

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 660**

51 Int. Cl.:

G21C 5/06 (2006.01)

G21C 3/326 (2006.01)

G21C 7/117 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07870289 .1**

96 Fecha de presentación: **16.11.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2122634**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.11.2009**

54 Título: **Racimo fijo con soporte en forma de araña, núcleo de reactor nuclear de agua a presión correspondiente y conjunto que comprende un elemento de combustible nuclear y dicho racimo fijo**

30 Prioridad:
18.12.2006 FR 0611036

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.07.2012

73 Titular/es:
**AREVA NP
Tour AREVA1 Place Jean Millier
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:
**MONCHANIN, Michel;
DELANNOY, Thierry;
PERGUE, Didier y
FERRY, Roman**

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

ES 2 384 660 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

Racimo fijo con soporte en forma de araña, núcleo de reactor nuclear de agua a presión correspondiente y conjunto que comprende un elemento de combustible nuclear y dicho racimo fijo

5 La presente invención se refiere a un racimo fijo para núcleo de reactor nuclear de agua a presión del tipo que comprende:

- unas barras destinadas a insertarse dentro de los tubos guía de un elemento de combustible nuclear;

- un soporte de las barras desde el cual las barras se extienden a lo largo de una dirección longitudinal en un sentido destinado a orientarse verticalmente hacia abajo cuando el racimo fijo está situado sobre un elemento de combustible nuclear; y

10 - al menos un elemento de apoyo longitudinal contra la placa superior del núcleo del reactor nuclear.

De manera tradicional, un elemento de combustible nuclear comprende un haz de barras de combustible nuclear y un almacén de soporte de estas barras. El almacén comprende una contera inferior, una contera superior y unos tubos guía que unen estas dos conteras y destinados a alojar las barras de racimos móviles de ajuste del funcionamiento del núcleo del reactor nuclear.

15 Cada racimo móvil comprende un haz de barras que absorbe los neutrones mantenidos por un soporte. Este soporte se denomina generalmente « araña » y está formado por una empuñadura alrededor de la cual se extienden radialmente unas aletas provistas de vástagos para la fijación de las barras que absorben los neutrones.

20 A lo largo de un ciclo de funcionamiento del núcleo, los racimos móviles se van a desplazar para hundir más o menos sus barras dentro de los tubos guía correspondientes y de este modo regular la reactividad dentro del núcleo del reactor nuclear.

Dentro de un núcleo de reactor nuclear, algunos de los elementos de combustible nuclear no están provistos de racimos móviles, sino que están provistos de racimos denominados fijos, ya que estos no están sometidos a un desplazamiento controlado durante un ciclo de funcionamiento del núcleo.

25 Es el caso, en particular, de los haces con veneno consumible. Al menos algunas de sus barras comprenden un veneno de neutrones consumible que va a permitir la reducción de la concentración del boro disuelto en el agua del circuito primario, principalmente al comienzo de ciclo.

También es el caso de los racimos tapón que equipan algunos elementos. Las barras de estos racimos tapón ocupan entonces los tubos guía de los elementos correspondientes con el fin de limitar el caudal hidráulico de rodeo de los elementos de combustible próximos que están, a su vez, provistos de racimos móviles.

30 Es también el caso de los racimos de fuentes de neutrones. Estos racimos, que pueden ser racimos de fuentes primarias o de fuentes secundarias, intervienen en las fases de arranque para iniciar la reacción y/o calibrar las cadenas de medida de energía del reactor nuclear.

Se conoce por el documento JP-7/218 672 un racimo fijo del tipo ya mencionado que es, de manera más precisa, un racimo de veneno consumible.

35 El soporte de las barras está formado por una placa perforada provista en su centro de una guía cilíndrica que se extiende hacia arriba. Esta guía cilíndrica se puede deslizar verticalmente con respecto a una barra apoyada bajo la placa superior de núcleo. La barra de apoyo se extiende a través del orificio de paso de agua realizado en la placa superior del núcleo por encima del elemento de combustible nuclear en cuestión. Un muelle se extiende alrededor de la guía cilíndrica entre el soporte de las barras y la barra de apoyo. El muelle se opone entonces al desplazamiento hacia arriba del soporte por la acción del empuje hidráulico del agua del circuito primario.

40 De manera general, los racimos móviles inducen en el agua del circuito primario unas pérdidas de carga que son más reducidas que las de los racimos fijos. De este modo, el caudal ascendente del agua del circuito primario va a ser mayor a través de los elementos provistos de racimos móviles que en los elementos provistos de racimos fijos.

45 Este sobrecaudal se va a traducir en una fuerza de presión incrementada de los racimos móviles dentro de las guías del racimo situadas por encima de la placa superior de núcleo así como en unas fuertes vibraciones de las barras. Estas vibraciones se deben a los flujos de agua que tienden a establecerse, aguas abajo de los elementos sobrealimentados con agua del circuito primario y de los elementos subalimentados, con el fin de reequilibrar la

distribución de agua.

El documento JP 10170 679 describe un racimo fijo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

5 Con el fin de reducir las pérdidas de carga inducidas por los racimos fijos y, por lo tanto, reducir las dificultades mencionadas con anterioridad, el documento JP-7/218 672 ha modificado la forma de las barras de un racimo fijo para aumentar el caudal en el interior de los tubos guía del elemento de combustible nuclear.

Esta solución permite evidentemente reducir la pérdida de carga, pero viene acompañada también de una degradación de la refrigeración de las barras de combustible nuclear del elemento asociado, ya que el agua circula entonces de manera preferente por los tubos guía en vez de alrededor de las barras de combustible nuclear.

10 Un objetivo de la invención es, por lo tanto, resolver este problema proporcionando un racimo fijo del tipo ya mencionado que induce unas pérdidas de carga más reducidas en el agua del circuito primario sin degradar el rendimiento del núcleo.

Para ello, la invención tiene por objeto un racimo fijo de acuerdo con la reivindicación 1.

De acuerdo con modos de realización particulares, el racimo fijo puede comprender una o varias de las características de las reivindicaciones dependientes 2 a 9.

15 La invención también tiene por objeto un núcleo de reactor nuclear de acuerdo con la reivindicación 10.

Las reivindicaciones dependientes 11 y 12 se refieren a variantes del núcleo de la reivindicación 10.

La invención también tiene por objeto un conjunto de acuerdo con la reivindicación 13.

La invención se comprenderá mejor tras la lectura de siguiente descripción que se proporciona únicamente a título de ejemplo y se realiza en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

20 - la figura 1 es un vista esquemática en perspectiva de un racimo fijo de acuerdo con un primer modo de realización de la invención;

- la figura 2 es una vista esquemática desde arriba del racimo de la figura 1;

- la figura 3 es una vista esquemática en sección tomada según la línea III-III de la figura 2;

25 - la figura 4 es una vista parcial esquemática, en sección, tomada según la línea discontinua IV-IV de la figura 2, y que ilustra el apoyo del racimo de la figura 1 sobre una placa superior del núcleo de un reactor nuclear; y

- las figuras 5 y 6 son unas vistas esquemáticas desde arriba que ilustran las secciones de flujo del agua del circuito primario alrededor de un racimo fijo de acuerdo con el estado de la técnica y de acuerdo con la invención.

La figura 1 ilustra un racimo fijo 1 para reactor nuclear de agua a presión (PWR, en inglés). Se trata, por ejemplo, de un racimo tapón.

30 El racimo 1 comprende principalmente barras 3 y un soporte 5.

El soporte 5 tiene una forma globalmente parecida a la que se utiliza en el estado de la técnica para los racimos móviles, con la excepción de las principales diferencias que se señalan en la siguiente descripción.

Este soporte 5, que se puede, por lo tanto, calificar de araña, comprende principalmente:

35 - una empuñadura 7 cuyo eje longitudinal y central C está destinado a orientarse verticalmente cuando el racimo 1 se dispone sobre un elemento de combustible nuclear dentro de un núcleo de reactor nuclear;

- unas aletas 9 que se extienden radialmente hacia el exterior desde la empuñadura 7 y que están distribuidas angularmente de manera claramente regular alrededor del eje C; y

- unos sistemas 10 de montaje de las barras 3 sobre el soporte 5.

El soporte 5 está fabricado con un metal resistente a las radiaciones, por ejemplo, acero, tal como el acero AISI 304.

ES 2 384 660 T3

La empuñadura 7 tiene una forma de cilindro hueco con base circular. Comprende una parte inferior 11 desde la cual se extienden las aletas 9. Esta parte inferior 11 forma, por ejemplo, una única pieza con las aletas 9, tal y como se describe en el documento FR-2 742 912 y el documento correspondiente US-5 889 832. La parte inferior 11 de la empuñadura 7 y las aletas 9 pueden entonces fabricarse por moldeo, mecanizado o por electroerosión.

- 5 El soporte 5 comprende, además, un anillo 12 de apoyo sobre la contera superior del elemento de combustible nuclear al cual el racimo 1 está destinado a asociarse. Este anillo 12 comprende una brida 13 (fig. 3) que se puede apoyar hacia abajo contra un reborde inferior 15 de la empuñadura 7. La brida 13 queda de este modo retenida en el interior del orificio central 17 realizado en la empuñadura 7.

- 10 La parte superior 19 de la empuñadura 7 está superpuesta sobre la parte inferior 11 y fijada a esta, por ejemplo, mediante atornillado, soldadura, soldadura fuerte o encolado. El orificio 17 está acabado, en la parte superior 19, por un tramo superior 20 que forma una cavidad para el acoplamiento de la empuñadura 7 con una herramienta de manipulación del racimo fijo 1.

Dentro del orificio 17 se dispone un muelle 21 de empuje y se apoya por su extremo inferior sobre la brida 13 y por su extremo superior sobre una pared interna 23 realizada en el interior de la parte superior 19 de la empuñadura 7.

- 15 El anillo 12 es móvil mediante traslación entre una posición bajada (figs. 1 y 3) y una posición levantada no representada. El muelle 21 se comprime durante el paso del anillo 12 en posición levantada y hace que el anillo 12 vuelva hacia su posición bajada.

Cada una de las aletas 9 comprende, un tramo 25 radialmente interior y un tramo 27 radialmente exterior. Los tramos interiores 25 tienen alturas, tomadas a lo largo del eje central C, mayores que las de los tramos exteriores 27.

- 20 Los sistemas de fijación 10 comprenden vástagos 29 de recepción de las barras 3 y tuercas 31 para la fijación de las barras 3 dentro de los vástagos 29.

Los vástagos 29 se distribuyen sobre las aletas 9 de acuerdo con una forma similar a la de la distribución de los tubos guía dentro del elemento de combustible nuclear con el que debe estar equipado el racimo 1. Esta distribución se puede observar, en particular, en la figura 2.

- 25 La mayoría de las aletas 9 están provistas de dos vástagos 29. Algunos de los vástagos 29 están previstos sobre tramos interiores 25 y otros sobre tramos exteriores 27. Los vástagos 29 tienen claramente la misma altura, tomada a lo largo del eje C, que el tramo 25 o 27 sobre el cual se proporcionan. Sin embargo, una aleta 9 puede comprender, en una posición que corresponde a un tubo guía, un paso 30 de recepción de un dispositivo de instrumentación en lugar de un vástago 29.

- 30 Cada vástago 29 está previsto para recibir una prolongación 33 del tapón de una barra 3. En el ejemplo representado, cada prolongación 33 comprende un tramo 35 de sección reducida que después atraviesa un orificio 37 previsto en el vástago 29 correspondiente. Una tuerca 31 está atornillada sobre el extremo superior de la prolongación 33, sobresaliendo este extremo superior hacia arriba más allá del vástago 29 en cuestión. Una varilla terminal 39 sobresale hacia arriba desde el extremo superior de la prolongación 33 y atraviesa la tuerca 31. Esta varilla terminal 39 se ha fundido y soldado a la tuerca 31 garantizando de este modo un bloqueo en rotación de la tuerca 31 con respecto a la barra 3 en cuestión.

Las barras 3 están fijadas de este modo sobre el soporte 5 y se extienden desde este último hacia abajo, de manera paralela al eje C. Las barras 3 forman un haz con una distribución que corresponde a la de los vástagos 29 y, por lo tanto, a la de los tubos guía del elemento de combustible nuclear que el racimo 1 está destinado a equipar.

- 40 Los vástagos 29 forman, en el ejemplo representado, una misma pieza con las aletas 9 y se han realizado al mismo tiempo que estas últimas y que la parte inferior 11 de la empuñadura 7.

- 45 Al contrario de lo que estaba previsto en el estado de la técnica para los racimos móviles, el racimo fijo 1 de acuerdo con la invención comprende dos aletas 9 con una longitud radial mayor y cuyos extremos radiales se prolongan longitudinalmente hacia arriba, cada una mediante un elemento 41 de apoyo sobre la placa superior del núcleo de un reactor nuclear.

En el ejemplo representado, el racimo 1 comprende dos elementos 41 que están previstos sobre unas aletas 9 diametralmente opuestas con respecto al eje central C.

Al tener los elementos de apoyo 41 una estructura similar, solo se describirá uno a continuación.

El elemento de apoyo 41 tiene una forma de barra y forma una sola pieza con la aleta 9. El elemento de apoyo 41 es, por lo tanto, un elemento rígido y macizo que está muy distanciado radialmente de la empuñadura 7.

5 El elemento de apoyo 41 se dispone radialmente en el exterior con respecto a la tuerca 31 adyacente y sobresale hacia arriba desde el tramo exterior 27 de la aleta 9 asociada más allá de la tuerca 31 en cuestión. Esto se puede observar, de manera particular, en la figura 3.

La superficie radialmente interior 43 (fig. 1) del elemento de apoyo 41 es, en el ejemplo representado, cóncava para permitir que una herramienta manipule la tuerca 31.

La figura 4 ilustra el racimo 1 de las figuras 1 a 3 que equipan un elemento 45 de combustible nuclear dentro de un núcleo 47 de reactor nuclear de agua a presión.

10 En la figura 4, solo se ha representado el soporte 5 del racimo 1 y las barras 3 no se han representado. Para el elemento 45, solo se puede observar la contera superior 49. En esta figura 4 también se distingue una parte de la placa superior 51 del núcleo 47 así como un pasador 53 de posicionamiento del conjunto 45.

De manera tradicional, se realiza un orificio 55 de paso de agua en la placa superior 51 frente a la contera superior 49 del elemento 45.

15 Al contrario de lo que estaba previsto en el estado de la técnica, el orificio 55 no está parcialmente cerrado por una barra de apoyo del racimo fijo 1, sino que el apoyo del racimo fijo 1 sobre la placa superior 51 está garantizado gracias a los elementos 41. De manera más específica, los elementos 41 se apoyan longitudinalmente sobre la placa superior 51 alrededor del orificio 55.

20 El racimo 1 se apoya, por otra parte, sobre la contera superior 49 del conjunto 45 por medio del anillo 12, que comprime de este modo el muelle 21. Por razones de simplificación, esta compresión del muelle 21 no se ha representado en la figura 4.

25 Tal y como se ha indicado con anterioridad, gracias a la presencia de elementos de apoyo 41, no es necesario prever una barra de apoyo que se extienda a través del orificio 55. La pérdida de carga inducida por el racimo fijo 1 se ve, por lo tanto, reducida. Esta pérdida de carga se ve todavía más reducida a causa de la utilización de un soporte 5 que tiene una forma de araña, es decir, con una empuñadura central 7 y unas aletas 9 que se extienden radialmente alrededor.

30 Esto se ilustra mediante las figuras 5 y 6 en las que las zonas rayadas corresponden a las secciones de flujo del agua del circuito primario aguas abajo de la contera superior de un elemento de un combustible nuclear. La superficie de la sección de flujo de agua Z2 con un racimo fijo 1 de acuerdo con la invención (figura 6) es mayor en un 50 % aproximadamente con respecto a la Z1 de un racimo fijo de acuerdo con el estado de la técnica (figura 5).

La pérdida de carga se ve reducida también debido a la forma ahusada del soporte 5 y debido a que el muelle 21 se dispone en el interior de la empuñadura 7, y no en el exterior del soporte 5 como en el estado de la técnica para los racimos fijos.

35 Además, esta disminución de la pérdida de carga no viene acompañada de un deterioro de la refrigeración de las barras de combustible nuclear y no disminuye, por lo tanto, el rendimiento del núcleo.

La utilización de un soporte 5 con una estructura de tipo araña también permite acercar la estructura de los racimos fijos a la de los racimos móviles y, por lo tanto, disminuir las diferencias entre las pérdidas de carga inducidas por los diferentes racimos en el interior de un mismo núcleo 47.

40 De este modo, en un modo de realización preferente, en un núcleo 47 de reactor nuclear, se utilizan racimos fijos 1 y móviles con soportes 5 que tienen formas de araña similares. La distribución de agua es entonces más homogénea en los elementos de combustible nuclear, lo que evita los problemas asociados y, en particular, los caudales transversales de equilibrado.

Además, un núcleo 47 de este tipo, también permite utilizar un único tipo de herramienta de manipulación para manipular los racimos fijos y los racimos móviles.

45 Se observará que, en un núcleo de este tipo, las formas de los soportes de los racimos móviles pueden ser ligeramente diferentes de las de los racimos fijos, en particular en que estas no comprenden ningún elemento de apoyo 41 que impediría su paso libre a través del orificio de paso de agua 55 de la placa superior 51 del núcleo 47. Del mismo modo, únicamente algunos racimos fijo(s) 1 y móvil(es) pueden tener soportes 5 de formas similares.

ES 2 384 660 T3

Preferentemente, estos racimos fijo(s) 1 y móvil(es) con soportes similares serán adyacentes dentro del núcleo 47.

Se observará también que, en el racimo fijo 1 de las figuras 1 a 4, la posición de las tuercas 31 en diferentes niveles a lo largo del eje central C también permite facilitar la inserción de una herramienta de manipulación.

5 En efecto, la inserción de tal herramienta, que comprende un alojamiento para la recepción de la empuñadura 7 y de las tuercas 31, se hace, en primer lugar, por la parte superior 19 de la empuñadura 7, a continuación por las tuercas 31 situadas en el nivel más alto y, por último, por las tuercas 31 situadas en el nivel más bajo.

La inserción escalonada de las tuercas 31 permite garantizar que la posición relativa de la herramienta y del soporte 5 sea correcta y, por lo tanto, efectuar más rápidamente esta inserción.

10 Además, se observará que la fuerza de sujeción que ejerce el racimo fijo 1 sobre el elemento de combustible 45 se reduce mucho con respecto a la del estado de la técnica, ya que el muelle 21 no tiene que garantizar la recuperación de todas las fuerzas hidráulicas ejercidas sobre el racimo 1 por el agua del circuito primario. En efecto, en el racimo fijo 1 de las figuras 1 a 4, esta recuperación está garantizada directamente por los elementos de apoyo 41.

15 En el estado de la técnica, el tiempo de vida útil de los racimos tapón está a menudo limitado por el envejecimiento del muelle. Al estar el muelle 21 del racimo fijo1 sometido a menores tensiones, el tiempo de vida útil del racimo fijo 1 se ve aumentado, lo que permite reducir la cantidad de desechos radioactivos producidos por la utilización de un reactor nuclear.

20 En el racimo fijo 1 de las figuras 1 a 4, el muelle 21 tiene, por lo tanto, como única función conservar el racimo fijo 1 en contacto con la contera superior 49 y la fuerza aplicada sobre el elemento 45 puede, por lo tanto, reducirse en al menos un 50 % al comienzo de la vida útil. Esta reducción de la fuerza permite limitar la deformación durante el funcionamiento del elemento 45.

Además, se observará que el soporte 5 comprende un número de piezas reducido, debido, por un lado, a la fabricación en una sola pieza de la parte inferior 11 de la empuñadura 7, de las aletas 9 y de los vástagos 29, y, por otro lado, al bloqueo de las tuercas 31 en rotación por soldadura de las varillas 39, lo que permite liberarse de los sistemas clásicos de bloqueo con pasadores.

25 No obstante, se observará que el soporte 5 puede tener una estructura diferente de la que se ha descrito con anterioridad y, por ejemplo, fabricarse con un mayor número de piezas. De este modo, a título de ejemplo, las aletas 9 pueden presentar unas ramificaciones desde las cuales se extienden varias partes de aletas, tal y como se describe en el documento EP-158 812. Del mismo modo, el número de paso(s) 30 para la recepción del dispositivo(s) de instrumentación así como su posición (posiciones) puede variar.

30 Además, los sistemas 10 para la fijación de las barras pueden ser diferentes de los que se han descrito con anterioridad.

35 En el ejemplo que se ha descrito con anterioridad, se han previsto dos elementos de apoyo 41, pero este número también puede variar en función de las necesidades y exigencias específicas de las geometrías de los reactores a equipar y, en particular, de la posición, del tamaño y de la forma de los orificios de paso de agua 55 de la placa superior 51 del núcleo 47. Preferentemente, los elementos de apoyo estarán distribuidos angularmente de manera claramente regular alrededor del eje C.

40 Por último, al estar los elementos de apoyo 41 situados radialmente en el exterior con respecto a los sistemas de fijación 10 adyacentes y, por lo tanto, a las barras adyacentes 3, el racimo fijo 1 se puede utilizar en todas las posiciones del núcleo, y no solo en las que corresponden a los orificios 55 de pequeñas dimensiones. El racimo 1 permite, por lo tanto, aumentar la normalización y limitar los costes.

REIVINDICACIONES

1. Racimo fijo (1) para núcleo (47) de reactor nuclear de agua a presión, comprendiendo el racimo:
- unas barras (3) destinadas a insertarse dentro de unos tubos guía de un elemento (45) de combustible nuclear;
 - 5 - un soporte (5) para las barras (3) desde el cual las barras (3) se extienden a lo largo de una dirección longitudinal en un sentido destinado a orientarse verticalmente hacia abajo cuando el racimo fijo (1) se dispone sobre un elemento de combustible nuclear (45);
 - al menos un elemento (41) de apoyo longitudinal contra la placa superior (51) del núcleo (47) del reactor nuclear, comprendiendo el soporte (5):
 - una empuñadura (7) que presenta un eje central longitudinal (C);
 - 10 - unas aletas (9) que se extienden radialmente hacia el exterior desde la empuñadura (7);
 - unos sistemas (10) para la fijación de las barras (3) distribuidos sobre las aletas (9); y
 - al menos dos elementos (41) de apoyo sobre la placa superior (51) del núcleo, sobresaliendo cada uno de dichos elementos de apoyo (41) longitudinalmente desde una aleta (9) respectiva, más allá de los sistemas de fijación (10), en un sentido destinado a orientarse verticalmente hacia arriba cuando el racimo fijo (1) se dispone sobre un elemento de combustible nuclear (45),
 - 15
- caracterizado por que**
los elementos de apoyo (41) se disponen radialmente en el exterior con respecto a los sistemas de fijación (10) adyacentes.
2. Racimo de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual los elementos de apoyo (41) se sitúan en los extremos radialmente exteriores de las aletas (9).
- 20
3. Racimo de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el cual los elementos de apoyo (41) se sitúan angularmente alrededor del eje central longitudinal (C) de manera sensiblemente regular.
4. Racimo de acuerdo con la reivindicación 3, en el cual el soporte (5) comprende dos elementos de apoyo (41) que se disponen sensiblemente de manera diametralmente opuesta con respecto al eje central longitudinal (C).
- 25
5. Racimo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el cual al menos una parte (11) de la empuñadura (7) y las aletas (9) forman una única pieza.
6. Racimo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el cual los sistemas de fijación (10) comprenden unos vástagos (29) para la recepción de los extremos superiores (33) de las barras (3) y de las tuercas (31) atornilladas en los extremos superiores (33) para fijar unas barras (3) dentro de los vástagos de recepción (29).
- 30
7. Racimo de acuerdo con la reivindicación 6, en el cual las tuercas (31) sobresalen longitudinalmente desde los vástagos (29) en un sentido destinado a orientarse verticalmente hacia arriba cuando el racimo fijo (1) se dispone sobre un elemento de combustible nuclear (45), y en el cual las tuercas (31) se disponen a niveles diferentes a lo largo del eje central longitudinal (C).
- 35
8. Racimo de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, en el cual los extremos superiores (33) de las barras (3) comprenden unas varillas (39) que atraviesan las tuercas (31) y que están soldadas a las tuercas (31).
9. Racimo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el cual al menos una aleta (29) comprende un paso (30) para la recepción de un dispositivo de instrumentación.
10. Núcleo (47) de reactor nuclear de agua a presión que comprende una placa superior (51), una placa inferior y unos elementos de combustible nuclear (45) dispuestos entre las placas superior (51) e inferior, comprendiendo adicionalmente el núcleo (47) racimos fijos (1) y racimos móviles dispuestos sobre unos elementos de combustible nuclear (45) respectivos, comprendiendo cada uno de los racimos fijos:
- 40
- unas barras (3) destinadas a insertarse dentro de los tubos guía del elemento de combustible nuclear (45) respectivo;

- un soporte (5) de las barras (3) desde el cual las barras (3) se extienden a lo largo de una dirección longitudinal en un sentido destinado a orientarse verticalmente hacia abajo cuando el racimo fijo (1) se dispone sobre el elemento de combustible nuclear (45) respectivo;

- al menos un elemento (41) de apoyo longitudinal contra la placa superior (51) del núcleo (47) del reactor nuclear,

- 5 **caracterizado por que** al menos uno de los racimos fijos es un racimo fijo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, apoyándose los elementos de apoyo (41) del racimo fijo (1) verticalmente contra la placa superior (51) alrededor de un orificio de paso de agua (55) previsto en la placa superior (51) por encima del elemento de combustible nuclear (45) sobre el cual se dispone dicho racimo fijo (1).

11. Núcleo de acuerdo con la reivindicación 10, en el cual al menos un racimo móvil comprende:

- 10 - unas barras destinadas a insertarse dentro de unos tubos guía del elemento de combustible nuclear respectivo;

- un soporte de las barras desde el cual las barras se extienden a lo largo de una dirección longitudinal en un sentido destinado a orientarse verticalmente hacia abajo cuando el racimo móvil se dispone sobre el elemento de combustible nuclear respectivo;

y en el cual las formas de los soportes (5) de dicho racimo fijo (1) y de dicho racimo móvil son similares.

- 15 12. Núcleo de acuerdo con la reivindicación 11, en el cual dicho racimo fijo (1) y dicho racimo móvil son adyacentes.

13. Conjunto que comprende un elemento de combustible nuclear y un racimo fijo (1) que se puede disponer sobre el elemento de combustible nuclear (45), **caracterizado por que** el racimo fijo es un racimo fijo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9.

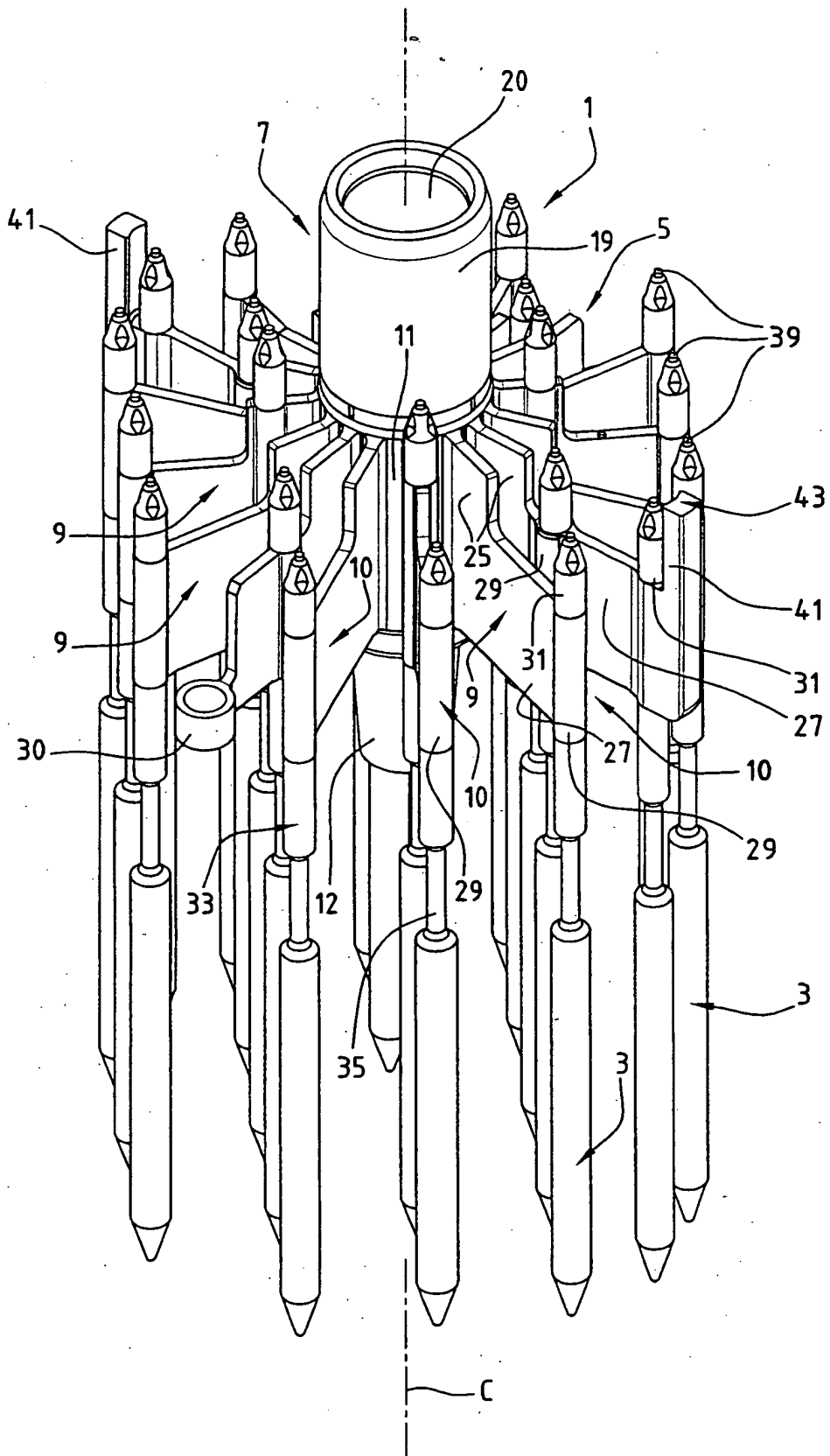


FIG. 1

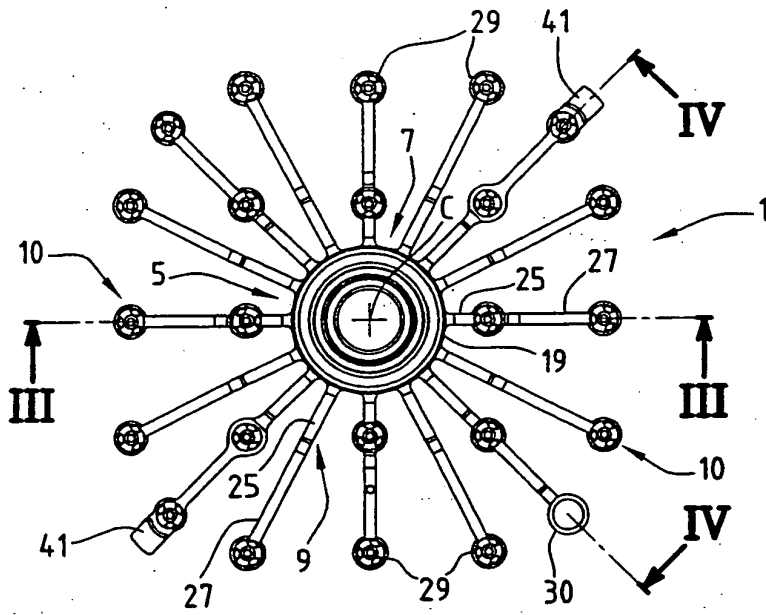


FIG. 2

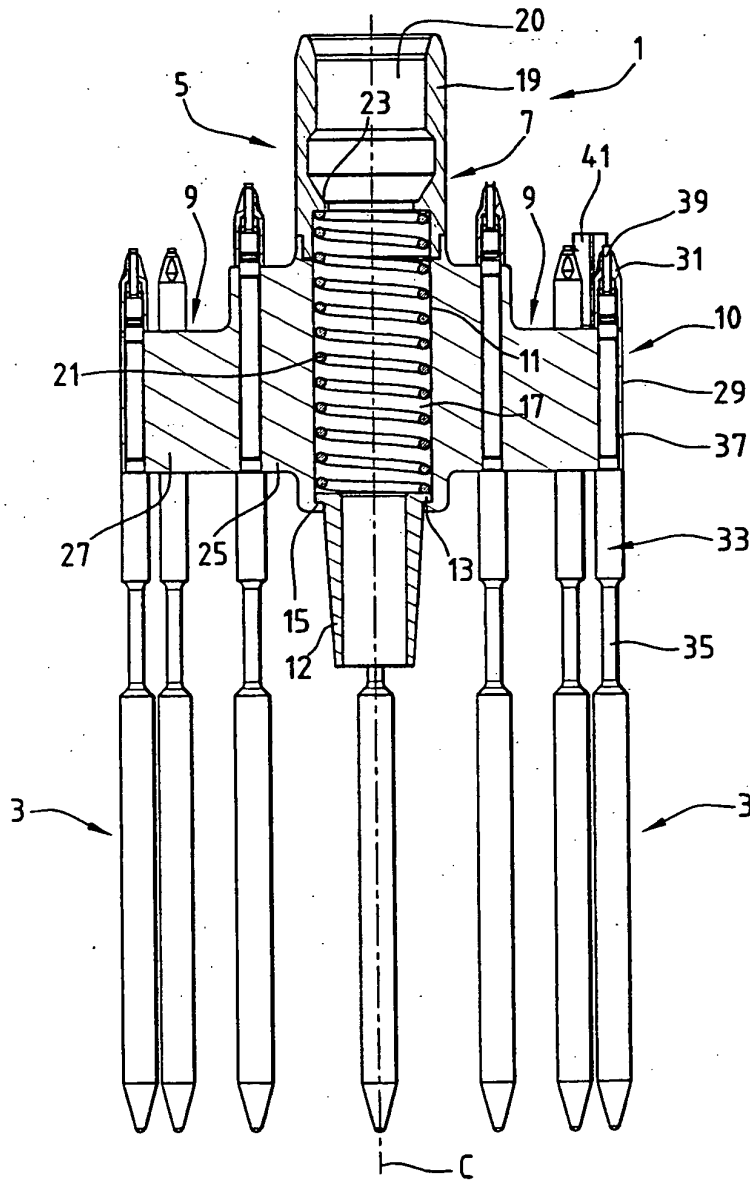


FIG. 3

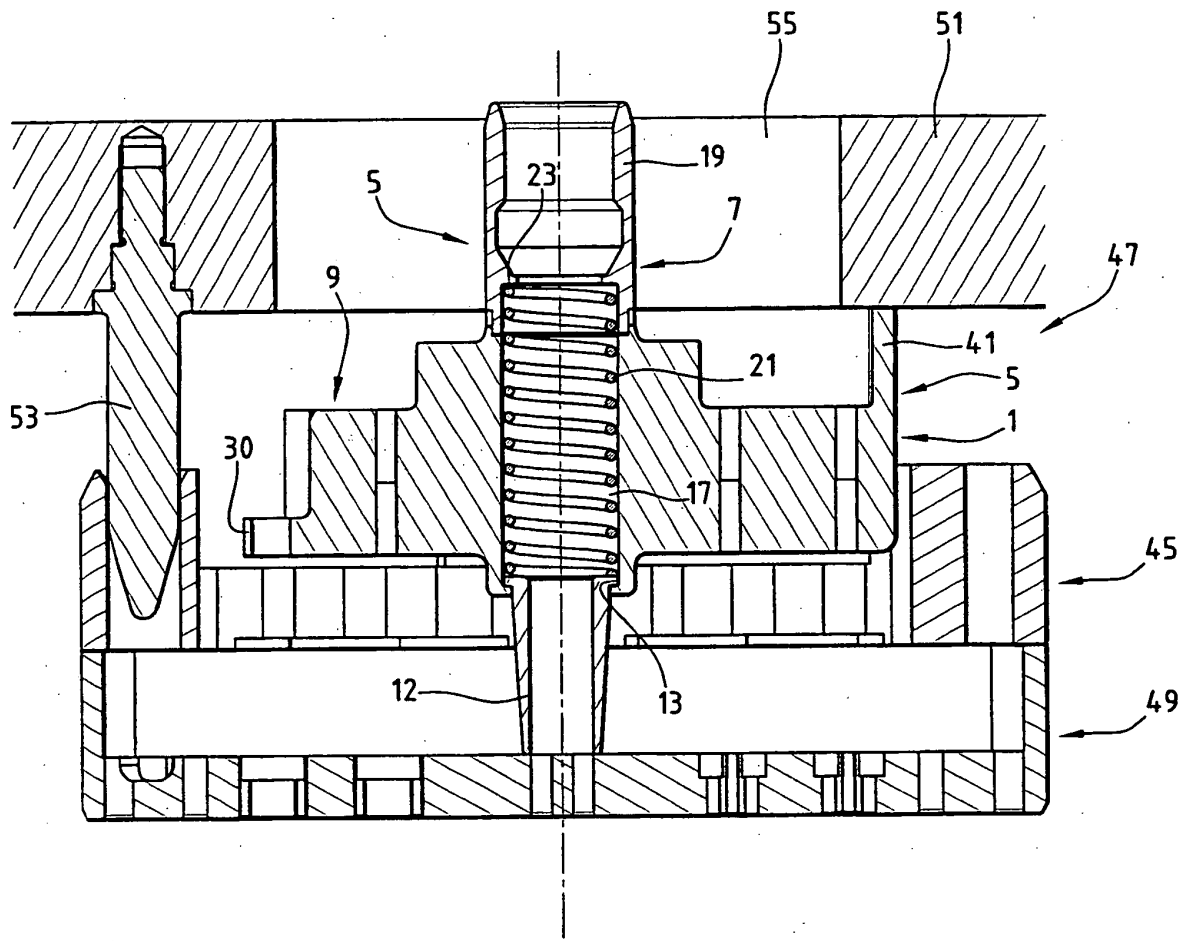


FIG.4

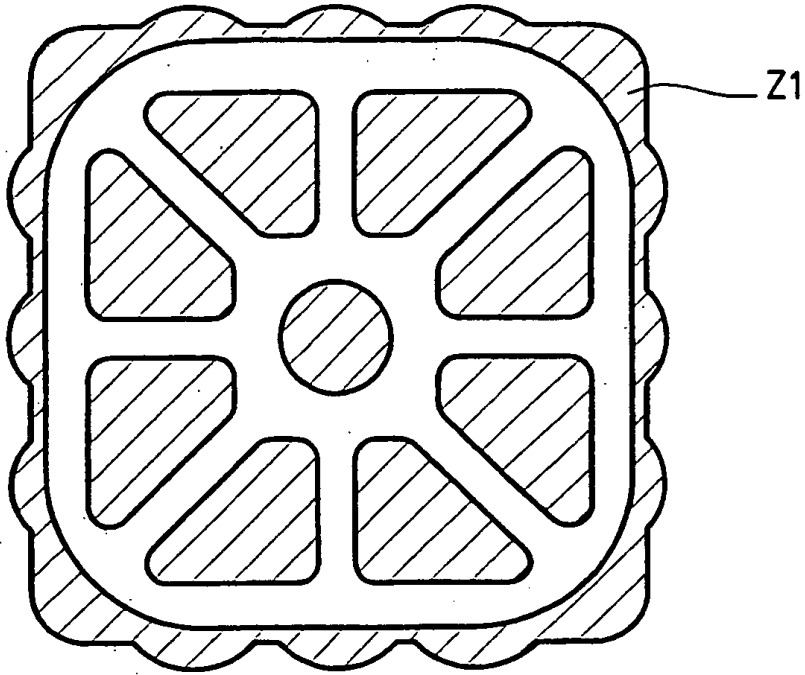


FIG. 5

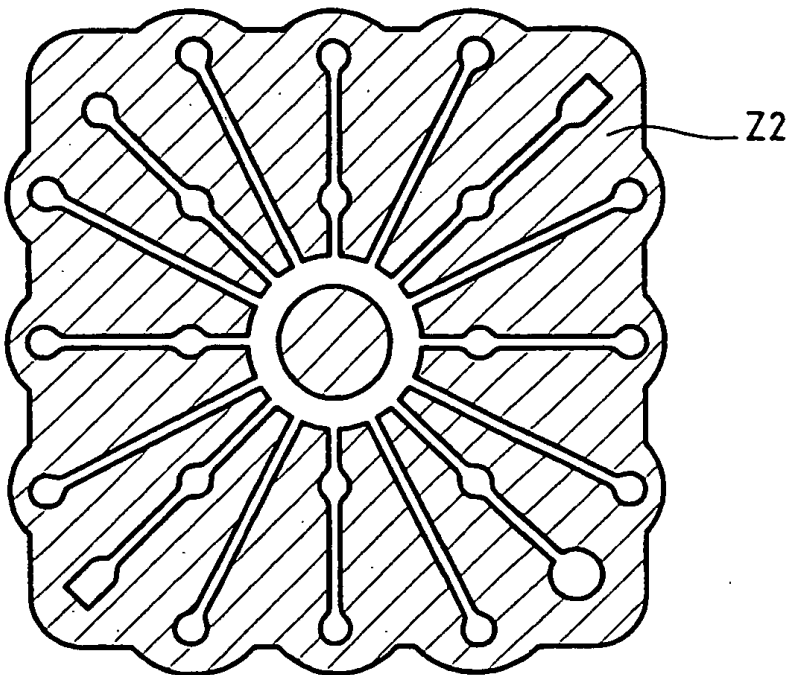


FIG. 6