

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 532 115**

51 Int. Cl.:

G21C 3/12 (2006.01)

G21C 5/06 (2006.01)

G21C 19/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2008 E 08305784 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.01.2015 EP 2184742**

54 Título: **Placa de sujeción y elemento de combustible correspondiente**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.03.2015

73 Titular/es:

**AREVA NP (100.0%)
TOUR AREVA 1 PLACE JEAN MILLIER
92400 COURBEVOIE, FR**

72 Inventor/es:

**FRIEDRICH, ERHARD y
SCHNEIDER, MANFRED**

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 532 115 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

Placa de sujeción y elemento de combustible correspondiente

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a una placa de sujeción según el preámbulo de la reivindicación 1.
- [0002]** Dicha placa de sujeción se desvela en los documentos US-5 812 624, EP 0 543 253, EP 0 669 624 y US-5 490 190.
- 10 **[0003]** Un elemento de combustible nuclear de un reactor de agua a presión (PWR, *pressurized water reactor*) comprende en general un esqueleto y un haz de barras de combustible. El esqueleto comprende una placa de sujeción inferior, una placa de sujeción superior, tubos guía que conectan dichas placas de sujeción inferiores y superiores y rejillas espaciadoras que mantienen las barras de combustible.
- 15 **[0004]** Una vez cargada en un reactor de combustible, la placa de sujeción inferior del elemento de combustible nuclear se apoya en una placa de núcleo inferior. La placa de sujeción inferior recibe varillas de posicionamiento que sobresalen hacia arriba desde la placa de núcleo inferior. Estas varillas de posicionamiento son recibidas en orificios de posicionamiento proporcionados normalmente en las patas de la placa de sujeción inferior.
- 20 **[0005]** La placa de sujeción superior se proporciona también con orificios de posicionamiento que reciben varillas de posicionamiento superiores que sobresalen hacia abajo desde una placa de núcleo superior.
- [0006]** Los orificios de posicionamiento pueden recibir también varillas de posicionamiento que sobresalen desde las pinzas de manipulación usadas para introducir y retirar el elemento de combustible desde un núcleo de reactor nuclear o desde una celda de almacenamiento.
- 25 **[0007]** Durante la recarga de combustible o durante algunas operaciones de servicio del reactor nuclear, se retira la placa de núcleo superior y se reinstala una vez que se han realizado las operaciones necesarias en el núcleo de reactor nuclear.
- 30 **[0008]** Las varillas de posicionamiento superiores sirven para colocar lateralmente los elementos de combustible del núcleo con precisión con respecto a la placa de núcleo superior y a los otros elementos de combustible del núcleo.
- 35 **[0009]** Con el fin de facilitar la introducción de las varillas de posicionamiento superiores y compensar defectos de alineación, los orificios de posicionamiento de cada placa de sujeción superior tienen una parte de mantenimiento inferior y una parte de guiado superior que se abre en una superficie de extremo superior de la placa de sujeción superior.
- 40 **[0010]** Cada parte de guiado superior está conectada a la superficie de extremo superior de la placa de sujeción superior por un contorno de captura. Durante la instalación de la placa de núcleo superior, y en caso de un defecto de alineación de una varilla de posicionamiento superior con su orificio de posicionamiento respectivo, el extremo inferior de la varilla de posicionamiento superior se desliza en la parte de guiado y así es guiado a la parte de mantenimiento.
- 45 **[0011]** Los orificios de posicionamiento de cada placa de sujeción inferior tienen una función similar y en consecuencia una forma similar.
- [0012]** Normalmente, los orificios de posicionamiento se obtienen por mecanizado de la placa de sujeción. Las partes de mantenimiento muestran una forma cilíndrica con una base circular y las partes de guiado tienen una parte troncocónica.
- 50 **[0013]** Las partes de guiado son eficaces para compensar defectos de alineación entre las varillas de posicionamiento y los orificios de alineación correspondientes.
- 55 **[0014]** Sin embargo, si el defecto de alineación es demasiado grande, entonces las partes de guiado no son capaces de guiar las varillas de posicionamiento en las partes de mantenimiento. De este modo, las varillas de posicionamiento mal alineadas pueden doblarse y acunarse en sus orificios de posicionamiento respectivos. Esto podría provocar varios problemas, entre ellos un levantamiento inesperado del elemento de combustible

correspondiente por la placa de núcleo superior durante la siguiente operación de recarga de combustible.

[0015] Esta situación es especialmente preocupante, ya que los reactores nucleares son accionados de formas que pueden conducir cada vez más a deformaciones de los elementos de combustible y por tanto a mayores riesgos de defectos de alineación.

[0016] El objetivo de la invención es resolver este problema reduciendo adicionalmente los riesgos de acoplamiento defectuoso entre una placa de núcleo y una placa de sujeción de elemento de combustible.

10 **[0017]** Para este fin, la invención se refiere a un núcleo de reactor nuclear según la reivindicación 1.

[0018] Las realizaciones preferidas comprenden las características de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4.

15 - La fig. 1 es una vista parcial esquemática de un núcleo de reactor nuclear PWR convencional,
 - la fig. 2 es una vista en perspectiva ampliada parcial de una placa de sujeción superior según la invención,
 - la fig. 3 es una vista superior esquemática parcial que muestra el contorno de captura de un orificio de posicionamiento de la placa de sujeción superior de la fig. 2.

20 **[0019]** Tal como se muestra en la fig. 1, un núcleo de reactor nuclear 1 de un PWR comprende en general elementos de combustible nuclear 3 que se extienden verticalmente entre una placa de núcleo inferior 5 y una placa de núcleo superior 7. En la fig. 1 se muestra sólo un elemento 3, pero el núcleo comprende normalmente por ejemplo entre 150 y 220 elementos de combustible 3 dispuestos lado con lado en un patrón sustancialmente circular.

25 **[0020]** Cada elemento de combustible 3 comprende un esqueleto 9 y un haz de barras de combustible 11. El esqueleto 9 comprende una placa de sujeción inferior 13, una placa de sujeción superior 15, tubos guía 17 que conectan dichas patas de sujeción inferiores y superiores 13 y 15, y rejillas espaciadoras 19 que mantienen las barras de combustible 11 según un patrón predeterminado. Los tubos guía 17 están destinados a recibir las barras de control.

30 **[0021]** Cada barra de combustible 11 incluye en general pastillas de combustible nuclear recibidas en un recubrimiento 21 sellado por un tapón extremo de cierre inferior 23 y un tapón extremo de cierre superior 25.

35 **[0022]** La placa de sujeción inferior 13 tiene patas 27 que se apoyan en la placa de núcleo inferior 5. Dos de estas patas 27 están provistas de orificios de posicionamiento inferiores 29 que se extienden verticalmente y que reciben varillas de posicionamiento inferiores 31 que sobresalen hacia arriba desde la placa de núcleo inferior 5.

[0023] La placa de sujeción superior 15 tiene resortes 20 en contacto con la placa de núcleo superior 7.

40 **[0024]** Debe observarse que la placa de sujeción superior 15 convencional de la fig. 1 y la placa de sujeción superior 15 de la fig. 2 no están provistas del mismo tipo de resortes 20. Sin embargo, con la invención puede usarse cualquier tipo de resortes 20, o incluso ningún resorte.

45 **[0025]** Las varillas de posicionamiento superiores 31 se extienden hacia abajo desde la placa de núcleo superior 7 para ser recibidas en los orificios de posicionamiento superiores 29 proporcionados en la placa de sujeción superior 15.

[0026] Con el fin de facilitar su introducción en sus orificios de posicionamiento 29 respectivos, las varillas de posicionamiento superiores e inferiores 31 tienen extremos cónicos 32.

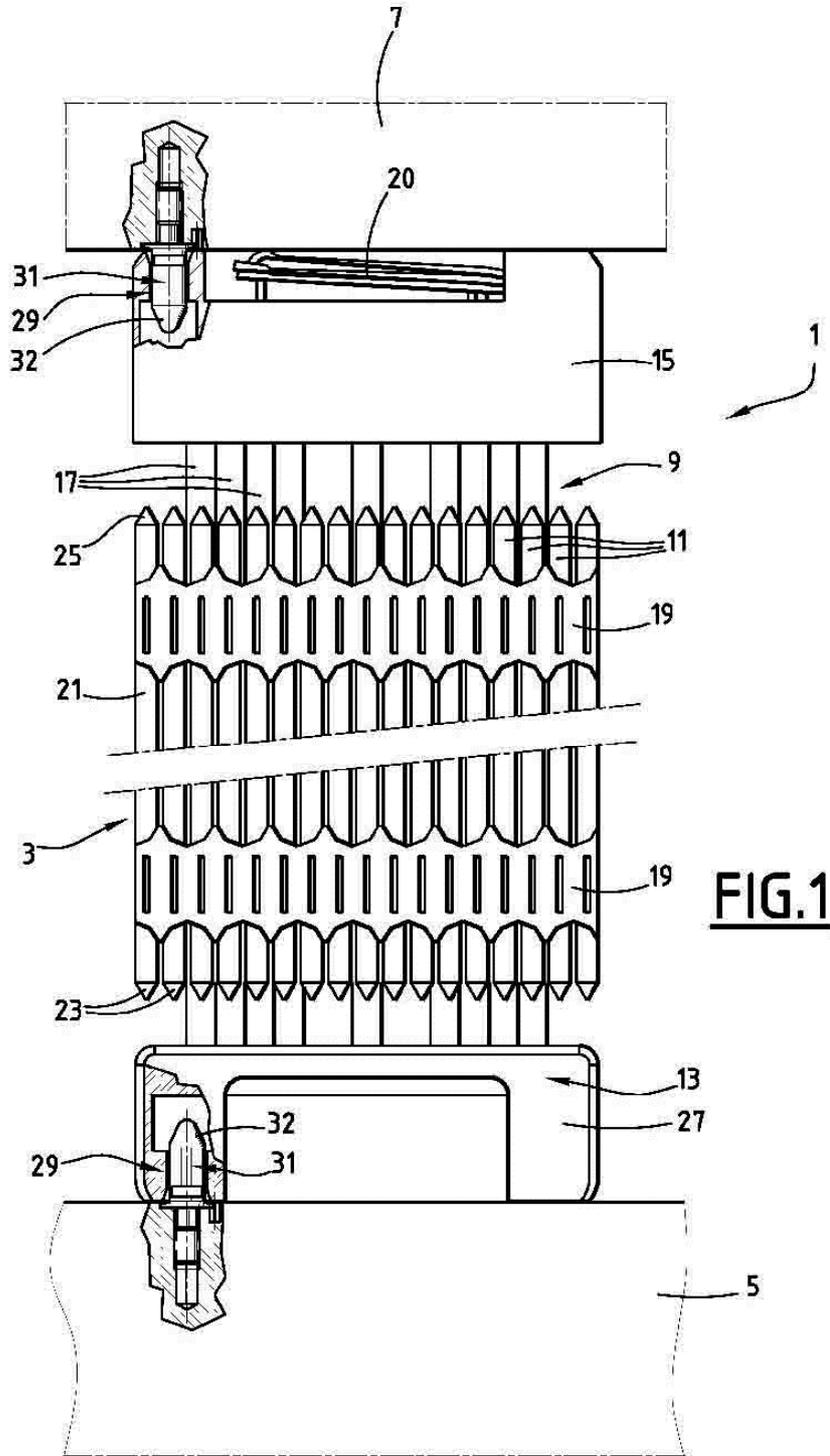
50 **[0027]** En general, las placas de sujeción 13 y 15 tienen, cada una, una base sustancialmente cuadrada con dos orificios de posicionamiento 29 proporcionados en esquinas diagonalmente opuestas de las placas de sujeción. Sin embargo, puede contemplarse cualquier número de orificios de posicionamiento 29, y por tanto de varillas de posicionamiento 31.

55 **[0028]** En la realización desvelada, todos los orificios de posicionamiento superiores 29 tienen la misma estructura. Por tanto, se describirá en más detalle sólo un orificio de posicionamiento superior 29 con referencia a las fig. 2 y 3.

- 5 **[0029]** El orificio de posicionamiento superior 29 se extiende a lo largo de un eje central vertical A y rodea al eje vertical A. El orificio de posicionamiento superior 29 tiene una parte de mantenimiento inferior 33 y una parte de guiado superior 35. La parte de mantenimiento inferior 33 tiene una forma cilíndrica alrededor del eje A con una base circular de radio R1 (véase fig. 3) con el fin de rodear estrechamente a la varilla de posicionamiento 31 respectiva.
- 10 **[0030]** La parte de guiado superior 35 rodea al eje A y se abre en la superficie de extremo superior 37 de la placa de sujeción superior 15. La parte de guiado superior 35 se conecta con la superficie de extremo superior 37 a través de un contorno de captura 39. La parte de guiado superior 35 se ensancha radialmente desde la parte de mantenimiento inferior 33 a la superficie de extremo superior 37. Este ensanchamiento tiene lugar en cada dirección radial. El contorno de captura 39 tiene por tanto una sección transversal mayor que la parte de mantenimiento inferior 33 y la distancia radial R entre el eje central A y cualquier parte del contorno de captura 39 es por tanto estrictamente mayor que R1.
- 15 **[0031]** En la realización mostrada en las fig. 2 y 3, el contorno de captura 39 tiene una forma sustancialmente cuadrada con esquinas redondeadas 41. El valor más bajo de R es R2 y corresponde a los laterales 43 del contorno de captura 39. El valor más elevado de R es R3 y corresponde a las esquinas 41 del contorno de captura 39. Por tanto, al menos una parte del contorno de captura 39 tiene una distancia radial con respecto al eje central mayor que otra parte.
- 20 **[0032]** Durante la instalación de la placa de núcleo superior 7, y en caso de un defecto de alineación entre el orificio de posicionamiento superior 29 y la varilla de posicionamiento superior 31 correspondiente, la varilla de posicionamiento superior 31 se acoplará con la pared lateral de la parte de guiado superior 35 y se deslizará en el interior de la parte de mantenimiento inferior 33.
- 25 **[0033]** Al ser la distancia radial R3 mayor que R2, la parte de guiado superior 35 puede compensar un mayor defecto de alineación en las esquinas 41 a pesar del estrecho espacio disponible en la esquina 45 de la placa de sujeción superior 15 en la que se coloca el orificio de posicionamiento superior 29.
- 30 **[0034]** Por tanto, se reduce el riesgo de un defecto de acoplamiento del elemento de combustible 3 y la placa de núcleo superior 7 después de una recarga de combustible o una operación de servicio.
- [0035]** Así se ayuda a reducir el tiempo de manipulación del elemento de combustible durante una recarga de combustible o una operación de servicio.
- 35 **[0036]** Para el contorno de captura 39 pueden contemplarse otras formas no circulares que no sean cuadradas como, por ejemplo, formas poligonales, formas ovaladas...
- [0037]** Los orificios de posicionamiento 29 mejorados desvelados anteriormente pueden implementarse en placas de sujeción inferiores.
- 40

REIVINDICACIONES

1. Un núcleo de reactor nuclear de agua a presión (1) que comprende:
- 5 - una placa del núcleo de reactor nuclear (5, 7) que tiene al menos una varilla de posicionamiento (31) que sobresale de dicha placa del núcleo (5, 7), y
- una placa de sujeción (13, 15) de un elemento de combustible nuclear (3), teniendo dicha placa de sujeción (15) al menos un orificio de posicionamiento (29) para recibir y rodear a dicha varilla de posicionamiento (31), extendiéndose el orificio de posicionamiento (29) a lo largo de un eje central (A) y teniendo una parte de
10 mantenimiento (33) y una parte de guiado (35), con la parte de guiado (35) ensanchándose radialmente en cada dirección radial desde la parte de mantenimiento (33) hasta una superficie de extremo (37) de la placa de sujeción (15), estando la parte de guiado (35) conectada a la superficie de extremo (37) por un contorno de captura (39), **caracterizado porque** dicho contorno de captura (39) es sustancialmente poligonal y tiene al menos una parte (41) que tiene una distancia radial (R3) con respecto al eje central (A) mayor que la distancia radial (R2) de otra parte
15 (43).
2. Un núcleo de reactor nuclear (1) según la reivindicación 1, en el que dicho contorno de captura (39) es sustancialmente cuadrado.
- 20 3. Un núcleo de reactor nuclear (1) según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho contorno de captura (39) tiene esquinas redondeadas (41).
4. Un núcleo de reactor nuclear (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende un elemento de combustible nuclear (3) que tiene un esqueleto (9) y un haz de barras de combustible (11),
25 comprendiendo dicho esqueleto (9) una placa de sujeción inferior (13), una placa de sujeción superior (15), tubos guía (17) que conectan dichas placas de sujeción inferior y superior (13, 15), y rejillas espaciadoras (19) que mantienen las barras de combustible (11), **caracterizado porque** al menos una de las placas de sujeción superior (15) e inferior (13) es una placa de sujeción que tiene al menos un orificio de posicionamiento (29) para recibir y rodear una varilla de posicionamiento (31) que sobresale de una placa del núcleo de reactor nuclear (7), con el
30 orificio de posicionamiento (29) extendiéndose a lo largo de un eje central (A) y que tiene una parte de mantenimiento (33) y una parte de guiado (35), con la parte de guiado (35) ensanchándose radialmente en cada dirección radial desde la parte de mantenimiento (33) a una superficie de extremo (37) de la placa de sujeción (15), estando la parte de guiado (35) conectada a la superficie de extremo (37) por un contorno de captura (39), siendo dicho contorno de captura (39) sustancialmente poligonal y teniendo al menos una parte (41) que tiene una distancia
35 radial (R3) con respecto al eje central (A) mayor que la distancia radial (R2) de otra parte (43).



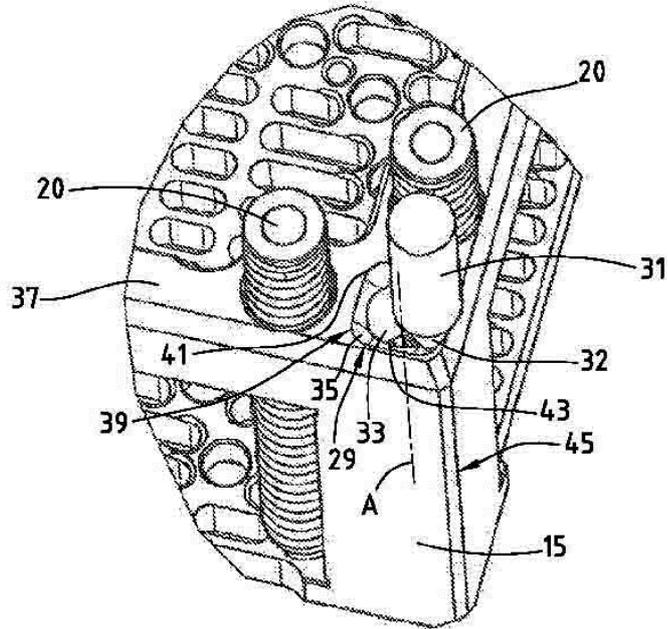


FIG. 2

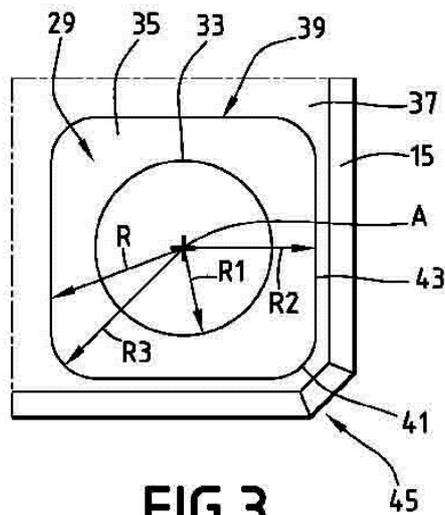


FIG. 3