

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 248**

51 Int. Cl.:  
**G21C 3/30** (2006.01)  
**G21C 3/33** (2006.01)  
**G21C 3/32** (2006.01)  
**G21C 19/307** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10015859 .1**  
96 Fecha de presentación: **21.12.2010**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2341509**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.07.2011**

54 Título: **Tobera de fondo con filtro de residuos de un conjunto combustible nuclear**

30 Prioridad:  
**05.01.2010 US 652187**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**19.12.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**19.12.2012**

73 Titular/es:  
**WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC**  
**(100.0%)**  
**1000 Westinghouse Drive Suite 141**  
**Cranberry Township, PA 16066, US**

72 Inventor/es:  
**YURILY, ALESHIN**

74 Agente/Representante:  
**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 393 248 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

Tobera de fondo con filtro de residuos de un conjunto combustible nuclear

### Antecedentes de la invención

#### 1. Campo de la invención

- 5 La invención se refiere, en general, al campo de los reactores nucleares y, más concretamente, se refiere a una tobera de fondo con filtro de residuos para un conjunto combustible de reactor nuclear de agua a presión.

#### 2. Técnica relacionada

10 Durante la fabricación, posterior instalación y reparación de los componentes de que consta un sistema de circulación del refrigerante de un reactor nuclear, se lleva a cabo un esfuerzo diligente para contribuir a garantizar la eliminación de todos los residuos de la vasija del reactor y de sus sistemas asociados, los cuales hacen circular el refrigerante por todo el bucle del refrigerante del reactor primario bajo diversas condiciones operativas. Aunque se llevan a cabo procedimientos elaborados para contribuir a asegurar la eliminación de los residuos, la experiencia muestra que, a pesar de las prevenciones aplicadas para llevar a cabo dicha eliminación, algunas esquirlas y partículas metálicas siguen ocultas en el sistema. La mayoría de los residuos consisten en virutas metálicas, las cuales probablemente quedaron en el sistema primario después de la reparación o sustitución del generador de vapor.

15 En particular, en los últimos años se han apreciado daños, en diversos reactores, en el conjunto combustible debidos a los residuos atrapados en la rejilla más inferior. Los residuos entran a través de los agujeros de flujo de la tobera de fondo del conjunto combustible desde las aberturas de flujo del refrigerante existentes en la placa de soporte del núcleo inferior cuando la planta se pone en marcha. Los residuos tienden a quedar alojados en la rejilla de soporte de más abajo del conjunto combustible dentro de los espacios existentes entre las paredes de las celdas con forma de "huevera" de la rejilla y las porciones terminales inferiores de los tubos de las varillas de combustible. Los daños se concretan en perforaciones en el tubo de las varillas de combustible provocadas por las fricciones de los residuos en contacto con el exterior del tubo o revestimiento de las varillas de combustible. Los residuos, así mismo, quedan enganchados en los agujeros de la placa de la tobera y el refrigerante que fluye y provoca que los residuos giren lo que tiende a cortar el revestimiento de las varillas de combustible.

20 Se han propuesto e intentado diversas estrategias para llevar a cabo la eliminación de los residuos de los reactores nucleares. Muchas de estas estrategias se analizan en la Patente estadounidense No. 4,096,032 de Mayers et al. Otras se ilustran y describen en diversas patentes cruzadas referenciadas en la Patente estadounidense No. 4,900,507 y en la publicación estadounidense US2005/0157836, transferida al cesionario actual. Aunque todas las estrategias descritas en la citada Patente, en la solicitud publicada y en las referencias cruzadas funcionan razonablemente bien y, en general, consiguen sus objetivos con arreglo a las condiciones operativas para las cuales fueron diseñadas, persiste la necesidad de una estrategia mejorada en mayor medida respecto del problema de los residuos en los reactores nucleares, para obtener una reducción mejorada de los residuos que pasan hacia arriba a través de los agujeros de flujo de la tobera de fondo.

25 Una disposición de filtrado adicional se conoce a partir del documento US 5,030,412 A el cual divulga una tobera de fondo con filtro de residuos que comprende unas paletas corrugadas. Los documentos US 4 678 627 A y US 4 664 880 A divulgan unas toberas de fondo con filtro de residuos que comprenden unas láminas de metal dobladas y unas mallas de alambre dobladas, respectivamente.

#### Sumario de la invención

30 La presente invención proporciona una tobera de fondo con filtro de residuos para un conjunto combustible nuclear diseñada para satisfacer la necesidad mencionada con anterioridad. La tobera de fondo de la presente invención incluye una placa adaptadora sustancialmente horizontal que se extiende aproximadamente de forma transversal con respecto al eje geométrico de las varillas de combustible y que presenta una cara superior dirigida hacia la rejilla de más abajo del conjunto combustible nuclear. La cara superior de la placa adaptadora presenta una pluralidad de agujeros definidos a su través para el paso del fluido refrigerante desde una cara inferior hasta la cara superior de la placa adaptadora. El flujo a través de los agujeros puede ser similar a los descritos en la Solicitud publicada estadounidense 2005/0157836. Cada uno de los agujeros pasantes de flujo del refrigerante se extiende sustancialmente en la dirección axial de las varillas de combustible, y están en comunicación de fluido con unos espacios desocupados existentes en la rejilla de más abajo del conjunto combustible. Una faldilla circunscribe la cara inferior de la placa adaptadora y un tamiz ondulado corrugado se extiende a través de una porción inferior de la faldilla para cubrir de manera sustancial una porción inferior de la misma y constituir una cámara impelente entre la cara inferior de la placa adaptadora y el tamiz. De modo preferente, unos agujeros está dispuestos en porciones inclinadas del tamiz corrugado y en la faldilla para el paso del refrigerante hacia el interior de la cámara impelente donde el refrigerante cambia de dirección para pasar a través de los agujeros pasantes del flujo existentes en la placa adaptadora.

El tamiz es una lámina de metal que está doblada adoptando una forma ondulante corrugada.

5 En una forma de realización, las corrugaciones existentes en el tamiz presentan una cantidad de elasticidad predeterminada y están comprimidas para que ejerzan una fuerza sobre las paredes opuestas de la faldilla sobre las cuales se apoya un extremo de las corrugaciones. De modo preferente, el tamiz está construido con un material que presenta sustancialmente el mismo coeficiente de expansión térmica que la faldilla, siendo conveniente que el tamiz ondulante corrugado sea soportado por unas espigas que se extienden entre las paredes opuestas de la faldilla. En general, las espigas están al mismo nivel que la superficie exterior de las paredes de la faldilla y pasan a través de los agujeros existentes en el tamiz ondulante. De modo preferente, las partes superiores e inferiores de las ondulaciones del tamiz no presentan agujeros pasantes de flujo, siendo conveniente que los agujeros de flujo existentes en el tamiz estén conformados como unas ranuras más pequeñas o iguales que la longitud de los residuos que el tamiz pretende atrapar y la anchura de las ranuras sea inferior o igual al diámetro de los residuos. Es conveniente que las ranuras estén dispuestas horizontalmente.

### **Breve descripción de los dibujos**

15 Una comprensión más acabada de la invención puede obtenerse a partir de la descripción subsecuente de las formas de realización preferentes leídas en combinación con los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La Figura 1 es una vista en alzado, parcialmente en sección, de un conjunto combustible en el que se incorpora la forma de realización preferente de la tobera de fondo para la captura de residuos de la presente invención, ilustrándose el conjunto de forma verticalmente acortada con partes cortadas por razones de claridad;

20 la Figura 2 es una vista en perspectiva de una sección de la tobera de fondo con filtro de residuos de la presente invención tomada a lo largo de una sección central de esta;

la Figura 3 es una vista en perspectiva de un cuarto de sección de la tobera de fondo con filtro de residuos de la presente invención que ofrece una clara visión del tamiz ondulante corrugado;

la Figura 4 es una vista lateral esquemática de un cuarto de sección de la tobera de fondo con filtro de residuos de la presente invención;

25 la Figura 5 es una vista en perspectiva global del filtro de residuos de la tobera de fondo de la presente invención que ilustra el paso del flujo y los agujeros para espigas dispuestos a ambos lados de la faldilla;

la Figura 6 es una vista en perspectiva de la faldilla mostrada en la Figura 5;

la Figura 7 es una vista en perspectiva desde arriba del tamiz ondulado corrugado empleado por la tobera de fondo con filtro de residuos de la presente invención;

30 la Figura 8 es una vista en perspectiva lateral del tamiz ondulante de la presente invención que muestra las ranuras de atrape de los residuos de la presente invención; y

la Figura 9 es una vista lateral esquemática del tamiz ondulado corrugado mostrado en las Figuras 7 y 8.

### **Descripción de la forma de realización preferente**

35 En la descripción que sigue, los mismos caracteres de referencia designan las mismas o correspondientes partes a lo largo de las diversas vistas de los dibujos. Así mismo, en la descripción que sigue, debe entenderse que términos tales como "hacia delante", "hacia atrás", "izquierda", "derecha", "hacia arriba", "hacia abajo", y similares son palabras de conveniencia y no deben considerarse como términos limitativos.

#### **Conjunto combustible**

40 Con referencia a los dibujos y, en concreto, a la Figura 1, en ella se muestra una vista en alzado de un conjunto combustible representado de forma verticalmente acortado y que se designa globalmente mediante el número de referencia 10. El conjunto combustible 10 es del tipo utilizado en un reactor de agua a presión y presenta un esqueleto estructural el cual, en el extremo inferior, incluye la tobera 12 de fondo con filtro de residuos de la presente invención (la cual se describirá con detalle más adelante). La tobera 12 de fondo soporta el conjunto combustible 10 sobre una placa 14 del núcleo inferior dispuesta sobre la zona del núcleo del reactor nuclear (no mostrado). Además de la tobera 12 de fondo, el esqueleto estructural del conjunto combustible 10 incluye, así mismo, una tobera 16 de más arriba dispuesta en su extremo superior y una pluralidad de tubos o manguitos de guía, los cuales se extienden en el sentido longitudinal entre las toberas de fondo y superior 12 y 16 y en sus extremos opuestos están rígidamente fijados a estas.

50 El conjunto combustible 10 incluye así mismo una pluralidad de rejillas 20 transversales separadas axialmente a lo largo de y montadas sobre, los tubos manguito 18 de guía y una formación organizada de varillas 22 de combustible alargadas separadas en sentido transversal y soportadas por las rejillas 20. Así mismo, el conjunto 10 presenta un tubo 24 de instrumentación situado en el extremo de aquél y que se extiende entre, y está dotado sobre las toberas

de fondo y superior 12 y 16. Con dicha disposición de partes, el conjunto combustible 10 forma una unidad integral capaz de ser cómodamente manipulada sin dañar el montaje de las partes.

Tal y como se mencionó con anterioridad, las varillas 22 de combustible en su formación en el conjunto 10 están sujetas entre sí en relación separada por las rejillas 20 separadas a lo largo de la extensión del conjunto combustible. Cada varilla 22 de combustible incluye unas pellas 26 de combustible nuclear y está cerrada en sus extremos opuestos mediante unos obturadores terminales inferior y superior 28 y 30. Las pellas 26 son mantenidas en una pila por un muelle 32 de cámara impelente dispuesto entre el obturador terminal superior 28 y la parte superior de la pila de pellas. Las pellas 26 de combustible, compuestas de material divisible, son las responsables de la creación de la energía reactiva del reactor. Un moderador / refrigerante líquido como por ejemplo agua o agua con cloro, es bombeado hacia arriba a través de una pluralidad de aberturas de flujo existentes en la placa 14 del núcleo interior hasta el conjunto combustible. La tobera 12 de fondo del conjunto combustible 10 distribuye el refrigerante hacia arriba a través de los tubos 18 de guía y a lo largo de las varillas 22 de combustible del conjunto con el fin de extraer el calor generado en su interior para la producción de trabajo útil.

Para controlar el proceso de fisión, una pluralidad de varillas 34 de control puede ser desplazada en vaivén dentro de los manguitos 18 de guía situados en posiciones predeterminadas dentro del conjunto combustible 10. En concreto, un mecanismo 36 de control de la agrupación de las varillas está situado por encima de la tobera 16 de más arriba y soporta las varillas 34 de control. El mecanismo de control incorpora un mecanismo 37 cilíndrico internamente roscado y una pluralidad de tirantes o brazos 38 que se extienden radialmente. Cada brazo 38 está interconectado por una varilla 34 de control, de tal manera que el mecanismo 36 de las varillas de control puede ser operado para desplazar las varillas de control verticalmente por dentro de los manguitos 18 de guía para, de esta forma, controlar el proceso de escisión del conjunto combustible 10, todo de la forma sobradamente conocida.

#### Tobera de fondo con filtro de residuos

Tal y como se mencionó con anterioridad, los daños a las varillas del combustible debidos a los residuos atrapados en o por debajo de la rejilla de más abajo de las rejillas 20 que soportan las zonas de soporte de combustible de las varillas de combustible, han resultado ser un problema. Las fugas de las varillas de fuga debidas a los residuos han sido identificadas por el Institute of Nuclear Power Operations como uno de los cuatro mecanismos de fugas que necesitan tomarse en consideración para conseguir un índice de fallos de combustible cero para el 2010. Fabricantes de reactores, como por ejemplo Westinghouse Electric Company LLC, Pittsburg, Pennsylvania, ofrecen en la actualidad una pluralidad de elementos relevantes para reducir al mínimo los efectos adversos de dichos residuos, esto es, toberas de fondo con filtros de residuos, rejillas de más abajo protectoras, obturadores terminales ampliados de las varillas de combustible, revestimiento de las varillas de combustible, etc. El diseño de las toberas de fondo con filtro de residuos existente (como por ejemplo el descrito en la Solicitud publicada estadounidense 2005/0157836) no es suficiente, por sí solo, para impedir que los residuos pasen hasta el interior del núcleo lo que representa un peligro potencial para que se produzca una fuga de las varillas de combustible. El diseño de las toberas de fondo con filtro de residuos actual bloquea aproximadamente el 70% en peso de las partículas metálicas que podrían provocar un fallo en el revestimiento del combustible al pasar a través de los pasos del flujo de la tobera. Los agujeros de paso del flujo de las toberas de fondo con filtro de residuos actuales tienen un diámetro de aproximadamente 0,48 cm, el cual no conseguirá impedir que fibras largas de alambre pasen a través de los pasos de flujo existentes en la placa adaptadora de la placa de fondo, dado que los agujeros del flujo son rectos en la dirección del flujo. Por tanto, para impedir la aparición de daños en el revestimiento de las varillas de combustible es muy conveniente reducir al mínimo dichos residuos que pasan a través de los agujeros del flujo de la tobera de fondo o a través de las superficies de contacto existentes entre los orificios de salida de los agujeros del flujo de la tobera de fondo y de las estructuras adyacentes.

La presente invención proporciona una tobera 12 de fondo mejorada la cual, además de soportar el conjunto combustible 10 sobre la placa 14 de soporte de núcleo inferior contiene, así mismo, unos rasgos característicos los cuales tienen como función filtrar residuos con tamaños potencialmente perjudiciales a partir del flujo del refrigerante pasado hacia arriba a través de la tobera de fondo. La tobera 12 de fondo incluye unos medios de soporte, por ejemplo, la faldilla 40 mostrada en las Figuras 5 y 6. El medio de soporte, esto es, la faldilla 40 en la presente forma de realización incluye una pluralidad de patas 42 esquineras para soportar el conjunto combustible 10 sobre la placa 14 del núcleo inferior. Aunque no se muestra, la placa 14 de soporte de núcleo inferior incluye una pluralidad de espigas de alineación que se extienden hacia arriba verticalmente por el interior del núcleo y son recibidas dentro de al menos dos receptáculos 44 para las espigas del núcleo situados sobre las esquinas diagonalmente opuestas de la faldilla 40 como extensiones internas de las patas 42 esquineras. Una placa 46 adaptadora planar genéricamente rectangular, la cual puede ser observada en la Figura 5, está adecuadamente fijada, como por ejemplo por soldadura, a la superficie superior de la faldilla 40 de soporte. Un número mayor de pequeños agujeros 48 de paso del flujo existentes en la placa 46 adaptadora están concentrados en el área de los agujeros 50 del flujo a través de la placa 14 de soporte del núcleo inferior y están dimensionados para filtrar residuos con tamaños perjudiciales sin afectar negativamente al flujo o a la caída de la presión a través de la placa 46 adaptadora de la tobera de fondo y a través del conjunto combustible 10. En este sentido, la tobera 12 de fondo con filtro de residuos de la presente invención es muy similar en la Solicitud publicada estadounidense 2005/0157836, transferida al Cesionario de la presente invención. Los agujeros 48 de paso del flujo existentes en la placa adaptadora pueden ser mejor observados en las vistas en sección transversal de las Figuras 2 y 3. Además de los agujeros 48 de paso del flujo de

refrigerante, la placa 46 adaptadora presenta dos tipos adicionales de agujeros 52 y 54 de paso. Los agujeros 52 de paso reciben unos medios de sujeción que están atornillados por dentro de los obturadores terminales inferiores de los manguitos de guía para sujetar los manguitos 18 de guía a la placa 46 adaptadora. El agujero 54 de paso central se alinea con el tubo 24 de instrumentación en el conjunto combustible 10 y, de acuerdo con la presente invención, está conectado a un agujero 56 de extensión que continúa desde el lado inferior de la placa 46 adaptadora a través de un tamiz 58 de protección de los residuos el cual se extiende a través de una porción inferior de la faldilla 40.

El tamiz es una lámina de metal que está doblada adoptando una forma ondulante corrugada que presenta un grosor aproximadamente igual a o entre 0,066 cm y 0,152 cm y debe mostrar la suficiente flexibilidad y elasticidad al menos igual a aproximadamente la mitad del paso desde la forma de plegado del tamiz plegado al hacer posible la instalación del tamiz sin una deformación permanente adicional (o ajuste permanente) y proporcionar una fuerza sobre las paredes opuestas de la faldilla después de la instalación. Una abertura central existente en el tamiz aloja el tubo 56 de extensión el cual puede estar abocinado en su extremo inferior para evitar la derivación de residuos en la superficie de contacto del tubo 56 de extensión y el tamiz 58. El área entre el tamiz 58, el lado interior de la faldilla 40 y el lado inferior de la placa 46 adaptadora define una cámara impelente 62. Los agujeros 64 de paso del flujo existentes en la faldilla 40 y las ranuras 66 existentes en el tamiz 58 los cuales pueden apreciarse de forma óptima en la Figura 8, proporcionan el acceso del refrigerante a la cámara 62 impelente y a los agujeros 48 de paso del flujo situados en la placa adaptadora 46. La forma del tamiz puede apreciarse de forma óptima en la vista mostrada en la Figura 7. Una abertura 68 central forma la superficie de contacto con el tubo de extensión de instrumentación y los vaciados 74 diagonalmente opuestos forman la superficie de contacto con los receptáculos 44 para las espigas del núcleo. Los tamices pueden ser insertados en los receptáculos 44 para las espigas del núcleo para evitar la derivación de cualquier residuo. El tamiz 58 es soportado por unas espigas 70 que se extienden entre las aberturas 76 situadas en las paredes opuestas de la faldilla 40 y a través de las correspondientes aberturas dispuestas en los lados inclinados del tamiz 58. Las espigas 70 terminan dentro de los agujeros 76 y no se extienden más allá de la superficie externa de la faldilla 40. Los extremos del tamiz 58 pueden, así mismo, estar soldados al interior de la faldilla 40. Además de los agujeros 72 para las espigas, las ranuras 66 están dispuestas en las paredes laterales inclinadas del tamiz 58 las cuales, junto con los agujeros 64 de paso del flujo situados en la faldilla 40 proporcionan el acceso del refrigerante a la cámara impelente 62. Tal y como se muestra en la Figura 4, el tamiz 58 está alineado con los agujeros 64 para que el refrigerante sea dirigido al interior de la cámara impelente.

La longitud plegada del tamiz 58 tiene el tamaño preciso para sobrepasar el sitio disponible en el interior de la faldilla 40 para que el tamiz 58 sea deformado durante la instalación para restringir el desplazamiento del tamiz. Las características de perforación y plegado se eligen para asegurar que un tamaño predeterminado de partículas metálicas no pueda pasar a través del tamiz. Con este fin, se supone que las partículas metálicas de interés presentan una forma cilíndrica que puede caracterizarse por un diámetro externo (OD) y una longitud L. La formación geométrica de las ranuras de perforación debe ser coherente con aquellas dimensiones, esto es, la longitud de las ranuras ( $L_s$ ) debe ser inferior o igual a L y la anchura de las ranuras ( $D_s$ ) debe ser inferior o igual a OD. Sin embargo, debe apreciarse que la geometría de la ranura puede variar y el número de ranuras debe ser suficiente para satisfacer los condicionamientos de la caída de la presión. Tal y como se muestra en la Figura 9, los parámetros de plegado del tamiz deben corresponderse con la longitud de la ranura 66 para asegurar que las partículas de metal "largas" del refrigerante no puedan rotar por encima del tamiz 58, tal y como se muestra en la Figura 9. De modo preferente, el diámetro de los pliegues ( $D_b$ ) debe ser aproximadamente igual a la longitud de las ranuras ( $L_s$ ). El área 78 de los pliegues inferiores forma entonces un punto de recogida de los residuos.

Las espigas 70 que se utilizan para fijar el tamiz 58 dentro de la faldilla 40 pueden ser fijadas dentro de los agujeros 76 utilizando un acoplamiento roscado entre la espiga y una tuerca de la espiga (no mostrada) en una porción avellanada de los agujeros 76 de la faldilla. La tuerca de la espiga puede ser fijada por deformación mecánica de la cabeza de la tuerca (similar a la deformación de la copa de bloqueo de los tornillos de los manguitos de guía empleada en la actualidad).

De acuerdo con lo mencionado con anterioridad, es conveniente que el tamiz esté ligeramente deformado durante la instalación de las espigas para restringir el desplazamiento del tamiz durante la operación. De modo preferente, el conjunto combustible está fabricado de acuerdo con el procedimiento actual hasta el punto en el que la tobera 12 inferior está instalada y sujeta. En ese punto, el tamiz 58 es insertado dentro de la faldilla 40 aprovechando su flexibilidad y las espigas son instaladas a través de los agujeros 76 dispuestos en la faldilla y a continuación roscados a través de los agujeros 72 situados en el tamiz 58 y fijados con las tuercas de las espigas. El resto del procedimiento para el montaje del conjunto combustible 10 es el mismo que el actualmente empleado.

De acuerdo con ello, el refrigerante que emerge a través de los agujeros 50 del flujo situados en la placa 14 de soporte del núcleo inferior entra en la tobera inferior a través de las ranuras 66 en los lados inclinados del tamiz 58 ondulante corrugado y a través de los agujeros 64 de paso del flujo situados en la faldilla 40 y gira hacia arriba y a través de los agujeros 48 de paso del flujo para entrar en la rejilla 20 de más abajo. De esta manera, los residuos que podrían probablemente dañar el revestimiento del combustible se asentarán dentro de las hendiduras 78 situadas dentro de las corrugaciones del tamiz 58 antes de que el refrigerante abandone la tobera 12.

Aunque se han descrito con detalle formas de realización específicas de la invención, debe apreciarse por parte de los expertos en la materia que pueden llevarse a cabo diversas modificaciones y alternativas a esos detalles a la luz

de las enseñanzas globales de la divulgación. De acuerdo con ello, las formas de realización concretas divulgadas pretenden ser únicamente ilustrativas y no limitativas respecto del alcance de la invención el cual queda definido en las reivindicaciones adjuntas.

**Lista de referencias**

- 10 conjunto combustible
- 12 tobera de fondo
- 14 placa de soporte del núcleo inferior
- 16 tobera superior
- 18 tubos de guía
- 20 rejillas
- 22 varillas de combustible
- 24 tubo de instrumentación
- 26 pellas de combustible
- 28 obturador terminal superior
- 30 obturador terminal inferior
- 32 muelle de la cámara impelente
- 34 varillas de control
- 36 mecanismo de control de agrupación de las varillas
- 37 cubo de cruceta
- 38 tirantes
- 40 faldilla
- 42 patas de la faldilla
- 44 receptáculo de las espigas del núcleo
- 46 placa adaptadora
- 48 agujeros de paso del flujo
- 50 agujeros de flujo de la placa de soporte del núcleo
- 52 agujeros de los manguitos de las varillas de control
- 54 agujero del tubo de instrumentación
- 56 tubo de extensión del instrumento
- 58 tamiz
- 62 cámara impelente
- 64 agujeros de flujo de la faldilla
- 66 ranuras del tamiz
- 68 superficie de contacto del tamiz con el tubo del instrumento
- 70 soporte del tamiz
- 72 agujeros para las espigas del tamiz
- 74 vaciado del receptáculo de las espigas de la placa de soporte

76 agujeros para las espigas de la faldilla

78 área de plegado del tamiz

**REIVINDICACIONES**

1.- Una tobera (12) de fondo con filtro de residuos para un conjunto combustible (10) de reactor nuclear de agua a presión que presenta una pluralidad de varillas alargadas (22) de combustible nuclear que presentan una longitud axial extendida, al menos una rejilla (20) más inferior que soporta dichas varillas (22) de combustible en una formación organizada y que presenta unos espacios desocupados definidos en su interior adaptados para hacer posible el flujo a su través del refrigerante fluido y más allá de dichas varillas (22) de combustible donde dicho conjunto combustible está instalado en el reactor nuclear, una pluralidad de manguitos (18) de guía que se extienden a lo largo de dichas varillas de combustible a través de y soportando dicha rejilla (20), estando dicha tobera (12) de fondo con filtro de residuos diseñada para quedar dispuesta por debajo de dicha rejilla (20) , por debajo de los extremos inferiores de dichas varillas (12) de combustible, para soportar dichos manguitos (18) de guía y estando adaptada para hacer posible el flujo del refrigerante fluido por el interior de dicho conjunto combustible, comprendiendo dicha tobera (12) de fondo con filtro de residuos:

una placa (46) adaptadora sustancialmente horizontal que se extiende sustancialmente transversal con respecto al eje geométrico de las varillas (22) de combustible y que presenta una cara superior destinada a quedar dirigida hacia dicha rejilla (20) de más abajo, presentando dicha cara superior de dicha placa (46) adaptadora definida a su través una pluralidad de agujeros (48) de paso del flujo que se extienden completamente a través de dicha placa (46) adaptadora para el paso de fluido refrigerante desde una cara inferior de dicha placa adaptadora hasta la cara superior de dicha placa adaptadora, extendiéndose cada uno de dichos agujeros de paso del flujo de refrigerante, cuando están incorporados en dicho conjunto combustible, sustancialmente en la dirección axial de dichas varillas (22) de combustible, en comunicación de fluido con dichos espacios desocupados; y

una faldilla (40), que presenta unas paredes, que circunscribe la cara inferior de dicha placa adaptadora;

en la que

un tamiz (58) se extiende a través de una porción inferior de dicha faldilla (40) cubriendo sustancialmente su fondo y formando una cámara impelente (62) entre la cara inferior de la placa adaptadora (46) y el tamiz (58);

**25 caracterizada porque**

el tamiz (58) es una hoja de metal que está plegada adoptando una forma ondulante corrugada.

2.- La tobera (12) de fondo con filtro de residuos de la Reivindicación 1, en la que las corrugaciones del tamiz (58) presentan una cantidad predeterminada positiva, de elasticidad y son comprimidas para que ejerzan una fuerza sobre las paredes opuestas de la faldilla (40) sobre la cual se apoya un extremo de las corrugaciones.

30 3.- La tobera (12) de fondo con filtro de residuos de la Reivindicación 1, en la que el tamiz (58) está construido por un material que presenta sustancialmente el mismo coeficiente de expansión térmica que la faldilla (40).

4.- La tobera (12) de fondo con filtro de residuos de la Reivindicación 1, en la que la faldilla (40) presenta unos agujeros (64) de paso del flujo en al menos una porción de sus paredes que están en comunicación de fluido con la cámara impelente (62) entre la cara inferior de la placa adaptadora (46) y el tamiz (58).

35 5.- La tobera (12) de fondo con filtro de residuos de la Reivindicación 4, en la que la tobera de fondo con filtro de residuos es sustancialmente cuadrada y presenta cuatro lados y los agujeros (64) de paso del flujo están dispuestos en los cuatro lados de la faldilla (40).

6.- La tobera (12) de fondo con filtro de residuos de la Reivindicación 1, en la que el tamiz (58) ondulado corrugado es soportado por unas espigas que se extienden entre unas paredes opuestas de dichas paredes de la faldilla (40).

40 7.- La tobera (12) de fondo con filtro de residuos de la Reivindicación 6, en la que las espigas están al mismo nivel que una superficie exterior de dichas paredes.

8.- La tobera (12) de fondo con filtro de residuos de la Reivindicación 6, en la que las espigas pasan a través de los agujeros (72) del tamiz ondulado.

45 9.- La tobera (12) de fondo con filtro de residuos de la Reivindicación 1, en la que cada ondulación del tamiz (58) ondulado corrugado presenta o bien una parte superior o bien una parte inferior y unos lados en la que los lados presentan una pluralidad de agujeros de paso del flujo y los fondos no presentan agujeros de paso del flujo.

10.- La tobera (12) de fondo con filtro de residuos de la Reivindicación 9, en la que las partes superiores del tamiz (58) no presentan agujeros de paso del flujo.

50 11.- La tobera (12) de fondo con filtro de residuos de la Reivindicación 9, en la que las partes superiores e inferiores del tamiz (58) son redondeadas.

12.- La tobera (12) de fondo con filtro de residuos de la Reivindicación 9, en la que los lados están inclinados.

- 13.- La tobera (12) de fondo con filtro de residuos de la Reivindicación 9, en la que los agujeros son unas ranuras (66).
- 5 14.- La tobera (12) de fondo con filtro de residuos de la Reivindicación 13, en la que la longitud de las ranuras (66) es menor o igual a la longitud de los residuos que el tamiz (58) está destinado a atrapar con una anchura de las ranuras (66) inferior o igual a un diámetro de los residuos que el tamiz (58) está concedido para atrapar.
- 15.- La tobera (12) de fondo con filtro de residuos de la Reivindicación 13, en la que las partes superiores y las inferiores del tamiz (58) son redondeadas y la longitud de las ranuras (66) es sustancialmente igual a un diámetro de las partes superiores e inferiores redondeadas.
- 10 16.- La tobera (12) de fondo con filtro de residuos de la Reivindicación 13, en la que las ranuras (66) están dispuestas horizontalmente.
- 17.- Un conjunto combustible para un reactor nuclear de agua a presión que presenta una tobera de fondo con filtro de residuos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16.

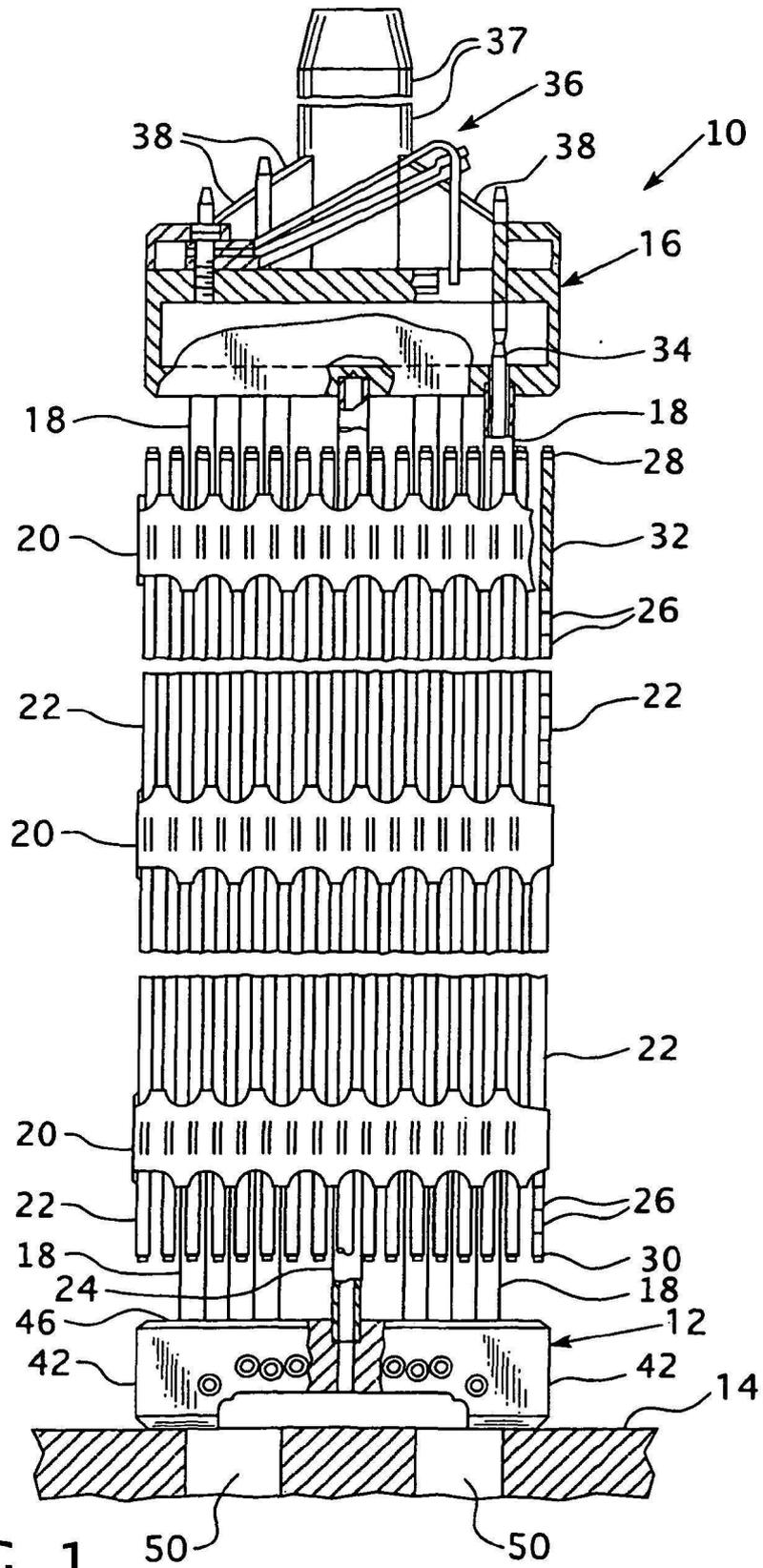


FIG. 1

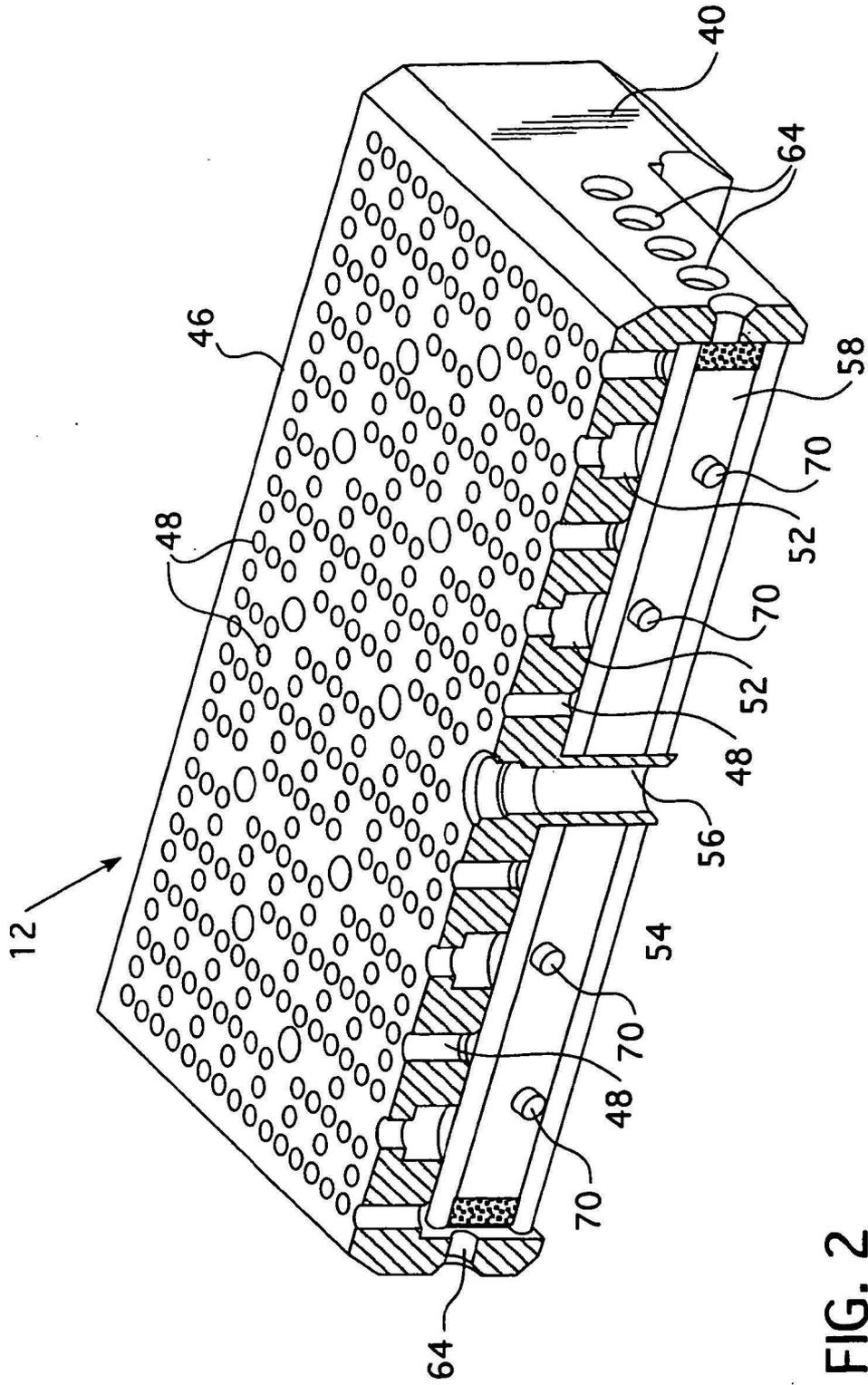


FIG. 2

