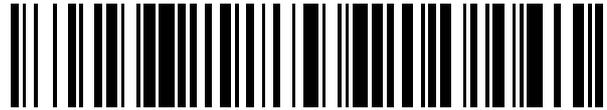


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 407 982**

51 Int. Cl.:

G21C 19/07 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2007 E 07116382 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2013 EP 1901310**

54 Título: **Aparato y método para soportar conjuntos combustibles en un entorno subacuático que tiene carga de acceso lateral**

30 Prioridad:

13.09.2006 US 844448 P

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

17.06.2013

73 Titular/es:

**HOLTEC INTERNATIONAL, INC. (100.0%)
555 LINCOLN DRIVE WEST
MARLTON, NJ 08053, US**

72 Inventor/es:

**SINGH, KRISHNA P. y
ROSENBAUM, EVAN**

74 Agente/Representante:

TORO GORDILLO, Francisco Javier

ES 2 407 982 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

Aparato y método para soportar conjuntos combustibles en un entorno subacuático que tiene carga de acceso lateral

5 La presente invención se refiere, en general, a un aparato y métodos para cargar y/o soportar conjuntos combustibles radioactivos y, específicamente, a un aparato y métodos para cargar y/o soportar conjuntos combustibles nucleares gastados en un entorno subacuático.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 En la industria de la energía nuclear, la fuente de energía nuclear está en forma de tubos de zircaloy huecos rellenos con uranio enriquecido, conocidos como conjuntos combustibles. Tras agotarse hasta cierto nivel, los conjuntos combustibles gastados se retiran del reactor. En ese momento, los conjuntos combustibles emiten niveles muy peligrosos de neutrones y protones gamma (es decir, radiación neutrónica y gamma). Es necesario que la radiación neutrónica y gamma emitida por los conjuntos combustibles gastados sea contenida adecuadamente en todo momento tras su remoción del reactor. Dado que el agua es un excelente absorbente de la radiación, los conjuntos combustibles gastados típicamente se sumergen en agua en una piscina rápidamente luego de ser retirados del reactor. El agua de la piscina también sirve para enfriar los conjuntos combustibles gastados, los cuales inicialmente pueden despedir cantidades peligrosas de calor que debe extraerse de los conjuntos combustibles.

15 Normalmente se utilizan bastidores de almacenamiento de combustible que sostienen una pluralidad de conjuntos combustibles gastados para soportar los conjuntos combustibles gastados en el entorno subacuático de la piscina. En general, es deseable que los bastidores de almacenamiento de combustible soporten los conjuntos combustibles en una orientación vertical. Cada conjunto combustible se coloca en una celda separada para que los conjuntos combustibles queden blindados con respecto a los demás. Las celdas normalmente son cavidades verticales alargadas abiertas en su extremo superior para recibir el conjunto combustible durante un procedimiento de carga. Un ejemplo de bastidor de combustible típico se describe en la Patente de los Estados Unidos 4.382.060 de Maurice Holtz et al., otorgada el 3 de mayo de 1983, cuyo contenido se incorpora a la presente en su totalidad a modo de referencia.

20 Durante un procedimiento típico de carga subacuática de bastidores de combustible existentes, un bastidor de combustible vacío se sumerge primero en una piscina de combustible. El bastidor de combustible debe ser lo suficientemente alto para que sus celdas puedan recibir la longitud total de los conjuntos combustibles para que los mismos se carguen en su interior. Inicialmente, un conjunto combustible se ubica encima del bastidor de combustible en orientación vertical y alineado con la celda en la que va a ser cargado. Una vez que se alcanza la alineación adecuada, el conjunto combustible se hace descender y se coloca dentro de la celda. El conjunto combustible mantiene una orientación vertical durante la totalidad del proceso de carga. A efectos de seguridad, la totalidad del conjunto combustible deber permanecer sumergida en el agua de la piscina en todo momento. Por lo tanto, la profundidad de la piscina debe ser, como mínimo, igual a la altura combinada del bastidor de combustible y la altura del conjunto combustible (más un margen de seguridad).

25 Este requisito de profundidad mínima para el procedimiento de carga subacuática presenta problemas para muchas instalaciones. En algunos casos, la piscina de combustible en sí misma no puede ser lo suficientemente profunda para albergar la altura combinada del bastidor de combustible y el conjunto combustible. En otros casos, las piscinas de mantenimiento temporal pueden no ser adecuadamente profundas para realizar el procedimiento de carga de manera adecuada.

30 El documento US-A-5365556 divulga un bastidor de combustible que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Compendio de la invención

Por lo tanto, es un objeto de la presente invención proporcionar un bastidor de combustible que pueda cargarse sin ubicar los conjuntos combustibles encima del bastidor de combustible.

45 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un bastidor de combustible que pueda cargarse lateralmente.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un bastidor de combustible que pueda cargarse en entornos de piscinas poco profundas.

Otro objeto adicional de la presente invención es proporcionar un bastidor de combustible que pueda soportar las cargas de alta inercia que actúan de acuerdo con las cargas hidráulicas provocadas por el movimiento del agua.

50 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un bastidor de combustible que pueda cargarse lateralmente y que, a la vez, proporcione una contención lateral adecuada para los conjuntos combustibles una vez cargados.

Otro objeto adicional de la presente invención es proporcionar un bastidor de combustible que elimine la necesidad de placas de absorción de neutrones.

Otro objeto más de la presente invención es proporcionar un bastidor de combustible que sea fácil de fabricar.

Es un objeto adicional de la presente invención proporcionar un método novedoso para cargar conjuntos combustibles gastados en un bastidor de combustible en un entorno subacuático.

5 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un método para cargar lateralmente conjuntos combustibles gastados en un bastidor de combustible.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un bastidor de combustible que sea compacto y maximice el espacio de almacenamiento de una piscina de combustible.

Otro objeto adicional de la presente invención es proporcionar un bastidor de combustible que resista la corrosión del agua.

10 Otro objeto más de la presente invención es proporcionar un bastidor de combustible que mantenga la estabilidad estructural bajo la exposición a la radiación.

15 Este y otros objetos son satisfechos por la presente invención, tal como se reivindica en la reivindicación 1. En una realización, el aparato para sostener conjuntos combustibles comprende: una pluralidad de placas que forman una grilla de celdas orientadas básicamente verticalmente para sostener conjuntos combustibles, medios para soportar una pluralidad de conjuntos combustibles en una orientación básicamente vertical dentro de las celdas y una pluralidad de ranuras alargadas que proporcionan acceso lateral al interior de las celdas.

20 En otra realización, la invención puede ser un aparato para sostener una pluralidad de conjuntos combustibles que tienen una sección transversal básicamente cuadrada que tiene un ancho y una diagonal, comprendiendo el aparato: una pluralidad de placas que forman una grilla de celdas orientadas básicamente verticalmente para sostener los conjuntos combustibles, teniendo las celdas un perfil horizontal rectangular transversal con un ancho que es mayor que la diagonal de los conjuntos combustibles, extendiéndose la pluralidad de placas desde una base que tiene medios para soportar los conjuntos combustibles en una orientación básicamente vertical dentro de las celdas; teniendo las ranuras un ancho; y en donde el ancho de la ranura es mayor que el ancho de los conjuntos combustibles y menor que la diagonal de los conjuntos combustibles.

25 En otra realización adicional, la invención puede ser un aparato para sostener conjuntos combustibles que comprende: una base; una pared central ubicada encima de la base en una orientación básicamente vertical, teniendo la pared central una primera y segunda superficie opuestas; extendiéndose un primer conjunto de paredes secundarias desde la primera superficie de la pared central en una configuración rectilínea y espaciada para formar una primera fila de celdas orientadas verticalmente; extendiéndose un segundo conjunto de paredes secundarias desde la segunda superficie de la pared central en una configuración rectilínea y espaciada para formar una segunda fila de celdas orientadas verticalmente; y, para cada celda, una ranura alargada verticalmente orientada que proporciona acceso lateral al interior de la celda desde el exterior del aparato.

35 En otra realización, la invención puede ser un método para cargar un conjunto combustible alargado que tiene un eje y al menos una porción que tiene una sección transversal básicamente cuadrada rectangular que tiene un ancho y una diagonal en un bastidor de combustible en un entorno subacuático, comprendiendo el método: a) proporcionar un bastidor de combustible en o cerca del fondo de una piscina de agua, comprendiendo el bastidor de combustible una pluralidad de placas que forman al menos una celda que tiene un perfil horizontal rectangular transversal que tiene un ancho que es mayor que la diagonal del conjunto combustible; una ranura alargada en un lado lateral del bastidor de combustible que forma un pasaje hacia la celda, teniendo la ranura un ancho; y en donde el ancho de la ranura es mayor que el ancho del conjunto combustible y menor que la diagonal del conjunto combustible; b) ubicar el conjunto combustible lateralmente adyacente a la ranura del bastidor de combustible de forma que el eje del conjunto combustible quede básicamente alineado con la ranura y el ancho del conjunto combustible quede básicamente paralelo al ancho de la ranura; c) desplazar el conjunto combustible en dirección lateral a través de la ranura y hacia el interior de la celda, pasando el ancho del conjunto combustible a través del ancho de la ranura; y d) rotar el conjunto combustible en un ángulo Θ sobre el eje del conjunto combustible de forma que la diagonal del conjunto combustible impida que el conjunto combustible se desplace hacia atrás a través de la ranura.

En otra realización, la invención puede ser un método para cargar lateralmente un conjunto combustible alargado en un bastidor de combustible.

50 En otra realización más, la invención puede ser un aparato para sostener conjuntos combustibles que permite la carga lateral.

En otro aspecto, la invención puede ser un aparato para soportar conjuntos combustibles alargados que tiene un eje, comprendiendo el aparato: una estructura de cuerpo que comprende una pluralidad de celdas para recibir un conjunto combustible alargado, teniendo el cuerpo una parte superior, un fondo y un primer lado lateral; una pluralidad de ranuras alargadas en el primer lado lateral de la estructura de cuerpo, formando cada ranura alargada

un pasaje lateral hacia el interior de una de la pluralidad de celdas; y medios para soportar los conjuntos combustibles dentro de las celdas.

5 En otro aspecto adicional, la invención puede ser un método para cargar un conjunto combustible alargado que tiene un eje y al menos una porción que tiene una sección transversal horizontal básicamente rectangular que tiene un ancho y una diagonal en un bastidor de combustible en un entorno subacuático, comprendiendo el método: a) proporcionar un bastidor de combustible en una piscina de agua, comprendiendo el bastidor de combustible una estructura de cuerpo que comprende una pluralidad de celdas alargadas, una parte superior, un fondo, un primer lado lateral, una pluralidad de ranuras alargadas en el primer lado lateral que forman pasajes laterales hacia el interior de las celdas, teniendo las ranuras alargadas un ancho que es mayor que el ancho del conjunto combustible y menor que la diagonal del conjunto combustible; b) ubicar el conjunto combustible lateralmente adyacente a una de las ranuras alargadas del bastidor de combustible de forma que el eje del conjunto combustible quede básicamente alineado con la ranura alargada, estando el conjunto combustible en una primera posición rotacional sobre el eje de forma que el conjunto combustible pueda pasar a través de la ranura alargada; c) desplazar el conjunto combustible en una dirección lateral a través de la ranura alargada y hacia el interior de la celda, pasando el ancho del conjunto combustible a través del ancho de la ranura; y d) rotar el conjunto combustible en un ángulo Θ sobre el eje del conjunto combustible a una segunda posición rotacional de forma de impedir que el conjunto combustible se desplace hacia atrás a través de la ranura.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

20 La Figura 1 es una vista en perspectiva de un bastidor de combustible de acuerdo con una realización de la invención.

La Figura 2 es una vista lateral del bastidor de combustible de la FIG. 1.

La Figura 3 es una vista de un corte transversal a lo largo de la línea A-A de la FIG. 2.

La Figura 4 es una vista de un corte transversal a lo largo de la línea B-B de la FIG. 2.

La Figura 5 es una vista de un corte transversal a lo largo de la línea C-C de la FIG. 2.

25 La Figura 6 es un primer plano del área D de la FIG. 5.

La Figura 7 es una vista superior del bastidor de combustible de la FIG. 1.

La Figura 8 es una vista de corte del bastidor de combustible de la FIG. 1 con uno de los paneles del fondo.

La Figura 9 es una vista en perspectiva de una realización de un conjunto estabilizador utilizado en el bastidor de combustible de la FIG. 1 de acuerdo con una realización de la presente invención.

30 La Figura 10 es una vista superior de una celda de la FIG. 1 que muestra detalles dimensionales relativos de la celda del conjunto estabilizador de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 11 es un diagrama de flujo de un método para cargar conjuntos combustibles en un bastidor de combustible de acuerdo con una realización de la presente invención.

35 La Figura 12A es una vista en perspectiva del bastidor de combustible de la FIG. 1, en donde un conjunto combustible se ubica para la carga lateral en el bastidor de combustible de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 12B es una vista superior de la FIG. 12A que muestra las dimensiones relativas de una celda del bastidor de combustible de la FIG. 12A y el conjunto combustible de acuerdo con una realización de la presente invención.

40 La Figura 13A es una vista en perspectiva del bastidor de combustible de la FIG. 1 en donde el conjunto combustible se ha desplazado horizontalmente hacia la celda del bastidor de combustible de la FIG. 1, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 13B es una vista superior de la celda cargada del bastidor de combustible de la FIG. 13A, de acuerdo con una realización de la presente invención.

45 La Figura 14A es una vista en perspectiva del bastidor de combustible de la FIG. 1 en donde un conjunto combustible se ha rotado a lo largo de su eje vertical dentro de la celda para alcanzar una posición en la que el conjunto combustible no puede retirarse lateralmente de la celda sin una rotación adicional de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 14B es una vista superior de la celda de combustible cargada de la FIG. 14A de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 15 es una vista en perspectiva del bastidor de combustible de la FIG. 1, en donde un conjunto combustible se ha cargado completamente en el bastidor de combustible y se ha hecho descender a un estabilizador que soporta completamente el conjunto combustible en una orientación vertical de acuerdo con una realización de la presente invención.

5 Divulgación de la invención

En referencia a la FIG. 1, se divulga una vista en perspectiva del bastidor de combustible **100** de acuerdo con una realización de la presente invención. El bastidor de combustible **100** está diseñado de forma tal que conjuntos combustibles pueden cargarse lateralmente en el bastidor de combustible **100** (es decir, a través de sus lados), logrando al mismo tiempo un almacenamiento vertical de los conjuntos combustibles. De esta forma, a diferencia de los bastidores de combustible de la técnica anterior, se elimina la necesidad de ubicar los conjuntos combustibles por encima del bastidor de combustible **100**, en una disposición apilada, durante el procedimiento de carga.

El bastidor de combustible **100** comprende una porción de cuerpo **10** y una porción de base **20**. El bastidor de combustible **100** se describe más adelante con delineación entre la porción de cuerpo **10** y la porción de base **20**; esta delineación se realiza solamente para facilitar la descripción y explicación del bastidor de combustible **100** y su función. Los expertos en la técnica comprenderán que el bastidor de combustible **100** puede ser una estructura unitaria y/o un aparato en donde algunos y/o todos sus componentes/elementos pueden atravesar las porciones de cuerpo y base **10**, **20** del bastidor de combustible **100**.

El bastidor de combustible **100** comprende dos paredes finales **30**, dos paneles laterales **40** y una placa base **50**. Las dos paredes finales **30** y los dos paneles laterales **40** son placas rectangulares orientadas verticalmente. Las dos paredes finales **30** tienen una superficie interior **31**, una superficie exterior **32**, una superficie superior **33**, una superficie inferior **34** y bordes laterales **35**. Los dos paneles laterales **40** tienen una superficie interior **41**, una superficie exterior **42**, una superficie superior **43** y una superficie inferior **44**. Las dos paredes finales **30** están conectadas a los dos paneles laterales **40** para formar un perímetro de la porción de base **20** (es decir, un alojamiento) que tiene un perfil horizontal generalmente rectangular transversal. La superficie inferior **34** de las dos paredes finales **30** y la superficie inferior **44** de los dos paneles laterales **40** están conectadas a una superficie superior **51** (que se muestra en la FIG. 5) de la placa base **50**. La altura de los paneles laterales **40** es menor que la altura de las paredes finales **30**, formando así, en esencia, un bastidor de combustible con paredes laterales truncadas. Preferiblemente, la altura de los paneles laterales **40** es igual a aproximadamente 60,96 cm (24 pulgadas). Preferiblemente, la altura de las paredes finales **30** es igual a aproximadamente 431,80 cm (170 pulgadas). Las dos paredes finales **30** y los dos paneles laterales **40** están hechos preferiblemente de acero inoxidable austenítico. Sin embargo, pueden usarse otros materiales lo suficientemente rígidos, siempre que sean resistentes a la corrosión y estructuralmente sólidos.

El bastidor de combustible **100** también comprende una placa principal **61** que es una placa rectangular orientada verticalmente que comprende dos superficies laterales opuestas **63**, dos bordes finales opuestos **64**, un borde superior **65** y un borde inferior **66**. El borde inferior **66** de la placa principal **61** está conectado a la superficie superior **51** de la placa base **50**. Los bordes finales **64** de la placa principal **61** están conectados a las superficies interiores **31** de las paredes finales **30** de forma que la superficie lateral **63** de la placa principal **61** es perpendicular a las superficies interiores **31** de las paredes finales **30**. Las conexiones preferiblemente se logran mediante soldadura. Sin embargo, pueden usarse otros medios de conexión conocidos en la técnica.

El bastidor de combustible **100** también comprende una pluralidad de placas secundarias **70** que son placas rectangulares que comprenden dos superficies finales opuestas **71**, un borde lateral proximal **72**, un borde lateral distal **73**, una superficie superior **74** y una superficie inferior **75**. La superficie inferior **75** de cada placa secundaria **70** está conectada a la superficie superior **51** de la placa base **50** de forma tal que las placas secundarias **70** están orientadas básicamente verticalmente. Las placas secundarias **70** están ubicadas en una relación de separación entre las superficies interiores **31** de las dos paredes finales **30**. Las superficies finales **71** de las placas secundarias **70** son básicamente paralelas a las superficies interiores **31** de las paredes finales **30**. Las placas secundarias **70** se ubican a lo largo de las superficies laterales opuestas **63** de la placa principal **61** y se extienden horizontalmente desde la misma. El borde lateral proximal **72** de cada placa secundaria **70** está conectado a la superficie lateral **63** de la placa principal **61** de forma que la superficie final **71** de la placa secundaria **70** es básicamente perpendicular a la superficie lateral **63** de la placa principal **61**. De esta forma, las placas secundarias **70** están conectadas a la placa principal **61** en una configuración rectilínea. Preferiblemente, la placa principal **61** y las placas secundarias **70** están hechas de acero inoxidable austenítico, pero la invención no se limita en este sentido.

Las placas principales **61** y las placas secundarias **70** están dispuestas de forma que se cruzan para formar una grilla **60** de celdas de combustible **11**. Las superficies finales **71** de dos placas secundarias **70** y la porción de la superficie lateral **63** de la placa principal **61** que se encuentra entre las dos placas secundarias **70** forman el perímetro de una celda de combustible **11**. Como se describirá más detalladamente más adelante, las celdas de combustible **11** son cavidades alargadas orientadas básicamente verticalmente con un tamaño y una forma adecuados para recibir y retener un solo conjunto combustible en una orientación vertical.

- 5 La porción de cuerpo **10** del bastidor de combustible **100** también comprende una pluralidad de miembros de retención **12**. Cada uno de los miembros de retención **12** está conectado al borde lateral distal **73** de cada una de las placas secundarias **70**. Como se describirá más detalladamente más adelante, los miembros de retención **12** forman un reborde/pestaña a lo largo de la altura de cada celda de combustible **11** que ayuda a evitar que los conjuntos combustibles debidamente cargados se caigan involuntariamente de la celda de combustible **11**. Los miembros de retención **12** se extienden desde la superficie superior **74** de las placas secundarias **70** hasta la superficie superior **43** del panel lateral **40** (que se ve mejor en las FIGS. 2 y 5). Sin embargo, la invención no se limita en este sentido y los miembros de retención **12** podrían ser segmentos truncados o el miembro de retención **12** puede tener una altura que sea una fracción de la altura de la placa secundaria **70** (y de la celda de combustible **11**), etc.
- 10 Cada miembro de retención **12** comprende una placa lateral **13**, dos placas finales horizontales opuestas **14** y dos placas finales en ángulo opuestas **15**. Las placas **13**, **14**, **15** están conectadas entre sí de forma que el miembro de retención **12** tiene un perfil horizontal transversal que forma un pentágono irregular (con excepción de los miembros de retención **12a** que están conectados a las paredes finales **30**). Preferiblemente, las placas **13**, **14**, **15** están hechas de acero inoxidable austenítico. Sin embargo, la invención no se limita en este sentido y pueden utilizarse otros materiales. El punto central de la placa lateral **13** del miembro de retención **12** está unido al borde lateral distal **73** de la placa secundaria **71**. Las placas finales horizontales **14** de los miembros de retención **12** son paralelas a las superficies finales **71** de las placas secundarias **70**. Las placas finales en ángulo **15** de los miembros de retención **12** están conectadas a la superficie final **71** de la placa secundaria **70**. La orientación en ángulo de las placas finales en ángulo **15** minimiza la intrusión en las celdas **11**, maximizando así el espacio utilizable. Como se describirá más detalladamente más adelante, las placas finales horizontales **14** de los miembros de retención **12** proporcionan una superficie lisa de forma que los conjuntos combustibles no se dañen durante la carga en la celda de combustible **11** y la orientación en ángulo de las placas finales en ángulo **15** ayuda a guiar los conjuntos combustibles durante el ciclo de descarga.
- 15 La separación entre las placas finales horizontales **14** de los miembros de retención **12** forman las ranuras **16**. En esencia, los miembros de retención **12** forman las ranuras **16** entre ellos. Cada ranura **16** proporciona un pasaje desde el exterior del bastidor de combustible **100** hacia una de las celdas de combustible **11**. Las ranuras **16** están orientadas verticalmente y son de naturaleza alargada. Se proporciona una sola ranura **16** para cada celda **11**. Al igual que con las celdas **11**, solo se identifican numéricamente algunas de las ranuras **16** en la FIG. 1 para evitar confusión. Las ranuras **16** se extienden básicamente por la totalidad de la longitud de la porción superior **10** a lo largo de los lados laterales opuestos del bastidor de combustible **100**. Como se describirá más detalladamente más adelante, las dimensiones de las ranuras **16** se seleccionan/diseñan para permitir que un conjunto combustible se desplace horizontalmente hacia la celda de combustible **11** cuando el conjunto combustible se encuentra en una primera orientación rotacional y para evitar que el conjunto combustible se desplace horizontalmente a través de las ranuras **16** cuando el conjunto combustible se encuentra en una segunda orientación rotacional.
- 20 La porción de base **20** comprende la placa base **50**, los paneles laterales **40** y una pluralidad de estabilizadores **80** (visibles en la FIG. 8). La porción de base **20** (y sus componentes) tiene la función de soportar y mantener los conjuntos combustibles que se cargan en las celdas **11** en una orientación básicamente vertical una vez que son cargados lateralmente en el bastidor de combustible **100** a través de las ranuras **16**. Cada estabilizador **80** se ubica en el fondo de cada celda **11**. Como se describirá más detalladamente más adelante, los estabilizadores **80** están diseñados para recibir de forma deslizable una porción final de un conjunto combustible y soportar el conjunto combustible en una orientación vertical dentro de las celdas **11**. Los detalles estructurales de los estabilizadores se describirán más detalladamente con respecto a la FIG. 8.
- 25 En referencia ahora a la FIG. 2 se ilustra el lado izquierdo del bastidor de combustible **100**. El lado derecho del bastidor de combustible **100** es idéntico. Preferiblemente, el bastidor de combustible **100** tiene un ancho W que es igual a aproximadamente 208,28 cm (82 pulgadas) y una altura H_1 que es igual a aproximadamente 439,42 cm (173 pulgadas). Preferiblemente, los paneles **40** tienen una altura H_2 que es igual a aproximadamente 60,96 cm (24 pulgadas). De esta forma, para que un conjunto combustible se cargue en el bastidor de combustible **100**, el mismo debe elevarse solamente aproximadamente 66,04 cm (26 pulgadas) para superar la altura de la superficie superior **43** del panel lateral **40** e ingresar en las celdas de combustible **11** a través de las ranuras **16**. Sin embargo, la invención no se limita a ninguna dimensión en particular, siempre que la misma cumpla con su función pretendida.
- 30 Como puede verse claramente en la FIG. 2, los miembros de retención **12** forman las ranuras **16** entre ellos. En la realización ilustrada, hay once miembros de retención **12** a cada lado lateral del bastidor de combustible **100** que forman diez ranuras **16**. Sin embargo, la invención no se limita a un número específico de componentes. Los miembros de retención **12** (y, por lo tanto, las ranuras **16**) se extienden desde la superficie superior del bastidor de combustible **100** a la superficie superior del panel lateral **40** de la porción de base **20**.
- 35 La placa base **50** forma el piso para cada una de las celdas **11**. La placa base **50** es una placa rectangular hecha preferiblemente de acero inoxidable austenítico. Sin embargo, la invención no se limita en este sentido y pueden utilizarse otros materiales.

5 El bastidor de combustible **100** también comprende una pluralidad de anclajes ajustables **90**. Los anclajes **90** están conectados a la superficie inferior **52** de la placa base **50**. El bastidor de combustible **100** comprende diez anclajes **90** por lado. Sin embargo, la invención no se limita a ningún número de anclajes **90** en particular, siempre que se mantenga la estabilidad del bastidor de combustible **100**. Los anclajes **90** se roscan en empotramientos en un piso de piscina y mantienen un espacio entre el fondo del bastidor de combustible **100** y el piso de la piscina de manera de mantener un flujo suficiente por debajo de la placa base **50**. Esto permite almacenar combustible gastado en el bastidor de combustible **100** si fuera necesario. Los anclajes **90** están conectados a la superficie inferior de la placa base **50** a través de cualquier técnica de conexión adecuada. Los anclajes **90** preferiblemente se conectan a la placa base a través de soldaduras de filete continuas de tamaño adecuado. El detalle estructural de los anclajes se describirá con mayor detalle con respecto a la FIG. 6.

10 En referencia ahora a la FIG. 3, se muestra un corte transversal del bastidor de combustible **100** a lo largo de la vista A-A de la FIG. 2 para que puedan identificarse y describirse los detalles internos y los componentes de la porción de base **20** del bastidor de combustible **100**. Como se mencionó anteriormente, un estabilizador **80** se ubica en el fondo de cada celda **11**. Cada estabilizador **80** forma una cavidad estabilizadora **81** (descrita con relación a las FIGS. 8 y 9) que recibe de forma deslizante y soporta una porción final de un conjunto combustible. El estabilizador **80** es una estructura que tiene un perfil horizontal rectangular transversal ubicado en la placa base **50** para formar un rombo. La orientación de las cavidades estabilizadoras **81** (es decir, rombo) resulta en un grado de inclinación P que es lo suficientemente grande (y/o en una mayor cantidad de espacio entre conjuntos combustibles adyacentes almacenados en el bastidor de combustible **100**) como para que pueda prescindirse de absorbedores de neutrones para el control de la reactividad. Preferiblemente, el grado de inclinación P es igual a aproximadamente 20,32 cm (8 pulgadas). Las esquinas de los estabilizadores **80** están en contacto con las placas secundarias **70**, la placa principal **61** y los paneles laterales **40** y pueden soldarse a los mismos.

15 El bastidor de combustible **100** también comprende un arreglo de depresiones ahusadas **53** que son una característica de diseño en la superficie superior **51** de la placa base **50** que ayuda a estabilizar y orientar un conjunto combustible mediante interacción con su superficie inferior. En otras palabras, las depresiones **53** hacen de superficie de apoyo para el fondo de un conjunto combustible que se carga en la celda **11**. Las depresiones **53** se ubican en el centro del fondo de cada celda **11** (y, por lo tanto, de cada cavidad estabilizadora **81**). El detalle estructural de las depresiones **53** se describirá más detalladamente con respecto a la FIG. 6 más adelante.

20 La placa base **50** también comprende una pluralidad de agujeros de anclaje **91** que permiten el acceso a los anclajes **90** a través de la superficie superior **51** de la placa base **50**. Los agujeros de anclaje **91** están alineados con los anclajes **90** y preferiblemente tienen un diámetro de 19,05 mm (3/4 pulgadas).

25 En referencia ahora a la FIG. 4, se muestra un corte transversal del bastidor de combustible **100** a lo largo de la vista B-B para que se vean claramente los detalles de la grilla **60** de las celdas de combustible **11** y las ranuras **16**. La grilla **60** de celdas **11** comprende una primera fila **17** de celdas de combustible **11** y una correspondiente segunda fila **18** de celdas de combustible **11**. En la realización ilustrada, hay dos filas **17**, **18** que consisten en diez celdas de combustible **11** cada una, totalizando veinte celdas de combustible **11**. Sin embargo, la invención no se limita en este sentido y el bastidor de combustible **100** puede comprender cualquier cantidad deseada de celdas de combustible **11**. La cantidad y la disposición de las celdas de combustible **11** utilizadas para cualquier bastidor de combustible **100** específico dependerá de las necesidades de almacenamiento de las instalaciones en las cuales se utilizarán y del tamaño de la piscina en las que se utilizarán. Como se describió anteriormente, la grilla **60** de celdas **11** es formada por una pluralidad de placas que se cruzan que comprende la placa principal **61** y una pluralidad de placas secundarias **70**. La placa principal **61** separa la primera fila **17** de la segunda fila **18** de celdas de combustible **11**, mientras que las placas secundarias **70** separan las celdas de combustible **11** de la primera fila **17** entre sí y las celdas de combustible **11** de la segunda fila **18** entre sí.

30 Las ranuras **16** se forman entre los miembros de retención **12**, por lo que hay un primer conjunto de ranuras **16** que proporciona acceso lateral a la primera fila **17** de las celdas **11** desde un primer lado lateral **101** (que se muestra en la FIG. 7) del bastidor de combustible **100** y un segundo conjunto de ranuras **16** que proporciona acceso lateral a la segunda fila **18** de las celdas de combustible **11** desde un segundo lado lateral **102** (que se muestra en la FIG. 7) del bastidor de combustible **100**. Las ranuras **16** están orientadas de forma que sus anchos son básicamente paralelos a la placa principal **41**. En esta realización, los miembros de retención **12** están soldados a la placa secundaria **70**. Dos miembros de retención finales **12b** están soldados a las paredes finales **30**. Los dos miembros de retención finales **12a** funcionan de la misma manera que los miembros de retención **12**, excepto que son la mitad de los miembros de retención **12** porque hay solo una celda **11** en la cual se extienden. Los miembros de retención **12** forman una pestaña/reborde en las paredes de las celdas **11**, formando así una ranura **16** que es más angosta que las celdas **11**. Preferiblemente, el ancho W_2 de la celda de combustible **11** es igual a 20,32 cm (8 pulgadas) y el ancho W_1 de la ranura **16** es igual a 15,24 cm (6 pulgadas). Además, es preferible que la distancia D entre la superficie lateral de la placa principal **61** y el miembro de retención **12** sea igual a aproximadamente 12,70 cm (5 pulgadas). Sin embargo, la invención no se limita en este sentido y las dimensiones de las ranuras **16** y las celdas de combustible **11** dependerán del combustible nuclear gastado a ser almacenado en ellas.

En referencia ahora a la FIG. 5, se ilustra un corte transversal del bastidor de combustible **100** a lo largo de la vista C-C de la FIG. 2. La porción de base **20** también comprende una pluralidad de agujeros de flujo **54** ubicados cerca de la superficie inferior **75** de las placas secundarias **70**. Los agujeros de flujo **54** son cortes de forma circular en las placas secundarias **70** que permiten el pasaje del flujo de agua. Los agujeros de flujo **54** confieren enfriamiento y facilitan la inmersión del bastidor de combustible **100**. Preferiblemente, hay cuatro agujeros de flujo **54** por celda de combustible **11**. Sin embargo, la invención no se limita en este sentido y puede modificarse la forma, el tamaño y la cantidad de los agujeros de flujo.

En referencia ahora a la FIG. 6, se ilustra el detalle estructural del área **D** de la FIG. 5. Los anclajes **90** se ubican cerca de los bordes laterales de la placa base **50**. Los anclajes **90** comprenden un manguito roscado internamente **91** y un eje roscado externamente **92**. El manguito **91** preferiblemente está hecho de acero inoxidable austenítico. El eje **93** preferiblemente está hecho de una aleación de alta resistencia, tal como acero inoxidable endurecido por precipitación A564-630 o SA564-630.

Las depresiones ahusadas **53** en la placa base **50**, que hace de superficie de apoyo de un conjunto combustible completamente cargado, contienen superficies biseladas **55**. La línea central de las depresiones **53** define el eje geométrico de simetría para cada celda **11**. Si bien se ilustra una sola depresión por celda **11**, en otras realizaciones puede proporcionarse una pluralidad de depresiones. Además, en lugar de las depresiones **53**, el bastidor de combustible **100** podría comprender una protuberancia en forma de anillo o una pluralidad de protuberancias que engancharían el fondo de un conjunto combustible cargado en el mismo. Las depresiones **53** preferiblemente se superponen con los agujeros de flujo **54** para que el fluido pueda fluir directamente sobre el extremo inferior de un conjunto combustible que se apoya en la depresión **53**.

En referencia a la FIG. 7, se ilustra una vista superior del bastidor de combustible **100**. El bastidor de combustible **100** está diseñado para albergar veinte conjuntos combustibles en una orientación básicamente vertical, manteniendo a la vez una distancia suficiente entre cada conjunto combustible como para no requerir absorbedores de neutrones entre las celdas **11**. Como puede verse, las depresiones **53** están centradas dentro de la cavidad **81** formada por el estabilizador **80**. El estabilizador **80**, en cambio, está centrado dentro de la celda de combustible **11** para que un conjunto combustible cargado en la misma también esté centrado en la celda de combustible **11**. Preferiblemente, el bastidor de combustible **100** tiene un ancho **W** igual a aproximadamente 208,28 cm (82 pulgadas) y una longitud **L** igual a aproximadamente 43,18 cm (17 pulgadas). Sin embargo, la invención no se limita en este sentido.

En referencia a las FIGS. 8 y 9 conjuntamente, los estabilizadores **80** se describirán más detalladamente. En la FIG. 8, los paneles laterales **40** y los miembros de retención **12** se encuentran cortados para que pueda verse la posición de los estabilizadores **80** en las celdas **11**. Los estabilizadores **80** se ubican en el fondo de cada celda **11** sobre la placa base **50** en la orientación ilustrada en la FIG. 9. Los estabilizadores **80** están formados por placas **83** que están conectadas en sus bordes para formar una estructura de forma rectangular. Las placas **83** están unidas a la placa base **60** en una orientación vertical. Las placas **83** están hechas preferiblemente de acero inoxidable austenítico y están unidas preferiblemente a la placa base **60** mediante soldaduras de filete.

Cada estabilizador **80** comprende una cavidad estabilizadora **81** para recibir en forma deslizable y soportar una porción final de un conjunto combustible. Las cavidades estabilizadoras **81** tienen un perfil transversal horizontal que se corresponde en tamaño y forma con el perfil transversal horizontal del conjunto combustible que ha de cargarse en las mismas. Se permite una pequeña tolerancia para facilitar la carga.

El estabilizador **80** tiene un extremo superior abierto **83** y un extremo inferior cerrado/piso (formado por la placa base **50**). El extremo superior abierto **83** de cada estabilizador **80** se encuentra en comunicación espacial con el volumen restante de la celda de combustible **11** en la cual se encuentra ubicado, permitiendo así que un conjunto combustible sea soportado verticalmente por el estabilizador **80** y se extienda hacia la celda **11**. Las placas del estabilizador **82** están ubicadas encima de la placa base **50**.

La forma transversal horizontal de la cavidad estabilizadora **81** evita que un conjunto combustible cargado en la misma rote a lo largo de su eje para alinearse con la ranura **16**. Dicho de otra forma, el conjunto combustible debe ser elevado de la cavidad estabilizadora **81** por un manipulador de combustible para que rote y pueda retirarse a través de las ranuras **16**.

En referencia ahora a la FIG. 10, se describirá la relación geométrica preferida entre la cavidad estabilizadora **81** y las celdas de combustible **11**. La cavidad estabilizadora **81** tiene un perfil transversal rectangular que tiene una diagonal **D₂**. Las celdas de combustible **11** tienen un perfil transversal rectangular que tiene una diagonal **D₃**. El estabilizador **80** se ubica preferiblemente dentro de la celda **11** de forma que las diagonales **D₂**, **D₃** se crucen en un ángulo Θ que no sea cero. Al ubicar los estabilizadores **80** en las celdas **11** de forma que las diagonales **D₂**, **D₃** se crucen en un ángulo Θ distinto de cero se asegura que un conjunto combustible cargado que descansa en la cavidad estabilizadora **81** no se pueda mover a través de la ranura **16**. Esto se describirá más detalladamente más adelante. En esta realización, los estabilizadores **80** se ubican en las celdas **11** de manera que el ángulo Θ es igual a aproximadamente 45 grados. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán que el ángulo Θ no está limitado en este sentido.

5 En referencia a la FIG. 12B, las ranuras **16** tienen un primer ancho W_1 y las celdas de combustible **11** tienen un segundo ancho W_2 . El primer ancho W_1 es menor que el segundo ancho W_2 . Los conjuntos combustibles **110** tienen las dimensiones transversales horizontales que consisten en el tercer ancho W_3 por el cuarto ancho W_4 y el ancho diagonal D_1 . El primer ancho W_1 es mayor que el tercer ancho W_3 y menor que el ancho diagonal D_1 . El segundo ancho W_2 es mayor que el ancho diagonal D_1 . Las dimensiones relativas de las ranuras **16**, las celdas de combustible **11** y el conjunto combustible **110** son tales que el conjunto combustible **110** puede cargarse lateralmente a través de la ranura **16** en la celda de combustible **11** y luego el conjunto combustible **110** puede rotarse a lo largo del eje vertical dentro de la celda de combustible **11**. Una vez que el conjunto combustible está totalmente rotado no puede salirse involuntariamente de la celda de combustible **11** a través de la ranura **16**. En esta realización, un conjunto combustible rotado 45 grados a lo largo del eje vertical con relación a la ranura **16** será demasiado ancho para volver a pasar a través de la ranura. Sin embargo, la invención no está limitada. El grado de rotación variará dependiendo de las dimensiones del conjunto combustible a cargarse, el ancho de la celda de combustible **11** y el ancho de la ranura **16**.

10 La FIG. 11 es un diagrama de flujo de una realización de un método de la presente invención. Para facilitar la comprensión, el método se describirá con referencia al bastidor de combustible **100** como se ilustra en las FIGS. 12A - 15. Sin embargo, los expertos en la técnica comprenderán que el método no se limita al bastidor de combustible **100**. Evidentemente, pueden usarse otras estructuras siempre que se logre la función pretendida.

15 Un bastidor de combustible **100** que tiene una pluralidad de ranuras **16** que proporcionan acceso lateral a las celdas de almacenamiento **11** se sumerge en una piscina de combustible. Como tal, el paso **1110** del método **1100** está completo.

20 Una vez realizado el paso **1110**, un conjunto combustible **110** se eleva y ubica lateralmente adyacente a la ranura **16** del bastidor de combustible **100**, como se muestra en las FIGS. 12A y 12B. El conjunto combustible **110** se eleva preferiblemente hasta una altura menor que 1/2 de la altura del conjunto combustible **110**, más preferiblemente menor que 1/4 de su altura e incluso más preferiblemente menor que 1/5 de su altura. El eje vertical del conjunto combustible **110** se alinea con la ranura **16** y el ancho W_3 del conjunto combustible **110** es paralelo al ancho W_1 de la ranura **16** (es decir, la superficie lateral **63** de la placa principal **61** es paralela a una superficie lateral **111** del conjunto combustible **110**). Como tal, el paso **1120** del método **1100** está completo.

25 Una vez que el paso **1120** está completo, el conjunto combustible **110** se desplaza en dirección lateral a través de la ranura **16** y hacia el interior de la celda **11**, como se muestra en las FIGS. 13A y 13B. El ancho W_3 del conjunto combustible **110** pasa a través del ancho W_1 de la ranura **16**. Como tal, el paso **1130** del método **1100** está completo.

30 Una vez que el paso **1130** está completo, el conjunto combustible **110** se rota alrededor de su eje vertical en un ángulo Θ , como se muestra en las FIGS. 14A y 14B. Después de que el conjunto combustible **110** se ha rotado, como se muestra en las FIGS. 14A y 14B, la diagonal D_1 del conjunto combustible **110** impide el desplazamiento hacia atrás del conjunto combustible a través de la ranura **16** sin rotación adicional. Como tal, el paso **1140** está completo.

35 En referencia ahora a la FIG. 15, una vez que el paso **1140** está completo, el conjunto combustible **110** se hace descender dentro de la cavidad estabilizadora **81** de forma que sea soportado en una orientación básicamente vertical y se impida su rotación adicional sin ser retirado de la cavidad estabilizadora **81**. Como tal, el paso **1150** está completo. Pueden llevarse a cabo los pasos en sentido inverso para retirar el conjunto combustible **110** del bastidor de combustible **100**.

40

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para soportar conjuntos combustibles alargados (110) que tiene un eje, comprendiendo el aparato:
- una estructura de cuerpo (10) que comprende una pluralidad de celdas (11) para recibir un conjunto combustible alargado (110), teniendo el cuerpo una parte superior, un fondo y un primer lado lateral;
- 5 una pluralidad de ranuras alargadas (16) en el primer lado lateral de la estructura de cuerpo (10), formando cada ranura alargada (16) un pasaje lateral (16) hacia el interior de una de la pluralidad de celdas (11);
- caracterizado por que las ranuras alargadas (16) tienen un tamaño y una forma tales que:
- (i) cuando el conjunto combustible (110) se encuentra en una primera posición rotacional sobre el eje, el conjunto combustible (110) no puede pasar a través de la ranura alargada (16), y
- 10 (ii) cuando el conjunto combustible (110) se encuentra en una segunda posición rotacional sobre el eje, el conjunto combustible (110) puede pasar a través de la ranura alargada (16) sin obstrucciones;
- incluyendo además el aparato (100) medios (8) para soportar los conjuntos combustibles (110) dentro de las celdas (11) en la primera posición rotacional.
2. El aparato de la reivindicación 1 que comprende, además:
- 15 una grilla (60) de placas (61, 70) que forman la pluralidad de celdas (11); y
- una placa base, estando la grilla (60) de placas (61, 70) ubicada encima de la placa base.
3. El aparato de la reivindicación 2 que comprende, además:
- la estructura de cuerpo (10) que tiene un segundo lado lateral opuesto al primer lado lateral;
- 20 la grilla (60) de placas (61, 70) que forma una primera fila de las celdas (11) y una segunda fila de las celdas (11);
- la pluralidad de ranuras alargadas (16) en el primer lado lateral de la estructura de cuerpo (10) que forma pasajes laterales hacia la primera fila de las celdas (11); y
- una pluralidad de las ranuras alargadas (16) en un segundo lado lateral de la estructura de cuerpo (10) que forma pasajes laterales hacia la segunda fila de las celdas (11).
- 25 4. El aparato de la reivindicación 1, en donde el medio de soporte comprende una estructura estabilizadora (80) ubicada en el fondo de cada una de las celdas (11), teniendo las estructuras estabilizadoras (80) una cavidad estabilizadora (81) que tiene un piso y un extremo superior abierto en comunicación espacial con las celdas (11).
5. El aparato de la reivindicación 4, en donde las celdas (11) tienen un perfil horizontal rectangular transversal y las cavidades estabilizadoras (81) tienen un perfil transversal horizontal básicamente en forma de rombo.
- 30 6. El aparato de la reivindicación 4, en donde las celdas (11) tienen un perfil horizontal rectangular transversal que tiene una primera diagonal (D_3) y las cavidades estabilizadoras (81) tienen un perfil horizontal rectangular transversal que tiene una segunda diagonal (D_2), y en donde la primera y la segunda diagonal (D_3 , D_2) se cruzan en un ángulo Θ distinto de cero.
- 35 7. El aparato de la reivindicación 4, en donde los pisos de las cavidades estabilizadoras (81) tienen una característica de diseño para orientar los conjuntos combustibles (110) dentro de las celdas (11).
8. El aparato de la reivindicación 1, en donde las ranuras alargadas (16) tienen un primer ancho (W_1) y las celdas (11) tienen un segundo ancho (W_2), siendo el primer ancho (W_1) menor que el segundo ancho (W_2).
9. El aparato de la reivindicación 8, en donde el primer ancho (W_1) es mayor que un ancho (W_3) de un conjunto combustible (110) que ha de ser sostenido en el aparato y menor que una diagonal (D_1) del conjunto combustible (110) que ha de ser sostenido en el aparato.
- 40 10. El aparato de la reivindicación 9, en donde el segundo ancho (W_2) es mayor que la diagonal (D_1) de los conjuntos combustibles (110).
11. El aparato de la reivindicación 1, en donde las celdas (11) tienen un extremo superior abierto.
12. El aparato de la reivindicación 1 que comprende, además:

una grilla (60) de placas (61, 70) que forman una primera fila de las celdas (11) y una segunda fila de las celdas (11);

comprendiendo la grilla (60) de placas (61, 70) una placa principal (61) en una orientación básicamente vertical, separando la placa principal (61) la primera fila de las celdas (11) de la segunda fila de las celdas (11);

5 comprendiendo además la grilla (60) de placas (61, 70) una pluralidad de placas secundarias (70) orientadas básicamente verticalmente conectadas a ambos lados de la placa principal (61) en una configuración rectilínea, separando las placas secundarias (70) las celdas (11) de la primera fila de las celdas (11) entre sí y separando las celdas (11) de la segunda fila de las celdas (11) entre sí.

10 13. El aparato de la reivindicación 12, en donde primeros bordes laterales de las placas secundarias (70) están conectados a la placa principal (61) y segundos bordes laterales de las placas secundarias (70) comprenden un miembro de retención (12), estando las ranuras alargadas (16) formadas entre los miembros de retención (12).

14. El aparato de la reivindicación 1, en donde las celdas (11) de la estructura de cuerpo (10) tienen una longitud mayor o igual a una longitud de los conjuntos combustibles (110) que han de ser sostenidos en ellas para que los conjuntos combustibles en las celdas (11) estén blindados entre sí.

15 15. Un método para cargar un conjunto combustible alargado (110) que tiene un eje y al menos una porción que tiene una sección transversal horizontal básicamente rectangular que tiene un ancho (W_3) y una diagonal (D_1) en un bastidor de combustible (100) en un entorno subacuático, comprendiendo el método:

20 a) proporcionar un bastidor de combustible (100) en una piscina de agua, comprendiendo el bastidor de combustible (100) una estructura de cuerpo (10) que comprende una pluralidad de celdas alargadas (11), una parte superior, un fondo, un primer lado lateral, una pluralidad de ranuras alargadas (16) en el primer lado lateral que forman pasajes laterales hacia el interior de las celdas (11), teniendo las ranuras alargadas (16) un ancho (W_1) que es mayor que el ancho (W_3) del conjunto combustible (110) y menor que la diagonal (D_1) del conjunto combustible (110);

25 b) ubicar el conjunto combustible (110) lateralmente adyacente a una de las ranuras alargadas (16) del bastidor de combustible (100) de forma que el eje del conjunto combustible (110) quede básicamente alineado con la ranura alargada (16), estando el conjunto combustible (110) en una primera posición rotacional sobre el eje de forma que el conjunto combustible (110) pueda pasar a través de la ranura alargada (16);

30 c) desplazar el conjunto combustible (110) en una dirección lateral a través de la ranura alargada (16) y hacia el interior de la celda (11), pasando el ancho (W_3) del conjunto combustible (110) a través del ancho (W_1) de la ranura (16); y

d) rotar el conjunto combustible (110) un ángulo Θ sobre el eje del conjunto combustible (110) a una segunda posición rotacional de forma de impedir que el conjunto combustible (110) se desplace hacia atrás a través de la ranura (16).

35 16. El método de la reivindicación 15, en donde cuando el conjunto combustible (110) está en la primera posición rotacional, el ancho (W_3) del conjunto combustible (110) queda básicamente paralelo al ancho (W_3) de la ranura (16); y en donde cuando el conjunto combustible (110) está en la segunda posición rotacional, la diagonal (D_1) del conjunto combustible (110) queda básicamente paralela al ancho (W_1) de la ranura (16).

17. El método de la reivindicación 16 que comprende, además:

e) soportar el conjunto combustible (110) en la celda (11) en la segunda posición rotacional.

40 18. El método de la reivindicación 17, en donde la celda (11) y la ranura (16) están orientadas básicamente verticalmente y el bastidor de combustible (100) también comprende medios (80) para soportar el conjunto combustible (110) en una orientación básicamente vertical dentro la celda (11), comprendiendo el paso e) soportar el conjunto combustible (110) en una orientación básicamente vertical dentro la celda (11) en la segunda posición rotacional.

45

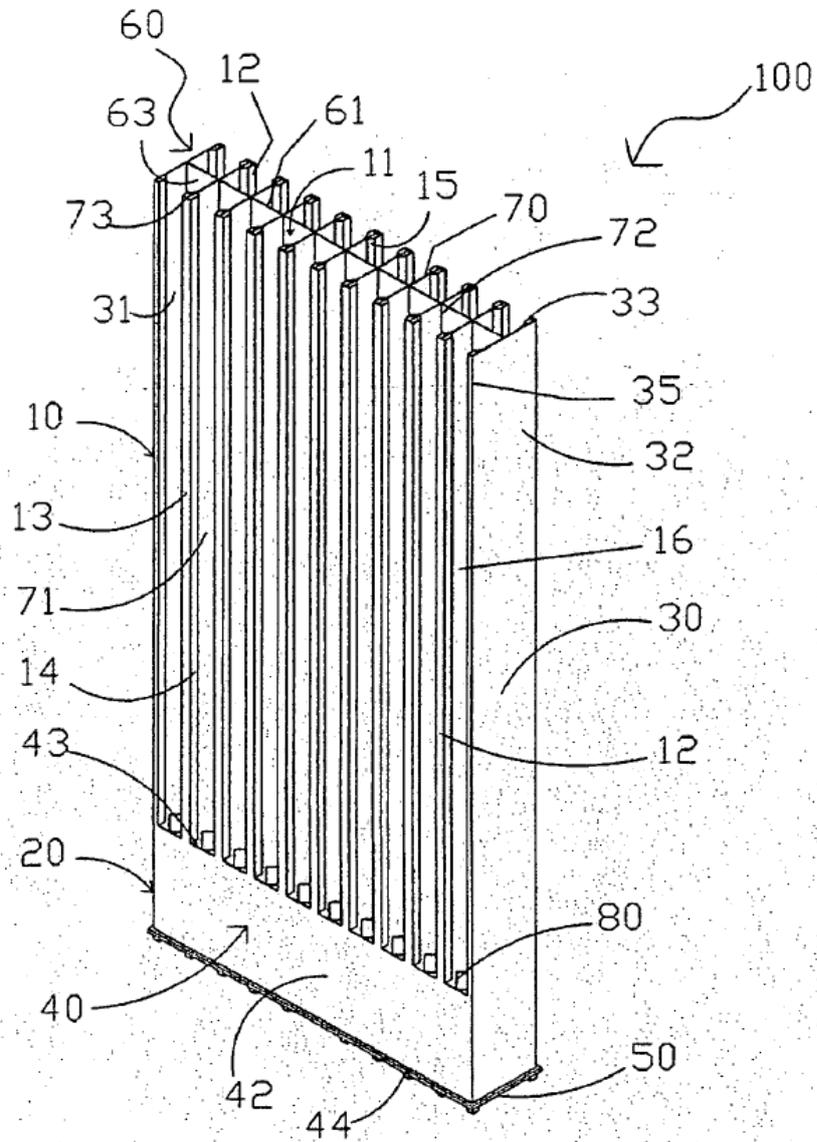


Figura 1

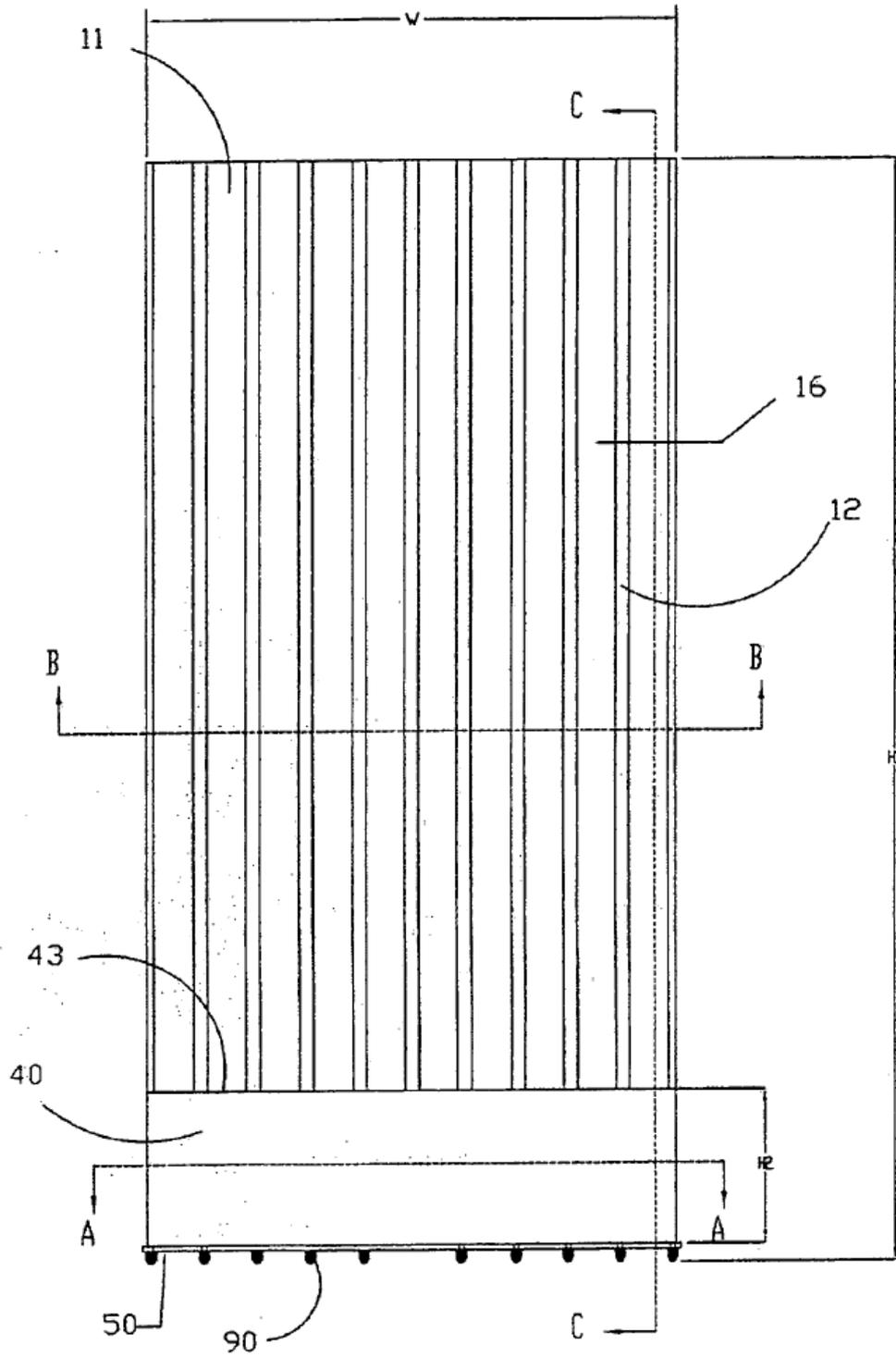


Figura 2

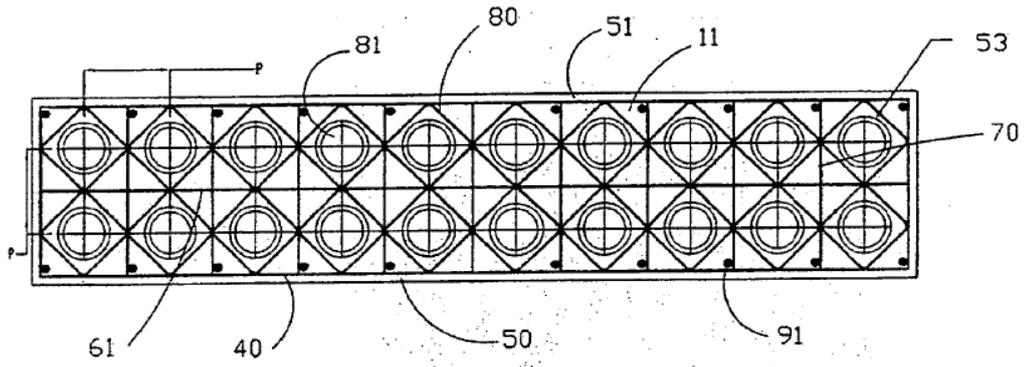


Figura 3

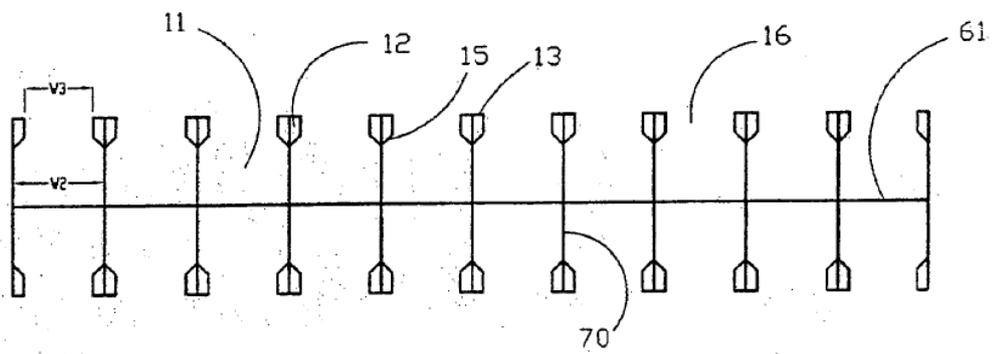


Figura 4

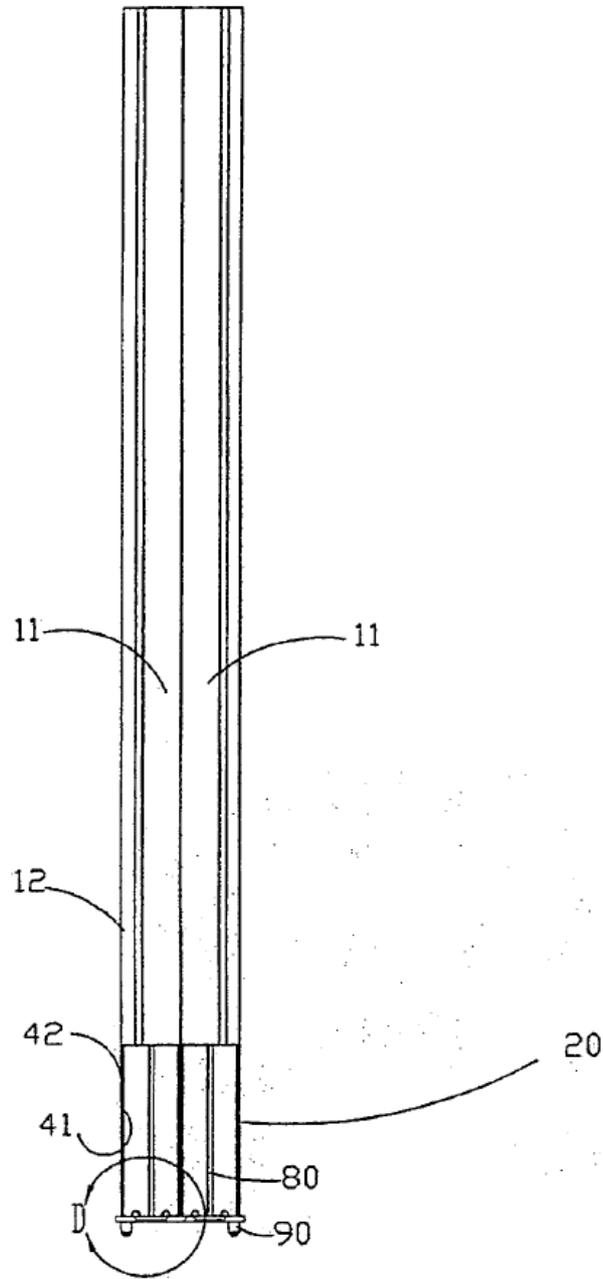


Figura 5

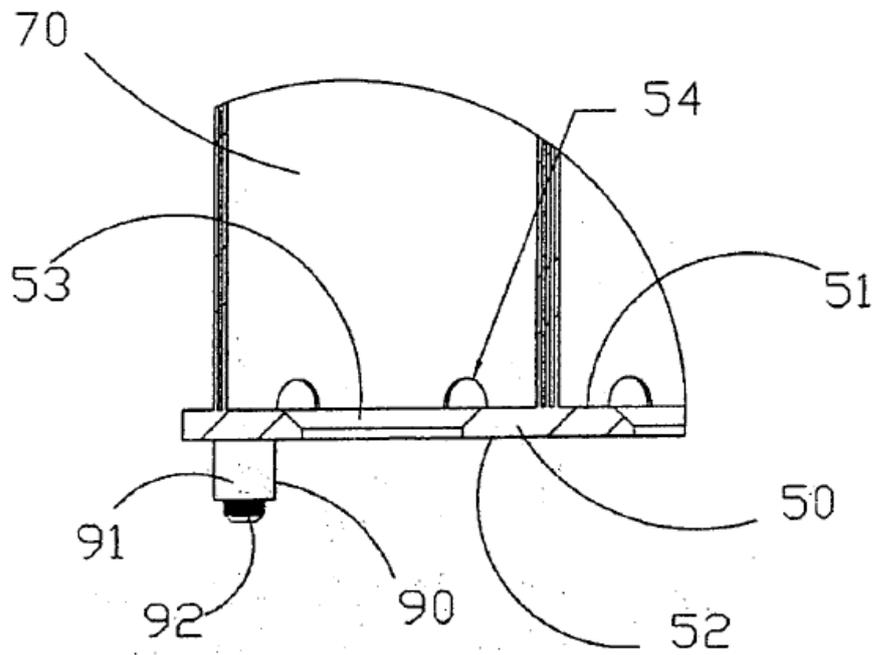


Figura 6

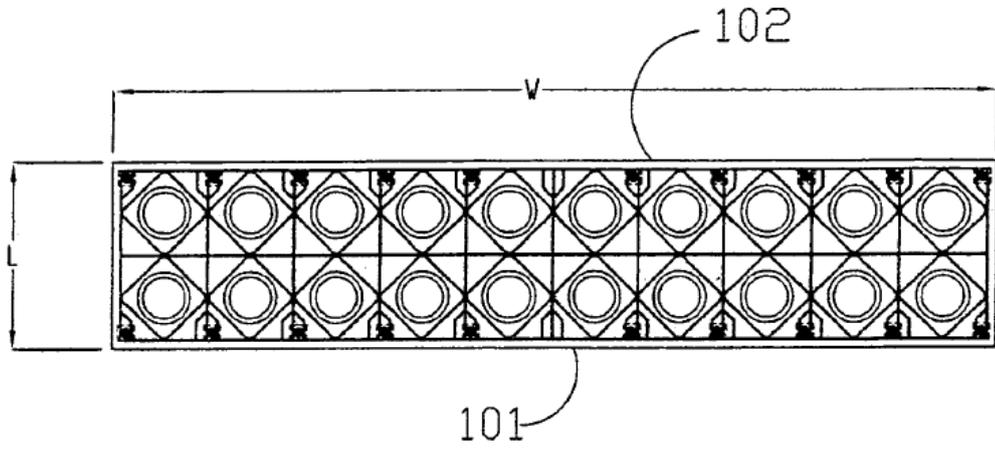


Figura 7

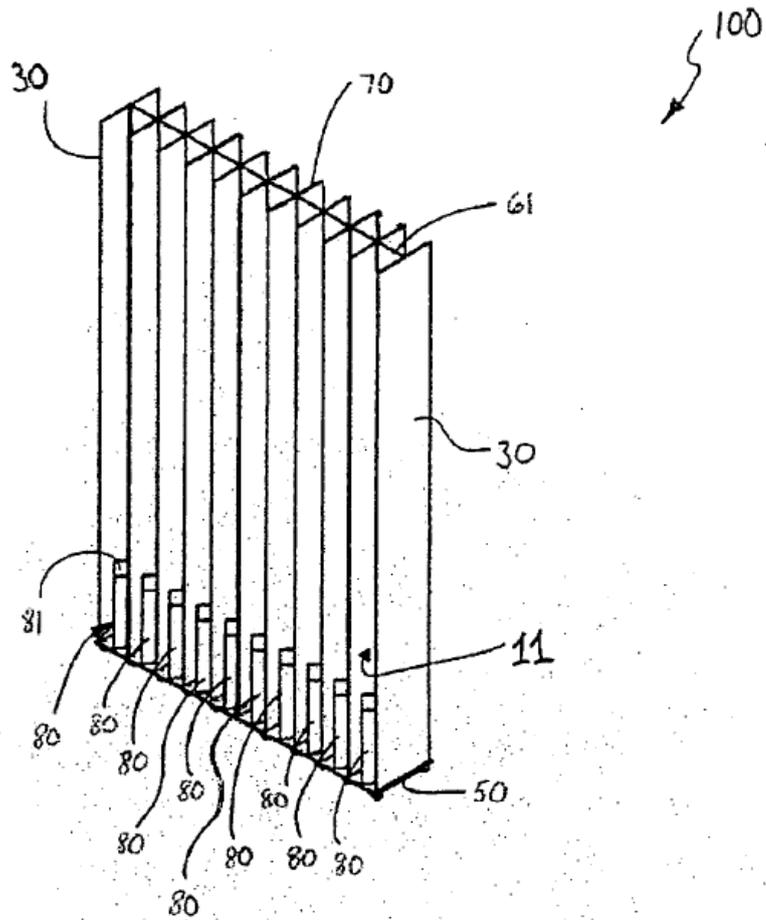


Figura 8

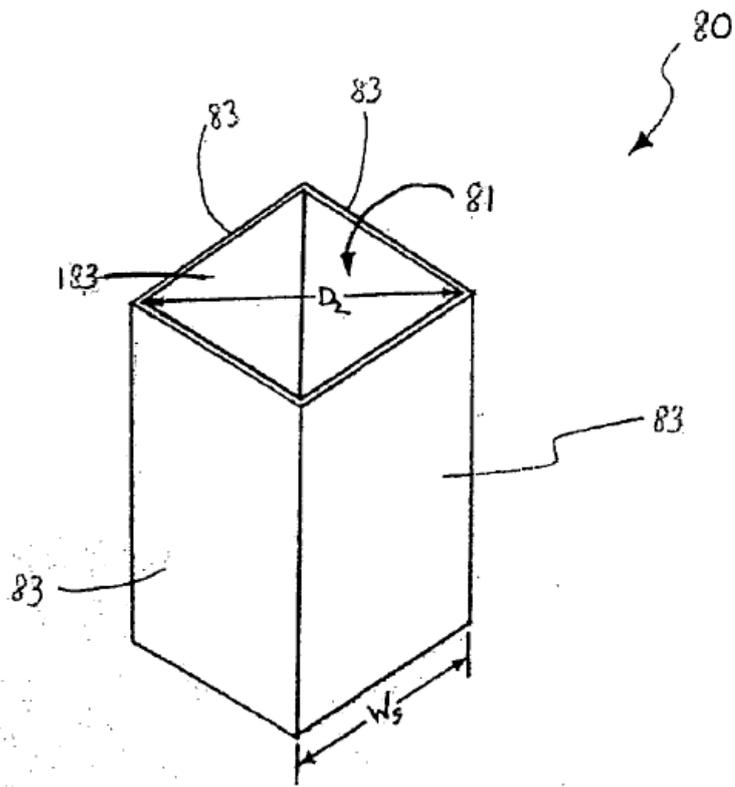


Figura 9

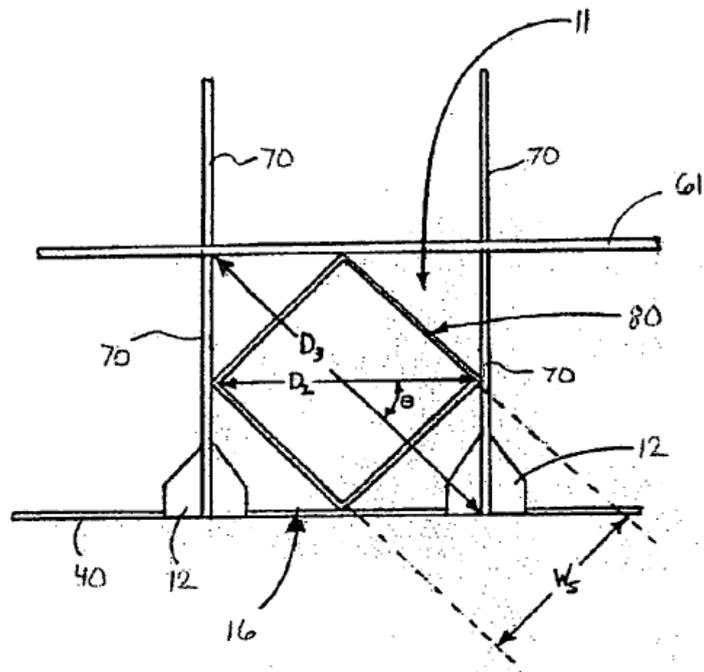


Figura 10

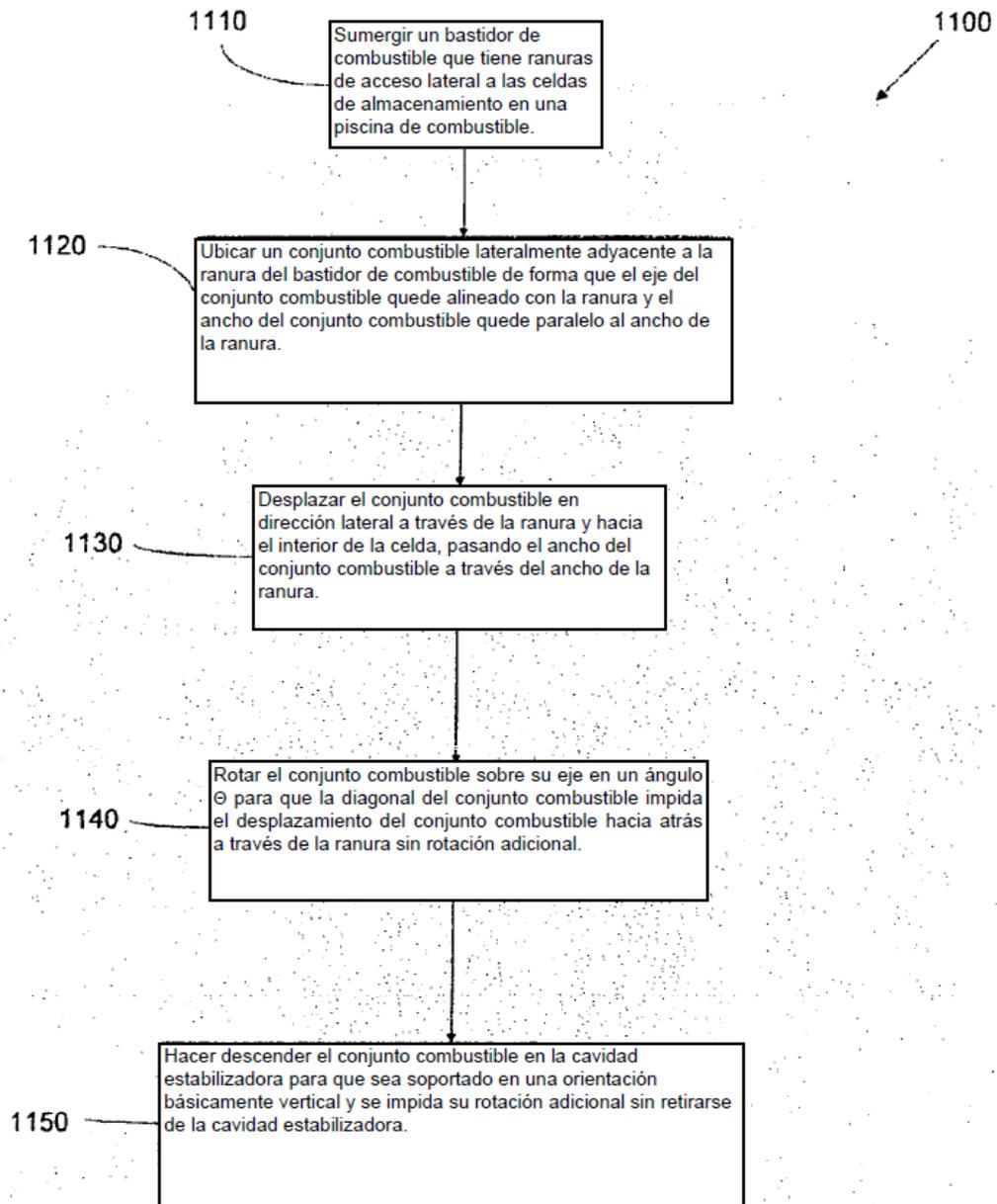


Figura 11

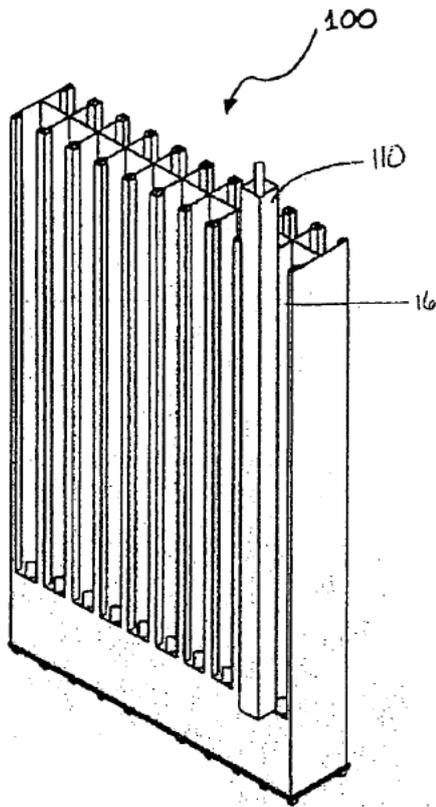


Figura 12A

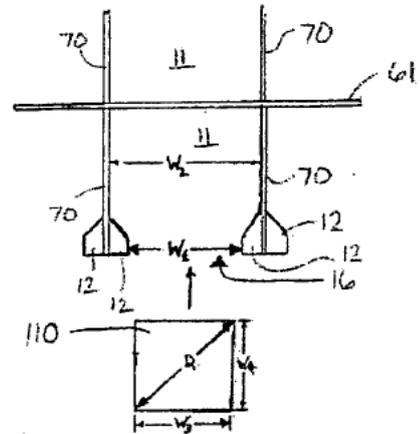


Figura 12B

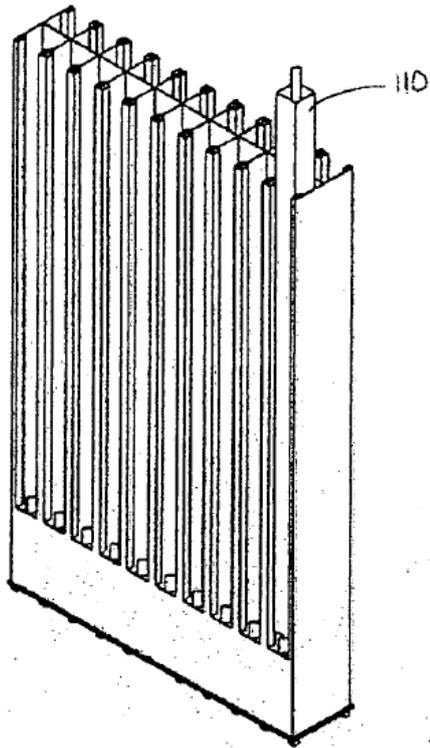


Figura 13A

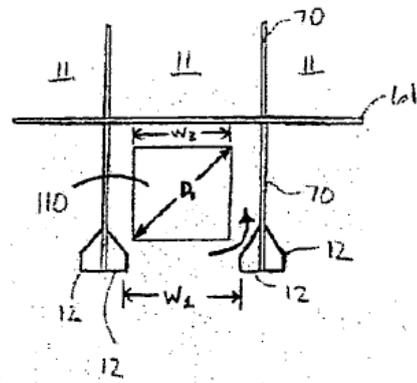


Figura 13B

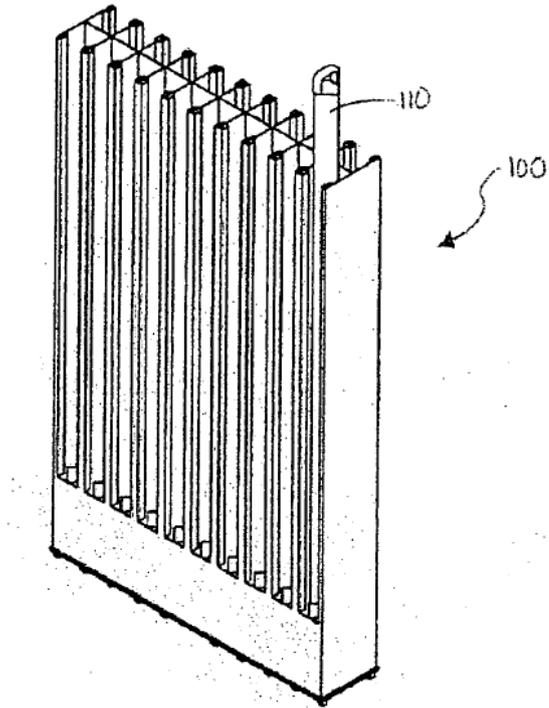


Figura 14A

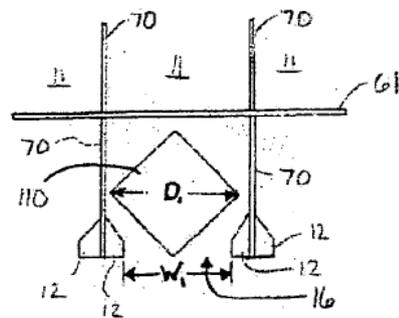


Figura 14B

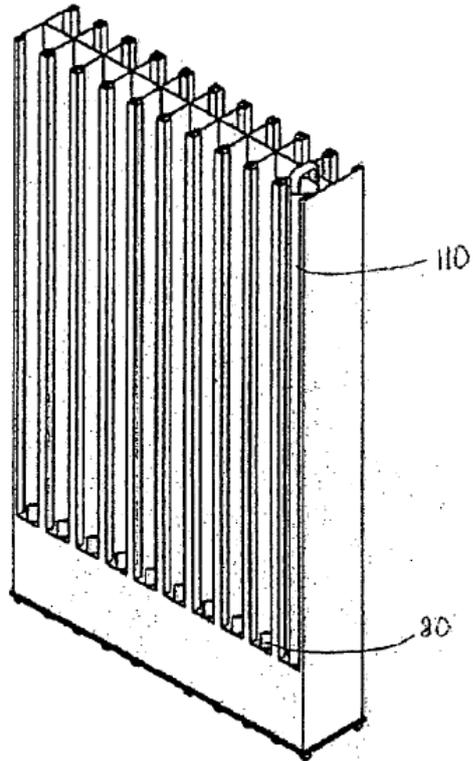


Figura 15

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 Esta lista de referencias citadas por el solicitante es para conveniencia del lector. No forma parte del documento de la Patente Europea. Aunque se ha tenido mucho cuidado en la compilación de las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la EPO declina responsabilidades por este asunto.

Documentos de patentes citadas en la descripción

* US 4382060 A, Maurice Holtz [0003]

*US 5365556 A [0006]