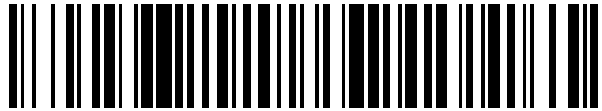


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 343**

51 Int. Cl.:

G21C 7/113 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2006 E 06126832 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2013 EP 1814125**

54 Título: **Barra de control de reactor de agua en ebullición**

30 Prioridad:

05.01.2006 US 325459

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.10.2013

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 RIVER ROAD
SCHENECTADY, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**NELSON, DENNIS S. y
STUDER, STEPHEN J.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 426 343 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

Barra de control de reactor de agua en ebullición

5 Normalmente, los reactores nucleares incluyen barras de control que contienen materiales para la absorción de neutrones y tanto para las reacciones de parada como para las reacciones de conformación. Las barras de control convencionales (o los hojas de control) de los Reactores de Agua en Ebullición (BWR) tienen forma cruciforme y pasan al interior de los intersticios conformados cruciformes complementarios (denominados espacios intermedios del canal de combustible) entre los conjuntos de combustible o las barras de combustible.

10 Las barras de control de la técnica anterior consisten en una pluralidad de miembros alargados, configurados lado a lado para formar un miembro plano. Estos miembros alargados, conocidos como tubos absorbedores, están sellados en ambos extremos y pueden contener cápsulas que contienen polvo de carburo de boro u otros materiales absorbedores de neutrones tales como barras de hafnio.

Se sueldan cuatro miembros planos, cada uno de los cuales consiste en una pluralidad de tubos absorbedores, a un miembro central generalmente cruciforme, para formar una barra de control conformada cruciforme.

15 Las patentes de EE.UU. Nos 4.929.412 y 4.902.470 divulgan una barra de control 100 que incluye un tubo absorbedor T con cuatro esquinas discretas de ángulo recto. Como se muestra en la Figura 1, se sueldan tubos absorbedores T adyacentes juntos en las esquinas 10, donde el número de referencia 20 indica el material soldado entre los tubos absorbedores adyacentes.

20 La Figura 2 es una vista en perspectiva que ilustra una barra de control, que surge a partir de cuatro canales de combustible lado a lado, para absorber neutrones en el control de una reacción nuclear. La Figura 2 ilustra como se encuentran dispuestos los conjuntos de combustible alrededor de las barras de control en un BWR. Los reactores nucleares tienen canales de combustible 14 que contienen barras de combustible 16. En el interior de las barras de combustible 16 están colocados las pastillas de combustible nuclear que generan la reacción nuclear en cadena. Los reactores de BWR introducen las barras de control desde la parte inferior hasta la parte superior. Dicha barra de control R se muestra en la Figura 2 saliendo entre los respectivos canales de combustible 14 que separan los conjuntos de combustible de las barras de combustible 16.

El documento US 5.719.912 divulga una barra de control para un reactor nuclear, que incluye varias configuraciones de tubo absorbedor, que están rellenas con un material de absorción de neutrones. Se proporcionan al menos cuatro protuberancias sobre cada tubo absorbedor, y se sueldan los tubos juntos a lo largo de las protuberancias.

30 El documento EP 0 810 610 divulga una barra de control en la que el material de absorción de neutrones está incorporado en cápsulas cilíndricas.

El documento JP 01148995 divulga una barra de control en la que el material de absorción de neutrones está incorporado en tubos absorbedores que tienen una superficie externa de cuatro lados planos separados por esquinas redondeadas.

La presente invención proporciona una barra de control como se define en las reivindicaciones adjuntas.

35 Se comprenderán de manera más completa las realizaciones ejemplares de la presente invención a partir de la descripción detallada proporcionada a continuación en la presente memoria y los dibujos adjuntos, en los que elementos iguales están representados por números de referencia iguales, y en los que:

La Figura 1 muestra una configuración de tubo absorbedor de la técnica anterior.

40 La Figura 2 es una vista en perspectiva que ilustra una barra de control que sale desde debajo de cuatro canales de combustible de lado a lado para la absorción de neutrones en el control de una reacción nuclear.

La Figura 3 es una vista de corte transversal en horizontal de un tubo absorbedor de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente invención.

La Figura 4 es una vista parcial de una barra de control conformada cruciforme para ilustrar tubos absorbedores de lado a lado.

45 La Figura 5 ilustra una barra de control separada de los canales de combustible que se muestran en la Figura 2.

50 La Figura 3 ilustra una vista en corte transversal horizontal de un tubo absorbedor de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente invención. La barra de control puede estar formada por una pluralidad de miembros alargados; la Figura 3 muestra un corte transversal de un miembro alargado individual. El miembro alargado 200 puede incluir un tubo absorbedor 300 que tiene un diámetro interior redondeado y que encierra una cápsula 201, y un diámetro exterior genéricamente redondeado con áreas planas y genéricamente lisas o lados entre las cuatro (4) esquinas redondeadas, como se muestra en la Figura 3. En otra realización de ejemplo, los lados planos pueden

estar entre esquinas planas y genéricamente lisas. Los materiales 250 de absorción de neutrones, tales como polvo de carburo de boro, están incorporados en la cápsula 201 interna cilíndrica. El tubo absorbedor 300 puede también encerrar otros materiales de absorción de neutrones tales como barras de hafnio.

5 La superficie externa del tubo absorbedor 300 tiene al menos cuatro (4) secciones planas 400, con una esquina redondeada 500 entre cada una de las secciones planas 400. En otras palabras, una superficie externa del tubo absorbedor 300 no tiene un borde agudo o esquina. En otra configuración que no está cubierta por la presente invención, las secciones de esquina 500 pueden ser planas. Además, puede existir un espacio intermedio 275 entre la cápsula 201 interna cilíndrica y el tubo de absorbedor 300. En general, el espacio intermedio está relleno con aire y/o gas de helio, y/o otros gases apropiados, por ejemplo. La forma simplificada del tubo absorbedor 300 reduce el número de pases de estirado para la fabricar el tubo, lo que reduce de este modo el coste de fabricación.

10 Se puede fabricar el tubo absorbedor 300 en tamaños discretos. A modo de ejemplo, una anchura del tubo absorbedor 300 es de aproximadamente 0,260 (0,660 cm) a 0,312 (0,792 cm) pulgadas;

<<(1 pulgada = 2,54 cm)>>

15 la longitud del lado plano o sección 400 es de aproximadamente 0,100 (0,254 cm) a 0,120 (0,305 cm) pulgadas; el diámetro interno de la cápsula es de aproximadamente 0,204 (0,518 cm) pulgadas a 0,252 (0,640 cm) pulgadas; y la longitud entre la sección 400 plana externa y la sección interna del tubo absorbedor 300 (por ejemplo la pared) es de aproximadamente 0,030 (0,0762 cm) pulgadas. en general, las barras de control que contienen los conjuntos 200 de tubo absorbedor están por encima de 174 pulgadas de largo (441,96 cm). La longitud de la carga de combustible en el reactor nuclear puede estar dentro del intervalo de aproximadamente 144 (365,76 cm) a 150 (381 cm) pulgadas.

20 El tubo absorbedor 300 tiene un espesor de pared mínimo mayor que el tubo absorbedor de la técnica anterior como viene ilustrado en la Figura 1, al tiempo que mantiene la misma anchura externa de tubo absorbedor. Esto tiene como resultado un tubo absorbedor capaz de soportar una presión interna más elevada, que ocupa el mismo espacio que los tubos absorbedores de la técnica anterior. Esto es beneficioso, ya que el polvo 250 de carburo de boro libera gas de helio a medida que absorbe neutrones en un reactor nuclear, presurizando el tubo absorbedor 300.

25 La Figura 4 ilustra una vista parcial de una barra de control conformada cruciforme para ilustrar la configuración lado a lado de los tubos absorbedores 300 de la misma. En la Figura 4 se muestra una barra 205 de control conformada cruciforme, que incluye una pluralidad de miembros planos 350 que se extienden desde un eje central (indicado por 375) y unidos a una barra de unión 70 para generar la forma cruciforme de la barra de control 205. La ubicación soldada de las realizaciones de ejemplo de la presente invención (en comparación con la Figura 1) está más próxima a la línea central del miembro plano 350. Esto permite que el miembro plano 350 sea más flexible, permitiendo que el cilindro 205 de control con forma cruciforme se conforme mejor para el alabeo y la curvatura de los ocho (8) lados de los canales 14 de combustible adyacentes (Figura 2), generando un espacio intermedio de forma cruciforme para la barra de control 205. De manera adicional, el tubo absorbedor 300 elimina la región intersticial entre los tubos absorbedores, a diferencia del tubo absorbedor de la técnica anterior (Figura 1), obviando de este modo la necesidad de rellenar la región intersticial con helio, lo que también reduce el coste de fabricación.

30 Cada miembro plano 350 incluye una pluralidad de miembros alargados (por ejemplo, tubos absorbedores 300). Cada tubo de absorbedor 300 puede estar construido como se describe con respecto a la Figura 3. Cada miembro plano 350 puede incluir de este modo una pluralidad de tubos absorbedores 300 soldados juntos en una relación de lado a lado. Se pueden soldar los tubos 300 por medio de soldadura láser, soldadura de haz de electrones o soldadura de plasma, por ejemplo, representando un ejemplo de tecnologías de soldadura para unir tubos 300. La sección plana 400 de un tubo de absorbedor 300 dado permite soldar los tubos 300 en una relación de lado a lado como se muestra en la Figura 4. El número de tubos absorbedores 300 en la barra de control 205 puede variar en base a las dimensiones de la barra 205 de control individual dada.

35 La Figura 5 es una vista en perspectiva, parcialmente en despiece, que ilustra una barra de control 205 separada de los canales de combustible 14 mostrados en la Figura 2. La barra de control 205 incluye un limitador de velocidad V a una sección inferior, un asidero H en la sección superior, y cuatro miembros planos S1, S2, S3 y S4 respectivos (por ejemplo, cada uno de S1-S4 representa un miembro plano 350 en la Figura 4, estando formado cada miembro plano 350 por una pluralidad de tubos absorbedores 300) entre los mismos. La barra de control 200 incluye una pluralidad de segmentos de unión 70 con forma cruciforme colocados a intervalos respectivos para sujetar los lados S1-S4 planos respectivos uno con respecto a otro. Los segmentos de unión 70 pueden ser de una construcción singular de una pieza a lo largo de la dirección longitudinal de la barra de control 200, o pueden ser una pluralidad de segmentos de unión 70 colocados de manera intermitente a lo largo de la dirección longitudinal de la barra de control 200. Se pueden proporcionar los segmentos 70 a intervalos de manera que la barra de control 200 sea flexible para penetrar en los conjuntos de combustible dinámicamente curvados durante los episodios sísmicos. Al mismo tiempo, los segmentos 70 pueden garantizar el grado deseado de resistencia columnar para evitar la ruptura columnar durante la inserción de un episodio sísmico.

Resultará obvio que las realizaciones de ejemplo de la presente invención que se describen de este modo se

ES 2 426 343 T3

pueden variar de muchas maneras. No debe entenderse que dichas variaciones se alejan del ámbito de las realizaciones de ejemplo de la presente invención, y se pretende que todas las modificaciones, como resultará obvio para el experto en la materia, queden incluidas dentro de la alcance de las reivindicaciones siguientes.

LISTADO DE PIEZAS

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
10	Esquinas
14	Canales de Combustible
16	Barras de Combustible
20	Material Soldado
51-54	Miembros Planos
70	Barra de Unión
100	Barra de Control
200	Miembro Alargado
201	Cápsula
205	Barra de Control Conformada Cruciforme
250	Materiales de Absorción de Neutrones
275	Espacio intermedio
300	Tubo Absorbedor
350	Miembro Plano
375	Eje Central
400	Sección Plana
500	Esquina Redondeada
H	Asidero
R	Barra de Control
T	Tubo

REIVINDICACIONES

1. Una barra de control que tiene una pluralidad de miembros alargados (200) dispuestos en una relación lado a lado para absorber neutrones dentro de un reactor nuclear para controlar una reacción nuclear, comprendiendo cada miembro alargado (200)
- 5 una cápsula (201) interna cilíndrica que contiene un material (250) de absorción de neutrones en la misma; y un tubo absorbedor (300) que encierra la cápsula (201) interna cilíndrica, en el que el tubo absorbedor (300) tiene una superficie externa que comprende cuatro lados (400) planos genéricamente lisos, estando cada lado plano (400) separado de un lado (400) plano adyacente únicamente por una esquina redondeada, y proporcionando cada lado plano un área superficial de soldadura para la unión a un lado (400) plano liso de un tubo (300) absorbedor
- 10 adyacente.
2. La barra de control de la reivindicación 1, en la que la pluralidad de miembros alargados (200) se extienden desde un eje para generar una forma cruciforme de la barra de control.
3. La barra de control de la reivindicación 1 o 2, que comprende cuatro miembros planos (350) que se extienden desde un eje (375) vertical central para generar una forma cruciforme, incluyendo cada uno de los miembros planos (350) una pluralidad de dichos miembros alargados (200),
- 15 estando provisto un segmento (70) de unión con forma cruciforme a lo largo del eje (35) vertical central para sujetar los cuatro miembros planos unos con respecto a otros; estando un limitador de velocidad (V) unido a la barra de control en uno de sus extremos inferiores y estando un asidero (H) unido a la barra de control en uno de sus extremos superiores.
- 20 4. La barra de control de la reivindicación 3, en la que la pluralidad de segmentos (70) de unión con forma cruciforme está dispuesta intermitentemente a lo largo del eje vertical.
5. La barra de control de la reivindicación 3, en la que el segmento (70) de unión con forma cruciforme se extiende por toda la longitud del tubo absorbedor.
- 25 6. La barra de control de cualquiera reivindicación anterior, en la que el tubo-absorbedor (300) tiene una superficie interna genéricamente cilíndrica que encierra la cápsula interna (201) que contiene un material (250) de absorción de neutrones en el interior de la misma.
7. La barra de control de la reivindicación 6, en la que se proporciona un espacio intermedio cilíndrico (275) entre la cápsula interna (201) y la superficie cilíndrica interna del tubo absorbedor (300).
- 30 8. La barra de control de cualquier reivindicación anterior, en la que la cápsula (201) interna cilíndrica de cada miembro alargado (200) contiene polvo de carburo de boro.

FIG. 1
TÉCNICA ANTERIOR

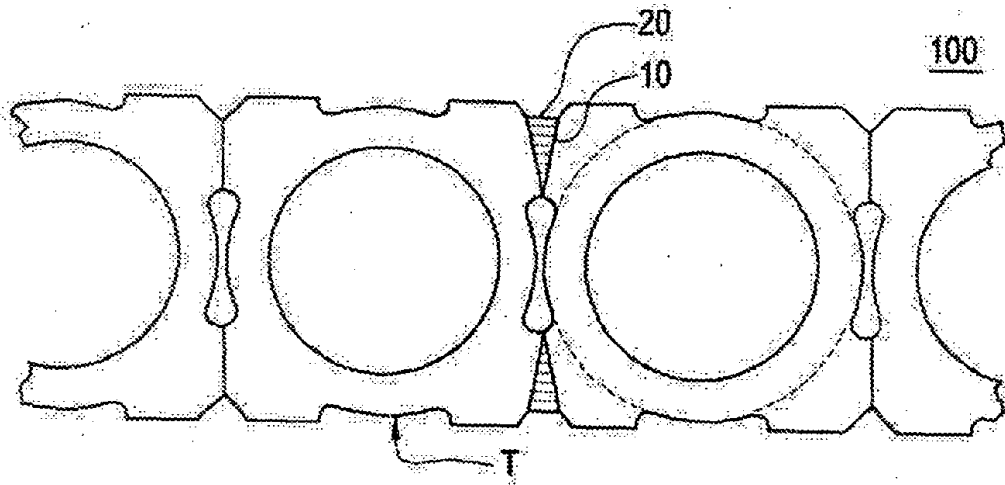


FIG. 2
TÉCNICA ANTERIOR

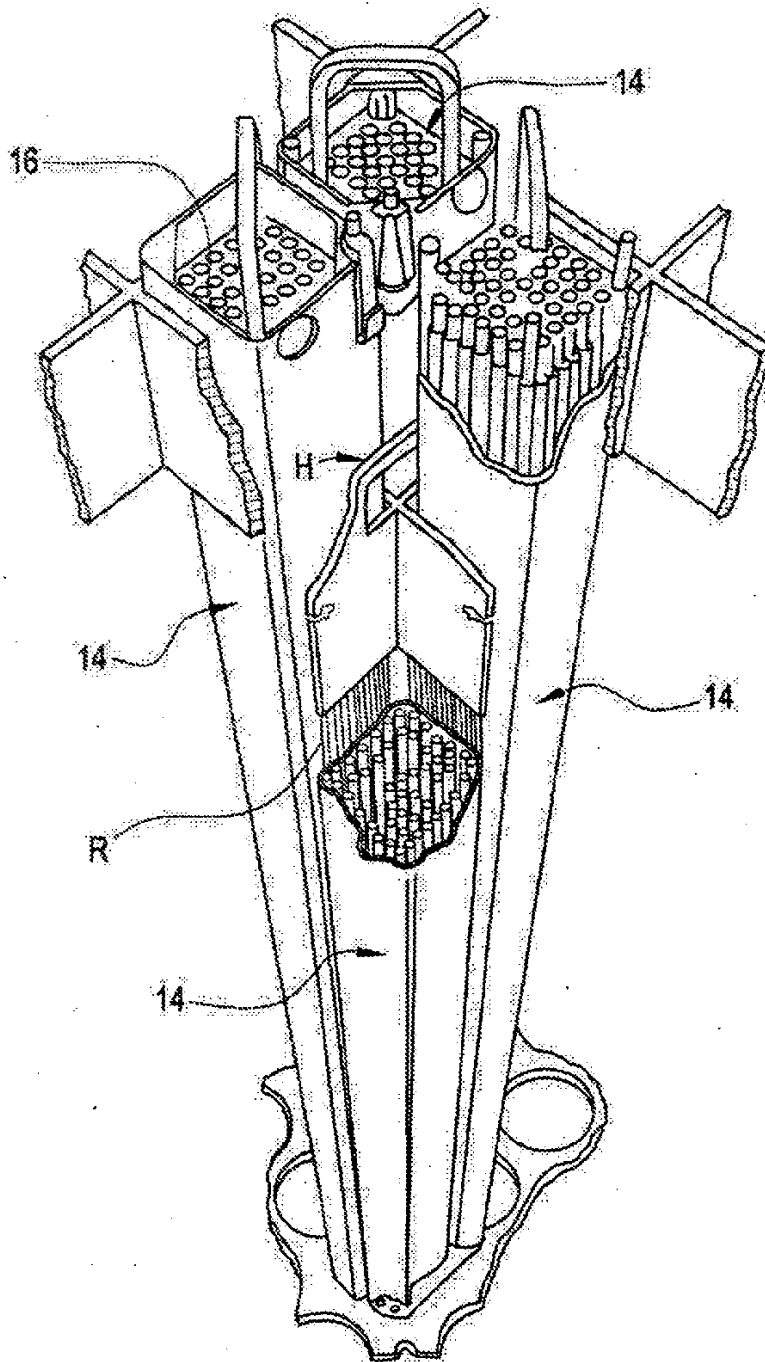


FIG. 3

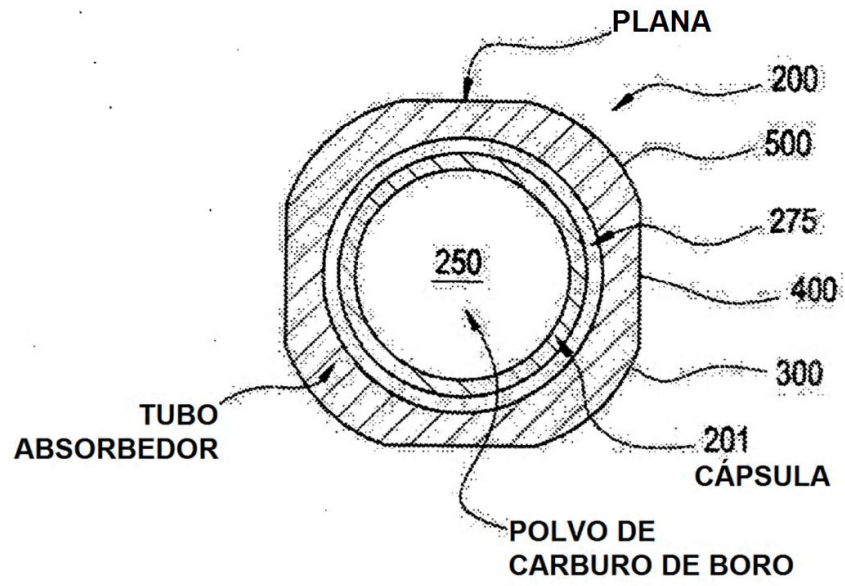


FIG. 4

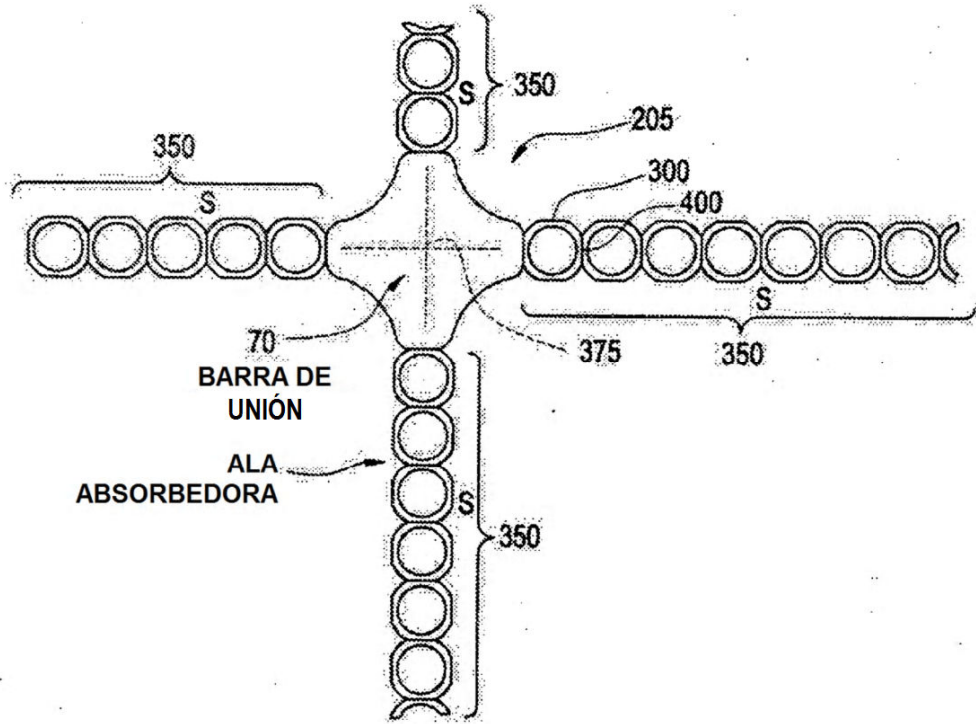


FIG. 5

