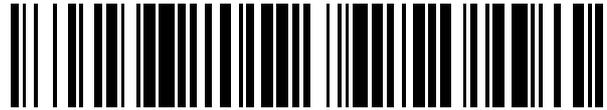


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 754**

51 Int. Cl.:

G21C 3/322 (2006.01)

G21C 3/344 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.06.2007 E 07109952 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.09.2015 EP 1868208**

54 Título: **Conjunto separador de combustible nuclear con guía de residuos**

30 Prioridad:

16.06.2006 US 453776

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.10.2015

73 Titular/es:

**GLOBAL NUCLEAR FUEL-AMERICAS, LLC
(100.0%)
3901 Castle Hayne Road
Wilmington, North Carolina 28401, US**

72 Inventor/es:

MAKOVICKA, MASON DENNIS

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 548 754 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

Conjunto separador de combustible nuclear con guía de residuos

La presente invención se refiere en general a un conjunto separador de barras de combustible nuclear.

5 Durante la fabricación y la posterior instalación y reparación de componentes que comprenden un sistema de circulación de refrigerante del reactor nuclear, se hace un esfuerzo diligente para asegurar la eliminación de todos los residuos (por ejemplo, virutas y restos de metal, pequeñas secciones sólidas de metal, y similares) del recipiente del reactor y sus sistemas asociados que hacen circular refrigerante a través de los mismos bajo diversas condiciones de funcionamiento. Aunque se realizan procedimientos elaborados para ayudar a asegurar a la eliminación de residuos, y a pesar de las garantías utilizadas para efectuar dicha eliminación, algunas virutas y partículas metálicas permanecen aún ocultas en el sistema.

10 Por ejemplo, puede ocurrir un daño en el conjunto combustible debido a los residuos atrapados en el conjunto separador de barras de combustible en los reactores. El daño consiste en perforaciones del tubo de barras de combustible causadas por la fricción de los residuos en contacto con el exterior del tubo. Los residuos tienden a ser piezas rectangulares relativamente finas, a diferencia de piezas que tienen forma esférica. Específicamente, la mayoría de los residuos consiste en virutas de metal que probablemente habían quedado en el sistema primario después de la reparación o reemplazo del generador de vapor. Los residuos pueden alojarse en la región de dentro de los espacios entre sus paredes celulares en forma de "caja de huevos" (o células de casquillo) y/o el borde de ataque del conjunto separador de barras de combustible.

15 Un enfoque para resolver el problema anterior ha sido instalar dispositivos de filtrado en una placa de unión inferior del paquete para la captura de los residuos y retirar los filtros durante la prueba pero-operativa. Aunque estos dispositivos de filtrado han sido eficaces en la eliminación de una amplia gama de tipos y tamaños de residuos, estos filtros convencionales no filtran todos los residuos y no evitan que los residuos entren en el paquete de elementos combustibles, por ejemplo, desde la parte superior del paquete.

20 Aunque el enfoque convencional puede funcionar razonablemente bien y, en general puede lograr sus objetivos bajo la gama de condiciones de funcionamiento para lo que fueron diseñados, los mismos crean también otros problemas (por ejemplo, problemas de compatibilidad, ciclo operativo incompatible, costes y otros). En consecuencia, existe la necesidad de un nuevo enfoque para el problema de captura de residuos en reactores nucleares. El nuevo enfoque debe ser compatible con la estructura existente y la operación de los componentes del reactor, ser eficaz en todo el ciclo de funcionamiento del reactor, y ofrecer al menos beneficios globales que pesen más que los costes que añaden al reactor.

25 El documento JP 63-273089A se refiere a un conjunto de combustible que tienen características generalmente correspondiente al preámbulo de la reivindicación 1 de la presente memoria.

30 El documento EP 0372214 describe un conjunto de combustible tiene una rejilla separadora de retención de muelle de tiras de intersección para capturar y retener los residuos perjudiciales transportados por el refrigerante del reactor antes de entrar en la región activa de un conjunto de combustible. Una pluralidad de tapas de extremo de combustible se ranuran periféricamente para recibir los muelles que se proyectan de las tiras y por tanto son capturadas por los muelles. Los residuos se acuñan y atrapan en lados opuestos de la tira y en contra de las tapas de extremo por pares de hojas integrales adyacentes que se proyectan desde las tiras intermedias y se disponen sustancialmente de forma simétrica sobre sus intersecciones.

35 El documento EP 0428092 describe un conjunto de combustible para un reactor nuclear de ebullición con al menos un paquete de barras de combustible similarmente alargadas, retenido por una pluralidad de separadores y dispuesto en un canal de combustible. El separador comprende un número de células rodeadas por un marco exterior que se forma a partir de una banda colocada en el borde. La banda se extiende en el lado corriente arriba del separador por un faldón, en la que se proporcionan aberturas. En algunas de estas aberturas, se han dispuesto aletas de deflexión para desviar el refrigerante, que fluye a lo largo de la pared del conjunto en una dirección hacia el centro del separador respectivo.

40 El documento US 4.781.884 describe una rejilla del colador de captura de residuos para capturar y retener los residuos perjudiciales transportados por el refrigerante del reactor antes de entrar en la región activa de un conjunto de combustible. El filtro tiene una pluralidad de compartimentos de tapas de extremo de combustible definidos por pares de primera y segunda tiras de intersección y que forman la rejilla entrelazadas fijadas a un miembro de perímetro y entre sí. Los compartimentos de tapas de extremo, definidos por las tiras, incluyen filas verticales de hojas integrales en los lados opuestos de la tira o pares de hojas integrales adyacentes intermedias a sus intersecciones.

45 El documento EP 0213813 describe una trampa de residuos que comprende una estructura de rejilla soportada desde la rejilla de soporte de barras de combustible más inferior del conjunto de combustible en alineación general con tapones de extremo inferiores de las barras de combustible. La estructura de rejilla define células que tienen la estructura de captura de residuos dispuesta en su interior. Cada barra de combustible tiene su tapón de extremo

inferior recibido en una de dichas células, donde el tapón de extremo forma parte de la estructura de captura de residuos, incluyendo también esta última protuberancias, tales como hoyuelos, que proyectan de las paredes celulares.

5 El documento EP 1291883 describe un filtro de materia extraña proporcionado entre una tobera inferior DFBN y una rejilla inferior en un reactor nuclear, en el que dos correas finas adyacentes se ensamblan en una forma de celosía.

La presente invención proporciona un conjunto separador de barras de combustible de acuerdo con la reivindicación 1.

10 La guía se puede situar interior al conjunto separador de barras de combustible con lo que las superficies horizontales quedan protegidas del flujo de refrigerante con miembros en ángulo (por ejemplo, desviar los residuos lejos de tales superficies que son propensas a acumular residuos).

La guía puede ser parte integral del conjunto separador de barras de combustible y actúa para cerrar las trayectorias inter-sub-canales que tienden a acumular residuos.

15 La guía se puede diseñar para orientar preferentemente los residuos para presentar un área de sección transversal mínima para aumentar la probabilidad de que los residuos puedan pasar completamente a través del conjunto separador de barras de combustible.

La presente invención se comprenderá más completamente a partir de la descripción detallada proporcionada a continuación y de los dibujos adjuntos, en los que los elementos iguales están representados con números de referencia similares, que se proporcionan solamente a modo de ilustración y por lo tanto no son limitativos de la presente invención y en los que:

20 La Figura 1 es una vista en perspectiva de un conjunto separador de barras de combustible en una rejilla del conjunto de combustible de acuerdo con una realización ejemplar de la invención.

La Figura 2 es una vista en sección de un conjunto separador de barras de combustible que representa un sub-canal de acuerdo con una realización ejemplar de la invención.

25 La Figura 3 es una vista lateral de los sub-componentes del conjunto separador de barras de combustible de acuerdo con una realización ejemplar de la invención.

La Figura 4 es una vista en sección isométrica de un conjunto separador de barras de combustible que se muestra al revés que representa un sub-canal de acuerdo con una realización ejemplar de la invención.

30 Cabe que señalar que estas figuras pretenden ilustrar las características generales del procedimiento y aparato de las realizaciones ejemplares de la presente invención, con la finalidad de describir tales realizaciones ejemplares en la presente memoria. Sin embargo, estos dibujos no están a escala y no pueden reflejar con precisión las características de cualquier realización dada, y no deben interpretarse como definiendo o limitando el intervalo de valores o propiedades de las realizaciones ejemplares dentro del alcance de la presente invención. Las dimensiones y tamaño relativos de un conjunto de combustible se pueden reducir o exagerar para mayor claridad. Los mismos números de referencia se utilizan para partes iguales y correspondientes en los diversos dibujos.

35 En general, un conjunto de combustible como se describe en la presente memoria pueden ser del tipo utilizado en un reactor de agua a presión de ebullición. El conjunto de combustible incluirá típicamente barras de combustible mantenidas en relación separada entre sí por rejillas separadas a lo largo de la longitud del conjunto de combustible. Cada barra de combustible incluye pastillas de combustible nuclear (no mostradas) y se cierra en sus extremos opuestos mediante tapones de extremo superior e inferior. Las pastillas de combustible compuestas de material fisionable son responsables de crear la potencia reactiva del reactor. Un moderador/refrigerante líquido tal como agua, o agua que contiene boro, se bombea hacia arriba a través de una pluralidad de aberturas de flujo en la placa de núcleo inferior hasta los conjuntos de combustible. Una tobera inferior de cada conjunto tiene una serie de orificios de flujo definidos a través de los que se hace fluir refrigerante hacia arriba a través del canal de combustible y a lo largo de las barras de combustible del conjunto de combustible para extraer el calor generado en su interior para la producción de trabajo útil.

45 La Figura 1 ilustra un conjunto 10 separador de barras de combustible de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención. El conjunto 10 separador de barras de combustible está organizado en una celda 15 de soporte de barras que soporta las barras 20 de combustible (mostradas en la Figura 3) como una matriz. Por ejemplo, una matriz de 10x10 se muestra en la Figura 1 para soportar las barras de combustible. Las barras de combustible pueden tener, por ejemplo, aproximadamente 4,06 m (160 pulgadas) de largo y aproximadamente 1,0 cm - 1,3 cm (0,4 a 0,5 pulgadas) de diámetro.

50 El conjunto 10 separador de barras de combustible puede tener dos finalidades. En primer lugar, el conjunto 10 separador de barras de combustible puede proporcionar soporte mecánico para mantener la separación uniforme de las barras 20 de combustible durante la vida útil del conjunto de paquetes de elementos de combustible. En segundo

lugar, el conjunto 10 separador de barras de combustible puede proporcionar una mezcla del agua refrigerante/moderador líquido que permite que la barra 20 de combustible opere a una potencia mayor antes del fallo térmico. Se debe apreciar por un experto en la materia que puede haber una pluralidad de células 15 para soportar las barras 20 de combustible.

5 El conjunto de combustible (no mostrado) incluye al menos un conjunto 10 separador de barras de combustible situado alrededor de las barras 20 de combustible. El conjunto 10 separador de barras de combustible se puede colocar a diferentes alturas a lo largo de la longitud del paquete de elementos combustibles. También se debe apreciar que puede haber más de un conjunto 10 separador de barras de combustible en el conjunto de combustible. El conjunto 10 separador de barras de combustible puede también proteger las barras 20 de la abrasión por
10 contacto. Además, el conjunto 10 separador de barras de combustible puede proporcionar restricciones apropiadas para cada barra 20 de combustible en sus respectivas alturas y así como evitar el contacto abrasivo entre las barras 20 de combustible y mantener las barras 20 de combustible a una separación uniforme entre sí a lo largo de la longitud del paquete de elementos combustibles para un rendimiento óptimo. Haciendo referencia a las Figuras 2 y 4, se muestra el conjunto 10 separador de barras de combustible que representa un sub-canal 10a. Dentro de cada
15 sub-canal 10a hay una abertura 30 para un muelle 38 que se va insertar. El muelle 38 puede ayudar a aliviar cualquier impacto y/o el contacto de las barras 20. Como se muestra en la Figura 2, el miembro 38 de muelle se sitúa entre los sub-canales 10a. Por ejemplo, el muelle 38 se puede situar entre cada dos sub-canales 10a en la dirección horizontal y vertical (como se representa en la Figura 1). Sin embargo, se debe apreciar que otras ubicaciones del muelle 38 se pueden situar dentro de la rejilla 15 de células, tal como, dentro de cada sub-canal o
20 dentro de cada tercer sub-canal. El muelle 38 incluye un miembro 39 de extensión en forma de T-como (en ambas direcciones) para absorber el contacto abrasivo.

Como se representa en la Figura 4, se muestran las células 25 de casquillo en la pared lateral de un sub-canal 10a. Las células 25 de casquillo pueden actuar como un mecanismo de tope cuando las barras 20 de combustible se insertan dentro de los sub-canales 10a. Por otra parte, debido a la forma de las células 25 de casquillo en la pared
25 lateral de los sub-canales 10a, las células 25 de casquillo pueden mantener también la separación del miembro 38 de muelle.

La Figura 3 es una vista lateral de los sub-componentes del conjunto separador de barras de combustible de acuerdo con una realización ejemplar de la invención. Como se muestra en la Figura 3, el conjunto 10 separador de barras de combustible incluye una guía 37 para dirigir cualquier residuo a un paso abierto en el cuerpo separador.
30 Además, la guía 37 actúa como una capa adicional de protección de fallo, además de la utilización de filtros convencionales, y disminuyendo así la probabilidad de fallos ocasionados por la fricción de los residuos justo por encima del filtro. Como se muestra en la Figura 4, la guía 37 se sitúa en un borde 41 de ataque del conjunto 10 separador de barras de combustible y en ángulo hacia adentro, hacia la barra 20 de combustible. En otras palabras, como el flujo de moderador/refrigerante líquido, tal como el agua fluye hacia el conjunto 10 separador de barras de combustible, el primer borde de ataque en contacto con el moderador/refrigerante líquido es el miembro 37 de guía. Esto afecta a todos los residuos en el conjunto de combustible dirigiendo los residuos lejos de las barras de combustible.
35

La guía 37 puede tener forma de un faldón cónico. El faldón cónico facilita el tener que maximizar el espacio abierto en el centro del canal de flujo mientras proporciona un área para que pasen los residuos en el cuerpo del separador.
40 En una realización ejemplar, el ángulo del faldón cónico puede ser entre 10-30 grados. Se debe apreciar que otros ángulos se pueden utilizar.

La guía 37 se sitúa también interior al conjunto 10 separador de barras de combustible de tal manera que las superficies horizontales quedan protegidas del flujo de refrigerante con los miembros en ángulo para desviar los residuos lejos de tales superficies que son propensas a acumular residuos. La guía 37 se diseña también para orientar los residuos para presentar un área de sección transversal mínima para aumentar la probabilidad de que los residuos puedan pasar completamente a través del conjunto separador de barras de combustible.
45

La guía 37 se integra (una sola pieza) también en el conjunto 10 separador de barras de combustible y actúa para cerrar las trayectorias inter-sub-canales que tienden a acumular los residuos. Además, el diseño integral de la guía 37 reduce el coste de fabricación y reduce el coste de reparación asociado con conjuntos de combustible con partes
50 numerosas.

En una realización ejemplar, la presente invención desvela un conjunto 10 separador de barras de combustible nuclear que incorpora una guía 37 para dirigir los residuos en el refrigerante del reactor a través de espacios abiertos en el conjunto 10 separador de barras de combustible y reducir la probabilidad de que residuos sean capturados lo que puede causar fallos de las barras de combustible debido a la fricción.

55 Se debe apreciar que el conjunto separador de barras de combustible con la guía de los residuos se puede utilizar simultáneamente con una trampa de residuos integrada que se puede situar en cualquier lugar a lo largo del núcleo.

Aunque el conjunto separador de barras de combustible descrito en la presente memoria puede ser del tipo utilizado en un reactor de agua hirviendo, se debe apreciar que otros tipos de reactores se pueden emplear.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto (10) separador de barras de combustible para un conjunto de combustible para un reactor nuclear que incluye una pluralidad de barras (20) de combustible nuclear, y al menos un conjunto (10) separador de barras de combustible para soportar las barras de combustible en una matriz organizada, comprendiendo el conjunto (10) separador de barras de combustible:
- 5 una pluralidad de sub-canales (10a), cada sub-canal (10a) configurado para soportar una barra (20) de combustible nuclear respectiva en su interior;
- 10 un muelle (38) situado en una abertura (30) dentro de la pluralidad de sub-canales (10a) de manera que el muelle (38) esté situado entre sub-canales adyacentes de la pluralidad de sub-canales para aliviar el impacto con las barras (20) de combustible nuclear respectivas cuando se sitúan dentro de los sub-canales adyacentes;
- 15 una guía (37) ubicada para formar un borde (41) del conjunto separador de barras de combustible, formando el borde, durante su uso, un borde de ataque para un flujo del moderador/refrigerante líquido a través del conjunto separador de barras de combustible, estando la guía en ángulo hacia una barra (20) de combustible nuclear respectiva para dirigir los residuos en el flujo hasta la pluralidad de aberturas (30) en el conjunto (10) separador de barras de combustible;
- caracterizado porque:
- el muelle (38) comprende un miembro (39) de extensión en forma de T en ambos extremos del muelle (38) y exterior a los sub-canales (10a) adyacentes para absorber el contacto abrasivo entre barras de combustible.
2. El conjunto (10) separador de barras de combustible de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la guía (37) está ubicada interior al conjunto (10) separador de barras de combustible.
3. El conjunto (10) separador de barras de combustible de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la guía (37) está integrada en el conjunto (10) separador de barras de combustible.
4. El conjunto (10) separador de barras de combustible de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la guía (37) tiene una forma de faldón cónico.
- 25 5. El conjunto (10) separador de barras de combustible de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el borde (41) de ataque de la guía (37) incluye un borde de ataque alargado para dirigir los residuos lejos de las barras (20) de combustible.

FIG. 1

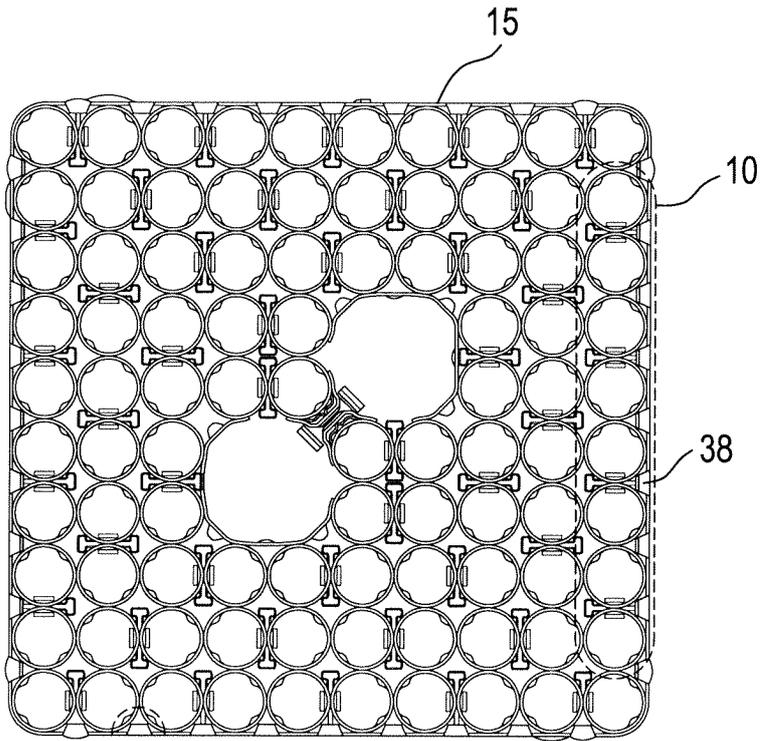


FIG. 3

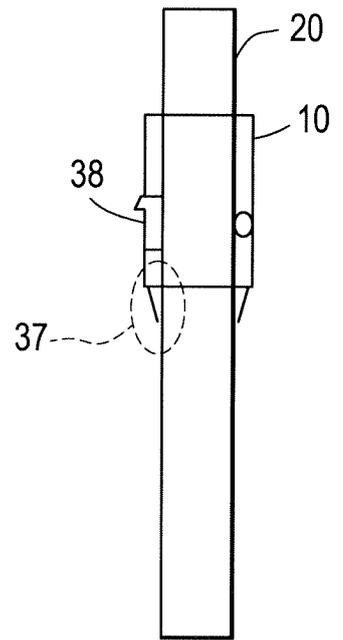


FIG. 2

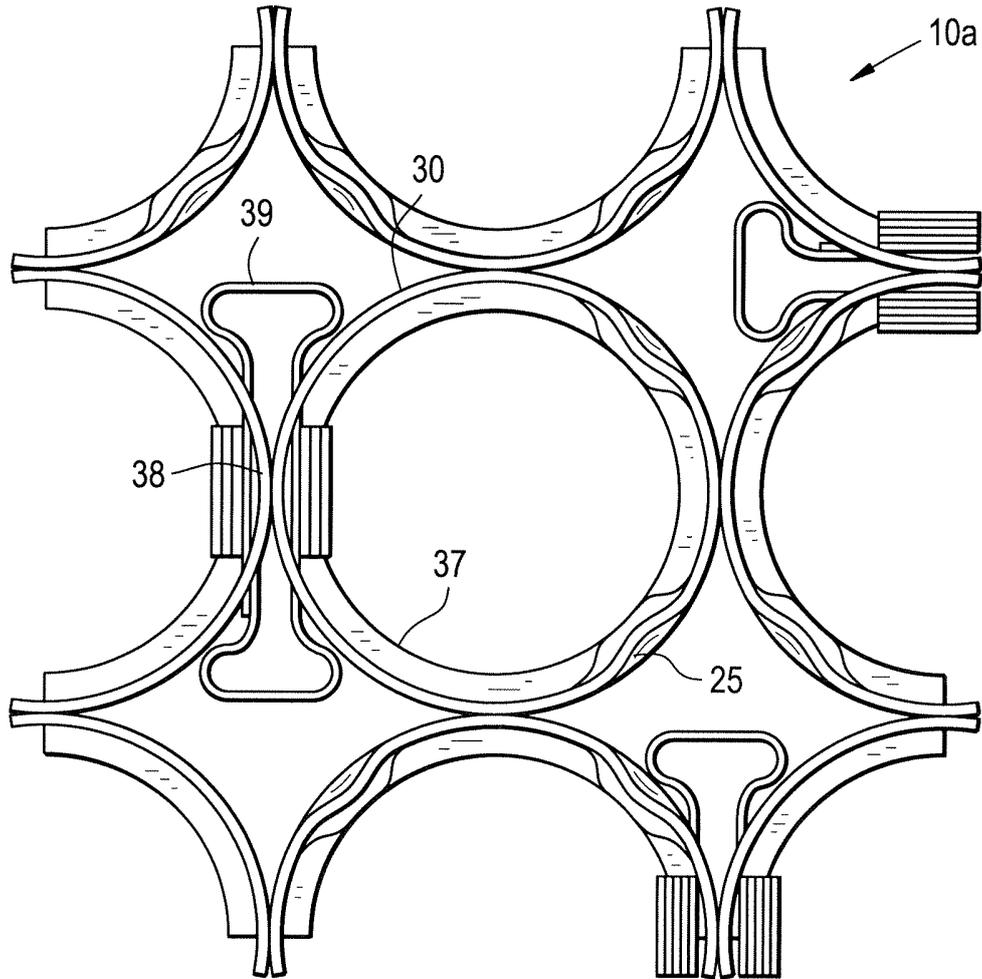


FIG. 4

