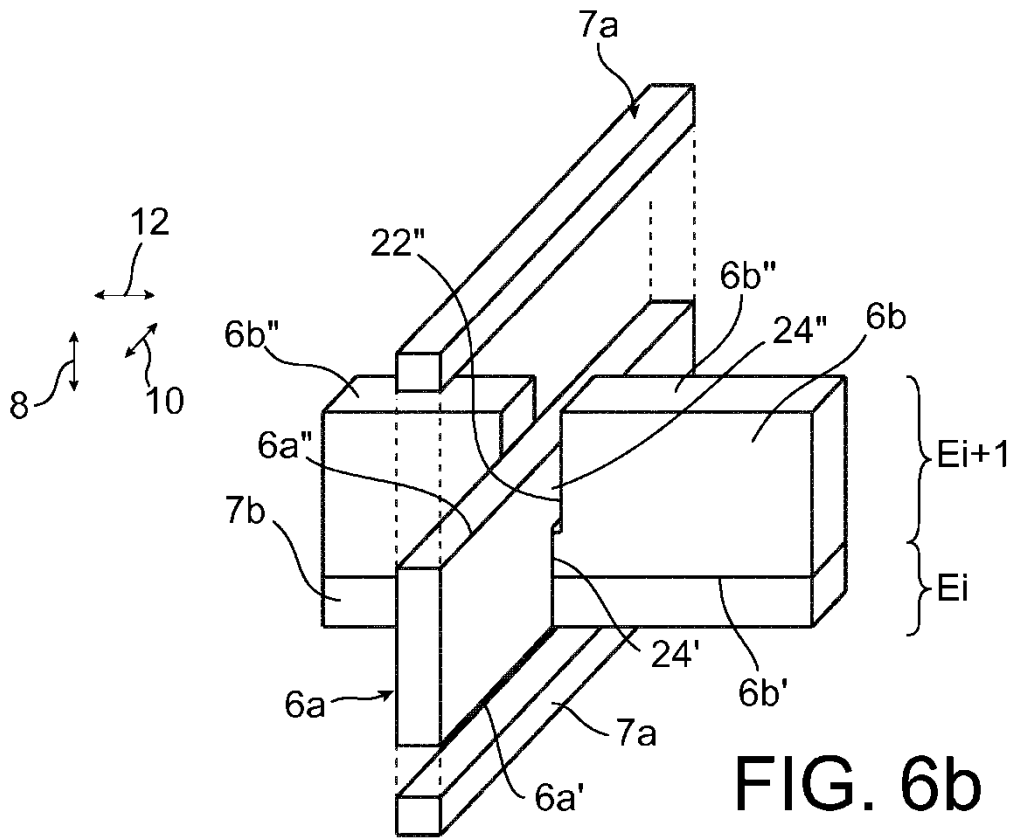
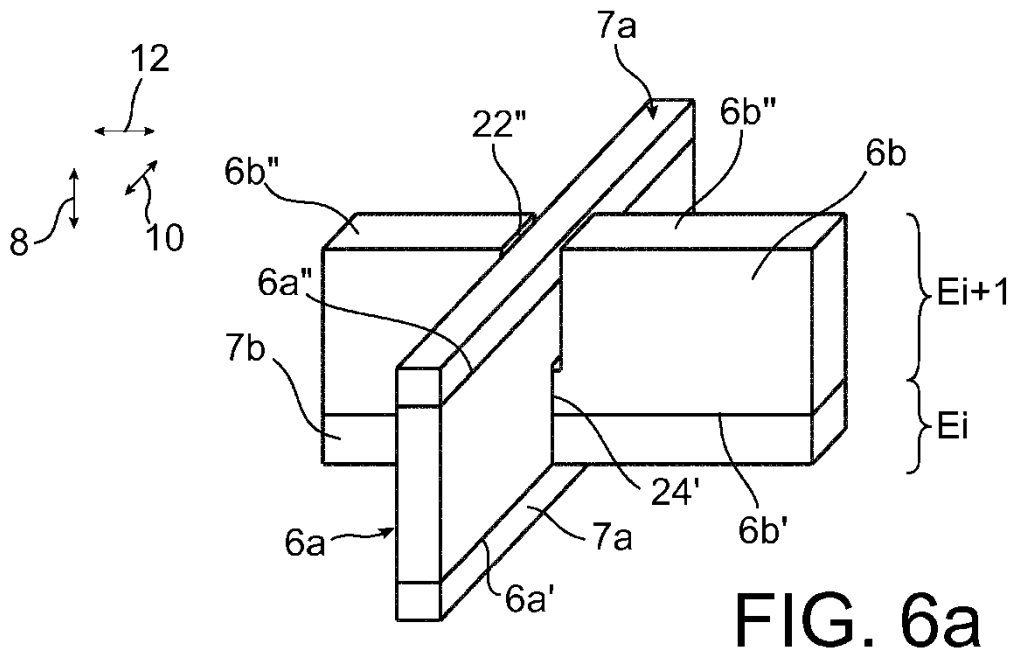


FIG. 5



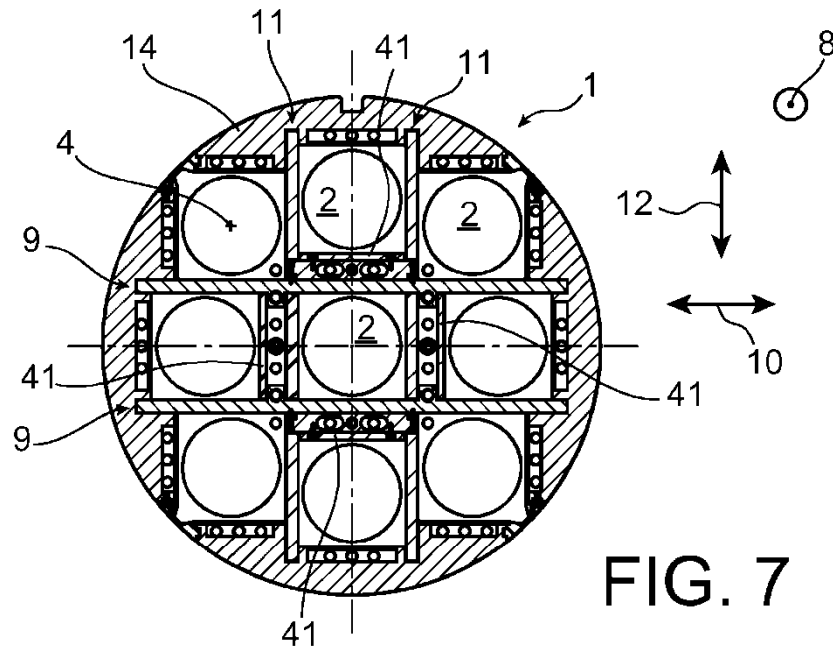


FIG. 7

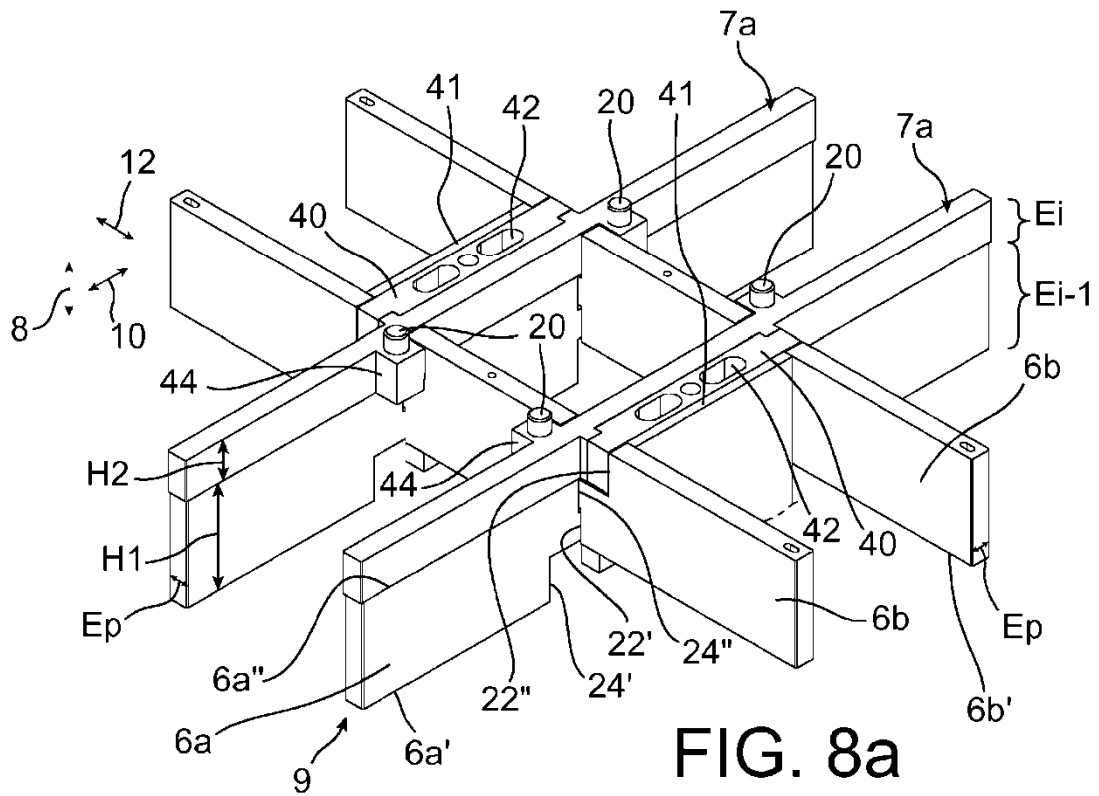


FIG. 8a

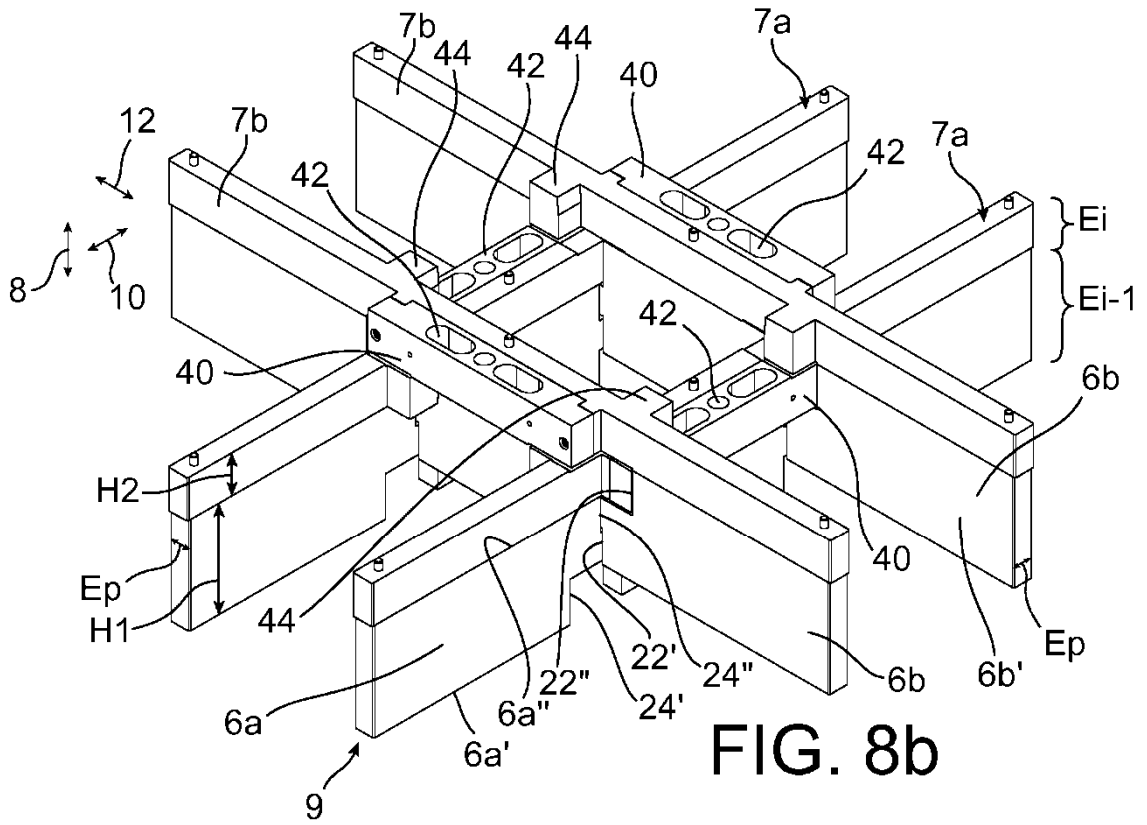


FIG. 8b

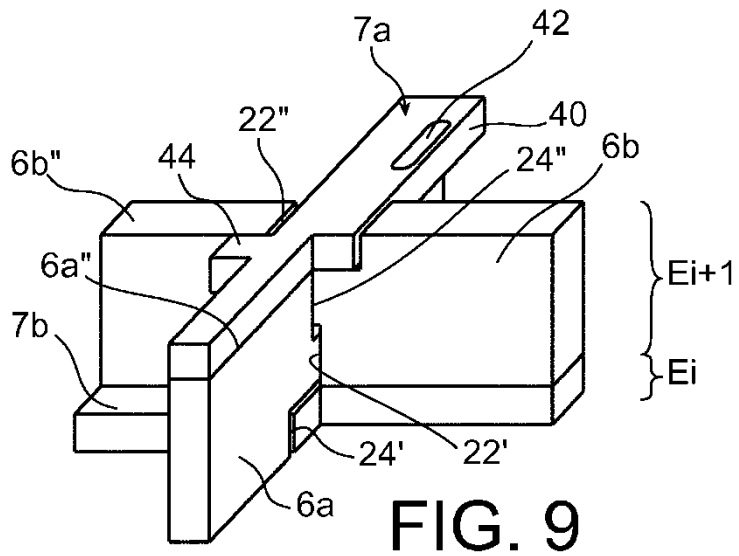


FIG. 9

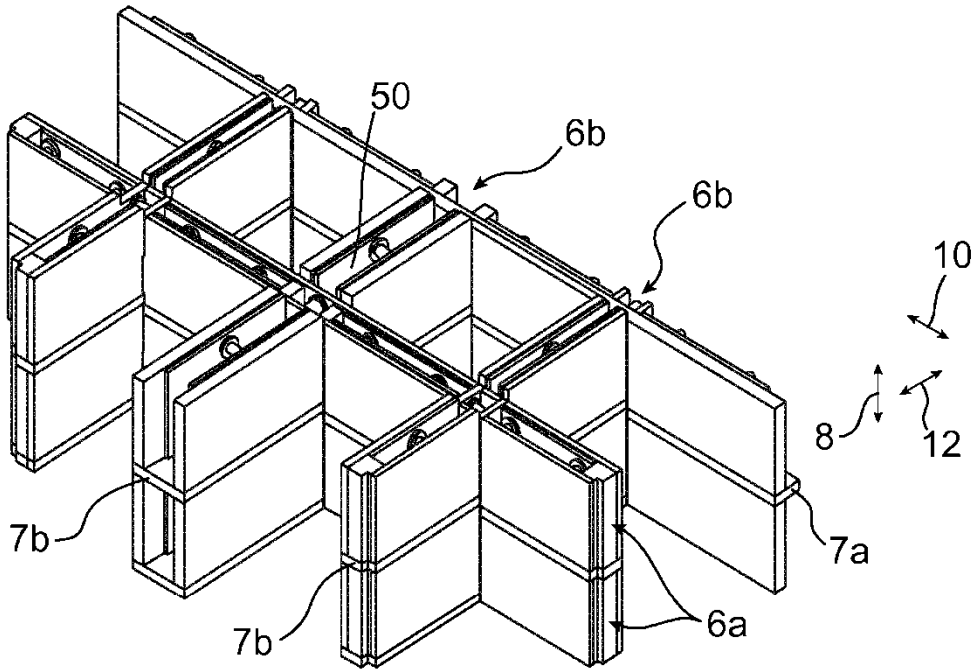


FIG. 10

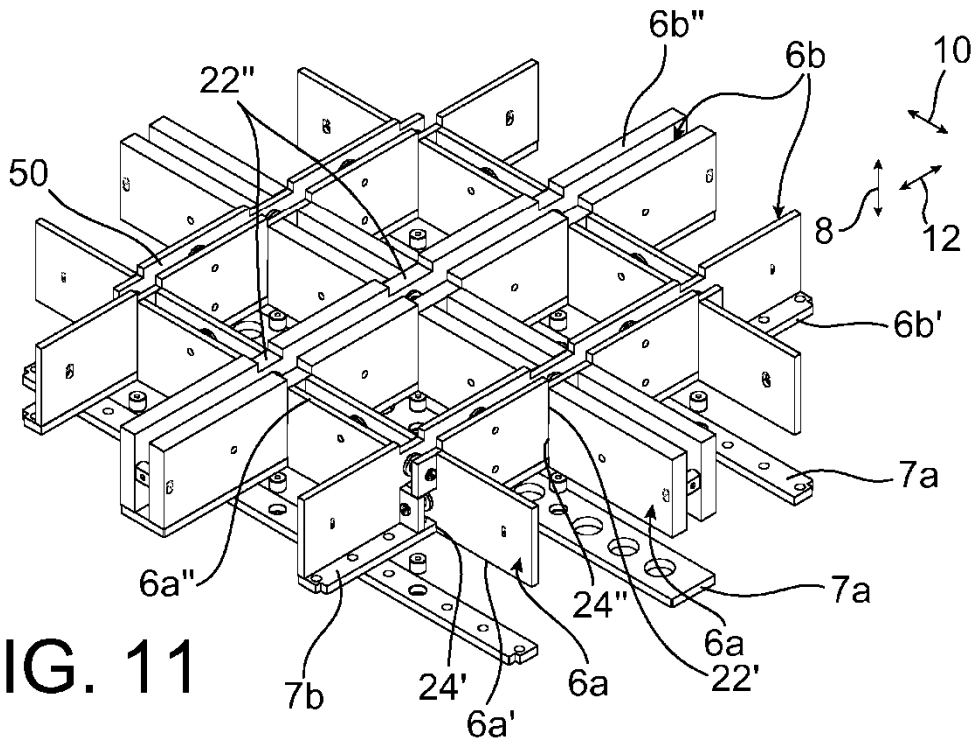


FIG. 11

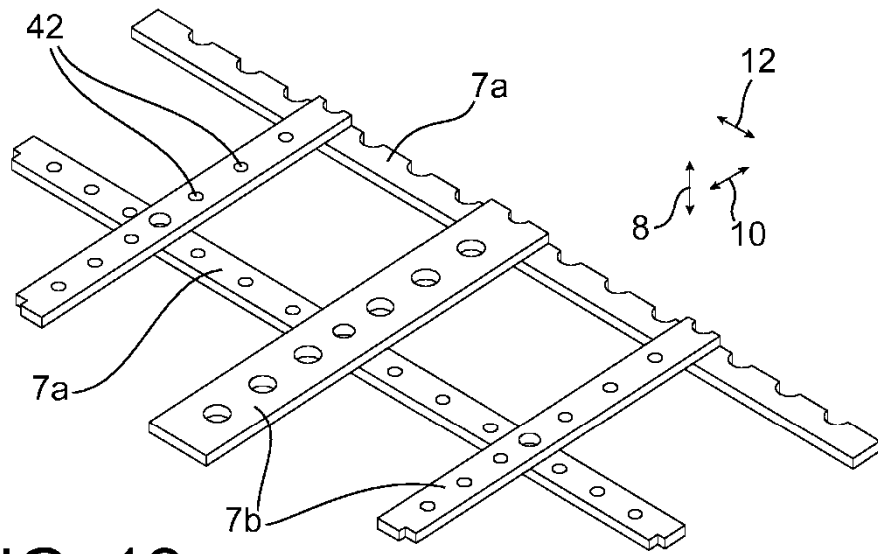


FIG. 12

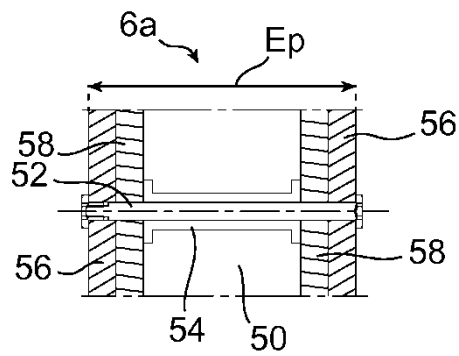


FIG. 13