

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 531 678**

51 Int. Cl.:

G21C 17/08 (2006.01)

G21C 19/19 (2006.01)

G21C 17/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2011 E 11752292 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.12.2014 EP 2599088**

54 Título: **Procedimiento de control de las posiciones de los ensamblajes de combustibles nucleares en el interior de un núcleo de reactor nuclear, y conjunto de control correspondiente**

30 Prioridad:

27.07.2010 FR 1056132

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

18.03.2015

73 Titular/es:

**AREVA NP (100.0%)
Tour Areva, 1 Place Jean Millier
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**TOURNANT, AUDREY;
MAGRE, FRÉDÉRIC, ALAIN y
LORiot, BENJAMIN**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 531 678 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

Procedimiento de control de las posiciones de los ensamblajes de combustibles nucleares en el interior de un núcleo de reactor nuclear, y conjunto de control correspondiente.

5 La presente invención se refiere, en general, a los procedimientos de control de las posiciones de los ensamblajes de combustibles nucleares en el interior del núcleo de un reactor nuclear.

10 El núcleo de un reactor nuclear comprende normalmente una pluralidad de ensamblajes de combustibles nucleares de forma prismática, que descansan sobre una placa de soporte de núcleo. Por encima de los ensamblajes se coloca una placa superior de núcleo (PSC) destinada, entre otras cosas, a bloquear en posición los terminales de extremo superiores de los ensamblajes de combustible nuclear.

15 Los terminales de extremo superiores de los ensamblajes de combustible nuclear comprenden normalmente cada uno dos orificios, denominados "orificios S", destinados a cooperar con unos pasadores de centrado de la placa superior de núcleo. Los pasadores de centrado sobresalen bajo la placa superior de núcleo y se acoplan cada uno en un orificio S.

20 Es importante que los ensamblajes de combustible nuclear estén posicionados correctamente en el interior del núcleo del reactor nuclear.

25 En efecto, durante las operaciones de carga del núcleo, en primer lugar se colocan los ensamblajes de combustibles nucleares en el interior del núcleo del reactor, después se vuelve a colocar la placa superior de núcleo y otros elementos internos del reactor. Durante la colocación de la PSC, los pasadores se acoplan en los orificios S. Si los pasadores y los orificios S de algunos ensamblajes están desplazados unos con respecto a otros, se pueden introducir los pasadores de la PSC de manera forzada en algunos orificios S.

30 Esto no entorpece en absoluto al funcionamiento del reactor, pero en la siguiente parada del reactor, cuando se extrae la PSC fuera del núcleo, existe el riesgo de que unos ensamblajes de combustible nuclear queden enganchados a la placa superior del núcleo durante la elevación de la PSC.

Una situación de este tipo es particularmente problemática.

35 A partir del documento US nº 5.887.041 A se conoce un procedimiento de control de la posición de los orificios de los ensamblajes de combustible, que cooperan con los pasadores de la placa superior del núcleo de un reactor nuclear.

40 Por lo tanto, es necesario realizar un control extremadamente fiable de las posiciones de los ensamblajes de combustibles nucleares del núcleo con respecto a la placa superior de núcleo, tras la carga de los ensamblajes en el núcleo y antes de la colocación de la placa superior de núcleo.

En este contexto, la invención pretende proponer un procedimiento de control de las posiciones de una pluralidad de ensamblajes de combustibles nucleares con respecto a la placa superior de núcleo, que sea rápido y fiable.

45 Para ello, la invención se refiere, según un primer aspecto, a un procedimiento de control de las posiciones de una pluralidad de ensamblajes de combustibles nucleares con respecto a una placa superior de núcleo en un núcleo de reactor nuclear, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:

- 50 - elegir un punto de referencia en unos equipos internos o en una cuba del reactor;
- determinar unas posiciones de orificios S de los ensamblajes de combustibles nucleares con respecto al punto de referencia, estando cada orificio S previsto para cooperar con un pasador de centrado correspondiente de la placa superior de núcleo;
- 55 - adquirir unas posiciones de los pasadores de centrado de la placa superior de núcleo con respecto al punto de referencia;
- 60 - comparar las posiciones de los orificios S y las posiciones de los pasadores, y deducir a partir de ellas si los ensamblajes de combustibles nucleares están posicionados correctamente con respecto a la placa superior de núcleo.

El procedimiento también puede presentar una o varias de las siguientes características, consideradas de manera individual o según todas las combinaciones técnicamente posibles:

- 65 - el punto de referencia es una patilla de guiado solidaria a una cubierta del núcleo, estando la patilla de guiado prevista para cooperar con una muesca de la placa superior de núcleo para situar la placa superior de núcleo

con respecto a la cubierta del núcleo,

- 5 - las posiciones de los orificios S con respecto al punto de referencia se determinan tomando imágenes de los ensamblajes de combustibles nucleares, y determinando con ayuda de dichas imágenes las posiciones de los orificios S con respecto al punto de referencia,
- 10 - cada imagen está adaptada para proporcionar las posiciones de los orificios S de por lo menos un ensamblaje de combustible nuclear dado y de por lo menos un orificio S de un ensamblaje de combustible nuclear adyacente al ensamblaje de combustible nuclear dado,
- 15 - se realiza una imagen global de la pluralidad de ensamblajes de combustibles nucleares a partir de las imágenes de los ensamblajes de combustibles nucleares, proporcionando la imagen global las posiciones de todos los orificios S de la pluralidad de ensamblajes de combustibles nucleares,
- 20 - se realiza la comparación de las posiciones de los orificios S y de las posiciones de los pasadores comparando la imagen global de la pluralidad de ensamblajes de combustibles nucleares con una imagen teórica de la placa superior de núcleo que proporciona las posiciones de todos los pasadores de centrado correspondientes a todos los orificios S de la pluralidad de ensamblajes de combustibles nucleares,
- 25 - se considera que cada ensamblaje de combustible nuclear está correctamente situado con respecto a la placa superior de núcleo si la comparación de la posición de cada orificio S de dicho ensamblaje de combustible nuclear con la posición del pasador correspondiente indica que el orificio S y el pasador presentan entre sí una separación inferior a un límite predeterminado, por ejemplo de 8 milímetros,
- 30 - las imágenes se toman con ayuda de un aparato digital de adquisición de imágenes, desplazado mediante una máquina de carga de los ensamblajes de combustibles nucleares,
- 30 - la pluralidad de ensamblajes de combustibles nucleares comprende por lo menos una cuarta parte de los ensamblajes de combustibles nucleares del núcleo, preferentemente por lo menos la mitad.

La invención se refiere, según un segundo aspecto, a un conjunto de control de las posiciones de una pluralidad de ensamblajes de combustibles nucleares con respecto a una placa superior de núcleo en un núcleo de reactor nuclear, que comprende:

- 35 - un dispositivo adaptado para determinar unas posiciones de orificios S de los ensamblajes de combustibles nucleares con respecto a un punto de referencia, estando cada orificio S previsto para cooperar con un pasador de centrado correspondiente de la placa superior de núcleo, siendo el punto de referencia elegido en equipos internos o en una cuba del reactor;
- 40 - un dispositivo adaptado para determinar unas posiciones de los pasadores de centrado de la placa superior de núcleo (3) con respecto al punto de referencia;
- 45 - un dispositivo adaptado para comparar las posiciones de los orificios S y las posiciones de los pasadores, y deducir a partir de ellas si los ensamblajes de combustibles nucleares están posicionados correctamente con respecto a la placa superior de núcleo.

Otras características y ventajas de la invención se desprenderán de la descripción detallada que se facilita a continuación, a título indicativo y en absoluto limitativo, con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- 50 - la figura 1 es una representación esquemática en sección de una parte del núcleo de un reactor nuclear, y de un dispositivo que permite poner en práctica el procedimiento de control de la invención, estando la placa superior de núcleo representada en trazos discontinuos con el fin de situar su posición, no estando dicha placa colocada durante el control;
- 55 - la figura 2 es una representación esquemática, en vista desde arriba, de la parte del núcleo representada en la figura 1;
- 60 - la figura 3 es una vista desde abajo de la placa superior de núcleo de la figura 1, estando representada sólo una parte de los detalles de la placa;
- 65 - la figura 4 es una vista ampliada de un detalle IV de la figura 3, en sección, estando representada también una patilla de indexación de la placa;
- la figura 5 es una vista lateral, con sección parcial, del detalle de la figura 4;
- la figura 6 es una vista ampliada de un pasador de la placa superior de núcleo acoplado en un orificio S de un

terminal de extremo superior de un ensamblaje de combustible nuclear;

- la figura 7 es una representación esquemática que muestra el orden en el que se toman las vistas de los ensamblajes de combustibles nucleares;
- la figura 8 muestra un ejemplo de toma de vista; y
- la figura 9 es un diagrama de etapas, que indica las principales etapas del procedimiento de la invención.

5
10 Tal como se indica a continuación, el procedimiento de la invención prevé controlar las posiciones de una pluralidad de ensamblajes de combustibles nucleares 1 con respecto a una placa superior de núcleo 3 en el núcleo 5 de un reactor nuclear.

15 En las figuras 1 y 2 se representa parcialmente, de manera esquemática, el núcleo 5 de un reactor nuclear. El núcleo 5 comprende un gran número de ensamblajes de combustibles nucleares 1, de formas prismáticas. Cada ensamblaje 1 presenta una forma alargada según el eje central X del núcleo de reactor nuclear. Los ensamblajes 1 están dispuestos en el núcleo del reactor nuclear unos al lado de otros, de tal manera que las caras laterales 6 de dos ensamblajes adyacentes están una enfrente de la otra y en la proximidad inmediata una de la otra.

20 Cada ensamblaje comprende un armazón en el interior del cual se colocan unas barras de combustibles nucleares. El armazón comprende, entre otras cosas, un terminal de extremo superior y un terminal de extremo inferior.

25 Los ensamblajes 1 descansan por sus terminales de extremo inferiores sobre una placa de fondo de núcleo, no representada. La placa superior de núcleo 3 está dispuesta de manera axial inmediatamente por encima de los ensamblajes 1.

30 El núcleo comprende además una cubierta de núcleo 7 sustancialmente cilíndrica, coaxial al eje X. La cubierta 7 contribuye a canalizar la circulación del fluido primario en el núcleo del reactor. Un tabique 9 está colocado alrededor de los ensamblajes de combustible 1, entre los ensamblajes 1 y la cubierta de núcleo 7. El tabique 9 tiene la función de bloquear los ensamblajes 1 en su posición, y contribuye a canalizar la circulación del fluido primario a través de los ensamblajes. Los ensamblajes están posicionados en el núcleo de manera regular, por ejemplo según una red de paso cuadrado.

35 La placa superior de núcleo 3, tal como se muestra en la figura 3, es una placa sustancialmente circular de diámetro externo correspondiente sustancialmente al diámetro interno de la cubierta de núcleo 7. Está centrada sobre el eje X y es sustancialmente perpendicular al eje X. Presenta una pluralidad de orificios 11, previstos por ejemplo para el paso de los tubos guía de los haces de control de la reactividad del reactor, o para la circulación del fluido primario. En la figura 3 sólo se representa una parte de los orificios 11.

40 La placa de soporte de núcleo 3 está bloqueada en su posición angularmente alrededor del eje central X con respecto a la cubierta del núcleo 5 mediante unas patillas 13 fijadas de manera rígida a la cubierta de núcleo. Las patillas 13 sobresalen radialmente hacia el interior de la cubierta de núcleo 7 con respecto a la superficie 15 radialmente interna de la cubierta de núcleo (figuras 2, 4, 5).

45 Cooperan con unas muescas 17, dispuestas en la periferia de la placa superior de núcleo 3. Tal como se observa en las figuras 4 y 5, las muescas 17 presentan, cada una, una anchura circunferencial ligeramente superior a la de las patillas de guiado 13. Las muescas 17 se extienden axialmente a lo largo de todo el grosor de la placa superior de núcleo. Las patillas 13 están acopladas en las muescas 17, estando la placa superior de núcleo 3 bloqueada así en rotación con respecto a la cubierta del núcleo 5 y siendo axialmente libre con respecto a la misma.

50 La placa superior de núcleo 3 presenta en una cara inferior 19 dirigida hacia los ensamblajes de combustibles nucleares 1 una pluralidad de pasadores 21 de centrado (figura 6). Los pasadores 21 sobresalen con respecto a la cara 19 hacia los ensamblajes de combustibles. Los terminales de extremo 23 superiores de los ensamblajes de combustibles presentan normalmente cada uno dos orificios 25 destinados cada uno a recibir un pasador 21, denominados orificios S. Tal como se observa en la figura 8, considerados en sección perpendicularmente al eje X, los terminales de extremo superiores 23 presentan una sección cuadrada, estando los orificios S 25 situados en dos ángulos opuestos de dicha sección. Los orificios S 25 están abiertos hacia arriba, es decir, hacia la placa superior de núcleo, tal como se observa en la figura 6. Los pasadores 21 tienen la función de mantener en posición, cada uno, el terminal de extremo superior de un ensamblaje 1.

60 El procedimiento de control de la invención, cuyas principales etapas se identifican en la figura 9, pretende verificar que los ensamblajes de combustibles nucleares, tras la carga en el núcleo, están bien posicionados con respecto a la placa superior de núcleo 3. Más precisamente, el procedimiento pretende determinar si los orificios S 25 de los ensamblajes de combustibles nucleares están posicionados correctamente con respecto a los pasadores 21 de la placa superior de núcleo.

65

El procedimiento comprende las etapas siguientes:

- elegir un punto de referencia en los equipos internos del núcleo o en la cuba del reactor;
- 5 - determinar las posiciones de los orificios S 25 de los ensamblajes de combustibles nucleares con respecto al punto de referencia;
- adquirir las posiciones de los pasadores 21 de centrado de la placa superior de núcleo con respecto al punto de referencia;
- 10 - comparar las posiciones de los orificios S 25 y las posiciones de los pasadores 21;
- deducir a partir de ellas si los ensamblajes de combustibles nucleares están posicionados correctamente con respecto a la placa superior de núcleo.

15 El punto de referencia es preferentemente un elemento cuya posición se conoce con una buena precisión con respecto a la placa superior de núcleo. Normalmente, el punto de referencia es una de las patillas de guiado 13 que permiten indexar la posición de la placa superior de núcleo con respecto a la cubierta de núcleo. Normalmente, la incertidumbre sobre las posiciones de los pasadores 21 con respecto a las patillas de centrado 13 es del orden de
20 1 milímetro.

La determinación de las posiciones de los orificios S 25 de los ensamblajes de combustibles nucleares con respecto al punto de referencia se realiza tomando imágenes de los ensamblajes 1, y determinando con ayuda de dichas imágenes las posiciones de los orificios S con respecto al punto de referencia.

25 Más precisamente, se adquiere una imagen para cada ensamblaje de combustible 1. El dispositivo de toma de imagen se coloca por encima del terminal de extremo superior 23 del ensamblaje que se va a fotografiar, siendo el eje óptico del aparato de toma de imagen sustancialmente paralelo al eje central X. El tamaño de cada imagen adquirida está adaptado para permitir la identificación en dicha imagen de los orificios S del ensamblaje fotografiado, y de por lo menos un orificio S 25 de un ensamblaje de combustible nuclear adyacente al ensamblaje fotografiado.
30 Tal como se observa en la figura 8, cuando los ensamblajes están dispuestos según una red de paso cuadrado, cada ensamblaje 29 está rodeado por ocho ensamblajes adyacentes 31. El terminal de extremo superior de cada ensamblaje presenta dos orificios S 25 dispuestos en dos ángulos del terminal de extremo situado en una diagonal. Normalmente, todos los ensamblajes están dispuestos según la misma orientación, de tal manera que los orificios S 25 de los diferentes ensamblajes están situados en la misma diagonal. Por lo tanto, varios de los ensamblajes 31 adyacentes al ensamblaje 29 presentan en unos bordes contiguos al ensamblaje 29 un orificio S 25. En el ejemplo representado en la figura 8, seis de los ensamblajes adyacentes al ensamblaje 29 presentan un orificio S 25 contiguo al ensamblaje 29.

40 Por lo tanto, en este ejemplo, la imagen del ensamblaje 29 permite la identificación no sólo de los dos orificios S del ensamblaje 29, sino también de un orificio S para seis de los ensamblajes adyacentes.

Tal como se observa en la figura 7, se adquieren las imágenes ensamblaje a ensamblaje, según un orden predefinido. Por ejemplo, los ensamblajes se procesan fila a fila. Se recorre así una primera fila, a partir del ensamblaje situado en un primer extremo de la fila. A continuación se fotografía el ensamblaje adyacente, y se sigue la fila hasta el ensamblaje situado en el segundo extremo de la fila. A continuación se procesa la fila vecina, por ejemplo en sentido inverso. Un recorrido en S de este tipo permite minimizar el tiempo de desplazamiento del aparato de toma de imagen de un ensamblaje a otro.

50 Una vez adquiridas las imágenes de cada uno de los ensamblajes de combustibles nucleares, se realiza una imagen global de todos los ensamblajes de combustibles nucleares a partir de las imágenes previamente adquiridas. La imagen global proporciona las posiciones de todos los orificios S de todos los ensamblajes de combustibles nucleares unos con respecto a otros. La imagen global se realiza fusionando mediante cálculo las imágenes adquiridas.

55 Las posiciones de las diferentes imágenes unas con respecto a otras se pueden ajustar con precisión debido a que cada imagen comprende unos orificios S 25 que también figuran en otras imágenes, tal como se ha indicado anteriormente.

60 A continuación se determinan las posiciones de los orificios S con respecto al punto de referencia a partir de la imagen global. Para ello, es necesario conocer con precisión la posición de por lo menos un orificio 25 con respecto al punto de referencia.

65 Esta posición se puede determinar de múltiples maneras. Por ejemplo, es posible adquirir una imagen complementaria, que muestra a la vez la patilla de guiado que sirve de punto de referencia y los orificios 25 de un ensamblaje situado en la proximidad de la patilla 13.

5 Alternativamente, es posible adquirir una imagen que muestra la posición de los orificios 25 de un ensamblaje con respecto a un elemento del núcleo cuya posición con respecto a la patilla de guiado se conoce con precisión. Este elemento puede ser por ejemplo un elemento del tabique 9. También es posible utilizar para ello una de las imágenes adquiridas para un ensamblaje situado al lado del tabique.

10 La comparación de las posiciones de los orificios S y de las posiciones de los pasadores se realiza comparando la imagen global previamente realizada con una imagen teórica de la placa superior de núcleo que proporciona las posiciones de los diferentes pasadores de centrado con respecto al punto de referencia. Esta imagen es normalmente una imagen digital predeterminada, grabada en una base de datos. Se reconstituye por ejemplo a partir de los planos de fabricación de los elementos del núcleo del reactor nuclear, en particular los planos de fabricación de la cubierta de núcleo y de la placa superior de núcleo.

15 La comparación se realiza superponiendo la imagen global a la imagen teórica de la placa superior de núcleo. La superposición se realiza en un ordenador, de manera automática. Como variante, la superposición se realiza manualmente por un operario.

20 A continuación, para cada orificio S 25 de cada ensamblaje, se determina la separación entre el orificio S y el pasador 21 correspondiente de la placa superior de núcleo 3. Para ello, se considera por ejemplo la distancia entre el centro del orificio S 25 y el centro del pasador 21 correspondiente en la superposición, tal como se desprende de la superposición de la imagen teórica y de la imagen global. Dichas posiciones corresponden a las posiciones en un plano sustancialmente perpendicular al eje central X del núcleo del reactor. La separación corresponde a la distancia entre los dos centros en dicho plano perpendicular al eje X. La separación se calcula de manera automática, o incluso se determina gráficamente por un operario.

25 A continuación, se comparan las separaciones encontradas para cada orificio S con un límite predeterminado. El límite es por ejemplo igual a 8 milímetros, preferentemente igual a 4 milímetros, e incluso preferentemente igual a 2 milímetros.

30 Si la separación encontrada para uno de los orificios S de un ensamblaje es superior al límite, se considera que el ensamblaje está mal posicionado con respecto a la placa superior de núcleo. Si por el contrario las separaciones encontradas para todos los orificios S de un ensamblaje son inferiores al límite, se considera que el ensamblaje está bien posicionado con respecto a la placa superior de núcleo.

35 El procedimiento permite proporcionar la lista de todos los orificios S 25 que están fuera de la tolerancia, es decir, cuyas separaciones calculadas son superiores al límite predeterminado. El procedimiento también permite proporcionar la lista de los ensamblajes mal posicionados, eventualmente con los números de identificación de los ensamblajes mal posicionados. El procedimiento también permite proporcionar los juegos entre ensamblajes, calculados a partir de las posiciones de los orificios S 25 de los diferentes ensamblajes.

40 El procedimiento descrito anteriormente se puede realizar mediante el dispositivo representado esquemáticamente en la figura 1. El dispositivo 33 comprende un dispositivo de toma de imágenes 35 y un ordenador 37. El dispositivo de toma de imágenes 35 comprende un soporte 39, unas unidades de iluminación 41 fijadas en el soporte 39, un cajón 43 estanco fijado en el soporte 39 y un aparato 45 de toma de imágenes digital dispuesto en el interior del cajón estanco. El dispositivo de toma de imagen 35 está diseñado para desplazarse por la máquina 47 de carga de los ensamblajes de combustibles nucleares en el núcleo del reactor. Para ello, el soporte 39 comprende un elemento de acoplamiento previsto para cooperar con el mástil 49 de la máquina 47 de carga.

50 El dispositivo 33 está previsto para que la potencia luminosa de la iluminación 41 se pueda ajustar a partir del ordenador 37, por ejemplo en función del estado de superficie de los ensamblajes de combustible nuclear.

55 El aparato de toma de imágenes es por ejemplo un aparato fotográfico digital, que presenta por ejemplo una resolución de 18 millones de píxeles, que permite una resolución de 0,1 milímetros por píxel en las condiciones de funcionamiento previstas. Estas condiciones son las siguientes:

- un campo de visión para cada imagen de aproximadamente 300 milímetros/400 milímetros;
- una distancia de aproximadamente 2 metros entre el objetivo del aparato fotográfico 45 y el terminal de extremo superior del ensamblaje que se va a fotografiar;
- una longitud focal de 100 milímetros, aproximadamente.

60 El aparato también puede ser una cámara digital.

65 El aparato fotográfico 45 está conectado al ordenador 37 mediante una conexión digital, que permite el intercambio de datos entre el ordenador y el aparato fotográfico. Esta conexión es por ejemplo de tipo Ethernet. El dispositivo

está adaptado para permitir el mando del aparato fotográfico a distancia por medio del ordenador 37, y el reenvío de las imágenes desde el aparato fotográfico 45 hasta el ordenador 37.

5 El cajón 43 está conectado a un sistema de ventilación, no representado, y se mantiene a una presión interna de 2 bares.

El ordenador 37 está programado para:

- 10 - controlar la adquisición de imágenes por el aparato fotográfico para cada ensamblaje de combustible nuclear;
- a partir de las imágenes adquiridas, fusionar las imágenes de manera que se constituye la imagen global de los ensamblajes de combustibles nucleares;
- 15 - determinar las posiciones de los orificios S con respecto al punto de referencia, a partir de la imagen global y por ejemplo de una imagen que proporciona la posición de por lo menos un orificio S con respecto al punto de referencia;
- almacenar la imagen teórica de la placa superior de núcleo;
- 20 - superponer la imagen global a la imagen teórica de la placa superior de núcleo;
- comparar las posiciones de los orificios S previamente determinadas con las posiciones de los pasadores que se desprenden de la imagen teórica de la placa superior de núcleo;
- 25 - determinar las separaciones entre cada orificio S y el pasador correspondiente;
- comparar las separaciones determinadas con el límite predeterminado;
- 30 - proporcionar la lista de los orificios S mal posicionados con respecto a los pasadores correspondientes, la lista de los ensamblajes mal posicionados con respecto a la placa superior de núcleo, eventualmente las identificaciones de los ensamblajes de combustible nuclear mal posicionados y eventualmente calcular los juegos entre ensamblajes.

35 Debido a que el procedimiento de control comprende una etapa de determinación de las posiciones de los orificios S de los ensamblajes de combustible nuclear con respecto a un punto de referencia en los equipos internos o en la cuba del reactor, y una etapa de adquisición de las posiciones de los pasadores de centrado de la placa superior de núcleo con respecto al mismo punto de referencia, es posible realizar una comparación muy precisa de las posiciones de los orificios S y de las posiciones de los pasadores correspondientes.

40 La utilización como punto de referencia de la patilla de guiado de la placa superior de núcleo es particularmente muy adecuada, ya que la posición de la placa superior de núcleo se conoce de manera precisa con respecto a esta patilla.

45 Las posiciones de los orificios S con respecto al punto de referencia se pueden determinar de manera cómoda y rápida tomando imágenes de los ensamblajes con ayuda de un equipo adaptado. La utilización de una imagen global de los ensamblajes de combustibles nucleares, constituida fusionando las diferentes imágenes tomadas con ayuda del dispositivo de toma de imágenes, permite realizar una comparación rápida y precisa con la posición de los pasadores de la placa superior de núcleo. Esto permite acelerar el procedimiento.

50 La imagen global se puede construir con una buena precisión si cada imagen tomada con el dispositivo de toma de imágenes proporciona no sólo las posiciones de los orificios S de un ensamblaje determinado, sino también la de por lo menos un orificio S de otro ensamblaje, que sirve de punto de marca para la yuxtaposición de las diferentes imágenes.

55 El procedimiento es particularmente rápido, siendo el tiempo de puesta en práctica por ejemplo de aproximadamente cuatro horas para la totalidad del núcleo de un reactor nuclear. Esto es particularmente importante, ya que el control de posición de los ensamblajes de combustibles nucleares con respecto a la placa superior de núcleo está en la ruta crítica cuando tienen lugar las operaciones de descarga y nueva carga de los ensamblajes de combustibles nucleares en el núcleo del reactor. Debido a que las posiciones de los orificios S con respecto a los pasadores se determinan con precisión, se minimiza el riesgo de que los ensamblajes de combustible nuclear se atasquen durante la elevación de la placa superior de núcleo.

65 En cualquier caso, por motivos de economía, el procedimiento se aplica por lo menos a una cuarta parte de los ensamblajes de combustibles nucleares del núcleo, preferentemente por lo menos a la mitad de los ensamblajes de combustibles nucleares del núcleo, e incluso preferentemente a la totalidad de los ensamblajes de combustibles nucleares del núcleo.

5 Como variante, se puede adaptar el tamaño de cada imagen para permitir la visualización de dos ensamblajes adyacentes, y así permitir determinar las posiciones de los orificios S de los dos ensamblajes. También se puede adaptar el tamaño de las imágenes para permitir la visualización de cuatro ensamblajes o más, a condición de que la resolución del aparato de toma de vistas sea suficiente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de control de las posiciones de una pluralidad de ensamblajes de combustibles nucleares (1) con respecto a una placa superior de núcleo (3) en un núcleo (5) de reactor nuclear, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:
- elegir un punto de referencia (13) en unos equipos internos o en una cuba del reactor;
 - 10 - determinar unas posiciones de orificios S (25) de los ensamblajes de combustibles nucleares (1) con respecto al punto de referencia (13), estando cada orificio S (25) previsto para cooperar con un pasador de centrado (21) correspondiente de la placa superior de núcleo (3);
 - 15 - adquirir unas posiciones de los pasadores de centrado (21) de la placa superior de núcleo (3) con respecto al punto de referencia (13);
 - comparar las posiciones de los orificios S (25) y las posiciones de los pasadores (21), y deducir a partir de ellas si los ensamblajes de combustibles nucleares (1) están posicionados correctamente con respecto a la placa superior de núcleo (3).
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el punto de referencia es una patilla de guiado (13) solidaria a una cubierta del núcleo (5), estando la patilla de guiado (13) prevista para cooperar con una muesca (17) de la placa superior de núcleo (3) para posicionar la placa superior de núcleo (3) con respecto a la cubierta del núcleo (5).
- 25 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que se determinan las posiciones de los orificios S (25) con respecto al punto de referencia (13) tomando unas imágenes de los ensamblajes de combustibles nucleares (1), y determinando con ayuda de dichas imágenes las posiciones de los orificios S (25) con respecto al punto de referencia (13).
- 30 4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que cada imagen está adaptada para proporcionar las posiciones de los orificios S (25) de por lo menos un ensamblaje de combustible nuclear dado (29) y de por lo menos un orificio S (25) de un ensamblaje de combustible nuclear (31) adyacente al ensamblaje de combustible nuclear dado (29).
- 35 5. Procedimiento según la reivindicación 3 o 4, caracterizado por que se realiza una imagen global de la pluralidad de ensamblajes de combustibles nucleares (1) a partir de las imágenes de los ensamblajes de combustibles nucleares (1), proporcionando la imagen global las posiciones de todos los orificios S (25) de la pluralidad de ensamblajes de combustibles nucleares (1).
- 40 6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado por que se realiza la comparación de las posiciones de los orificios S (25) y de las posiciones de los pasadores (21) comparando la imagen global de la pluralidad de ensamblajes de combustibles nucleares (1) con una imagen teórica de la placa superior de núcleo (3) que proporciona las posiciones de todos los pasadores de centrado (21) correspondientes a todos los orificios S (25) de la pluralidad de ensamblajes de combustibles nucleares (1).
- 45 7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que se considera que cada ensamblaje de combustible nuclear (1) está correctamente posicionado con respecto a la placa superior de núcleo (3) si la comparación de la posición de cada orificio S (25) de dicho ensamblaje de combustible nuclear (1) con la posición del pasador (21) correspondiente indica que el orificio S (25) y el pasador (21) presentan entre sí una separación inferior a un límite predeterminado, por ejemplo de 8 milímetros.
- 50 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7, caracterizado por que las imágenes se toman con la ayuda de un aparato digital (45) de adquisición de imágenes, desplazado por una máquina (47) de carga de los ensamblajes de combustibles nucleares (1).
- 55 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la pluralidad de ensamblajes de combustibles nucleares (1) comprende por lo menos una cuarta parte de los ensamblajes de combustibles nucleares (1) del núcleo (5), preferentemente por lo menos la mitad.
- 60 10. Conjunto de control de las posiciones de una pluralidad de ensamblajes de combustibles nucleares (1) con respecto a una placa superior de núcleo (3) en un núcleo (5) de reactor nuclear, comprendiendo el conjunto de control:
- 65 - un dispositivo adaptado para determinar unas posiciones de orificios S (25) de los ensamblajes de combustibles nucleares (1) con respecto a un punto de referencia (13), estando cada orificio S (25) previsto para cooperar con un pasador de centrado (21) correspondiente de la placa superior de núcleo (3), siendo el

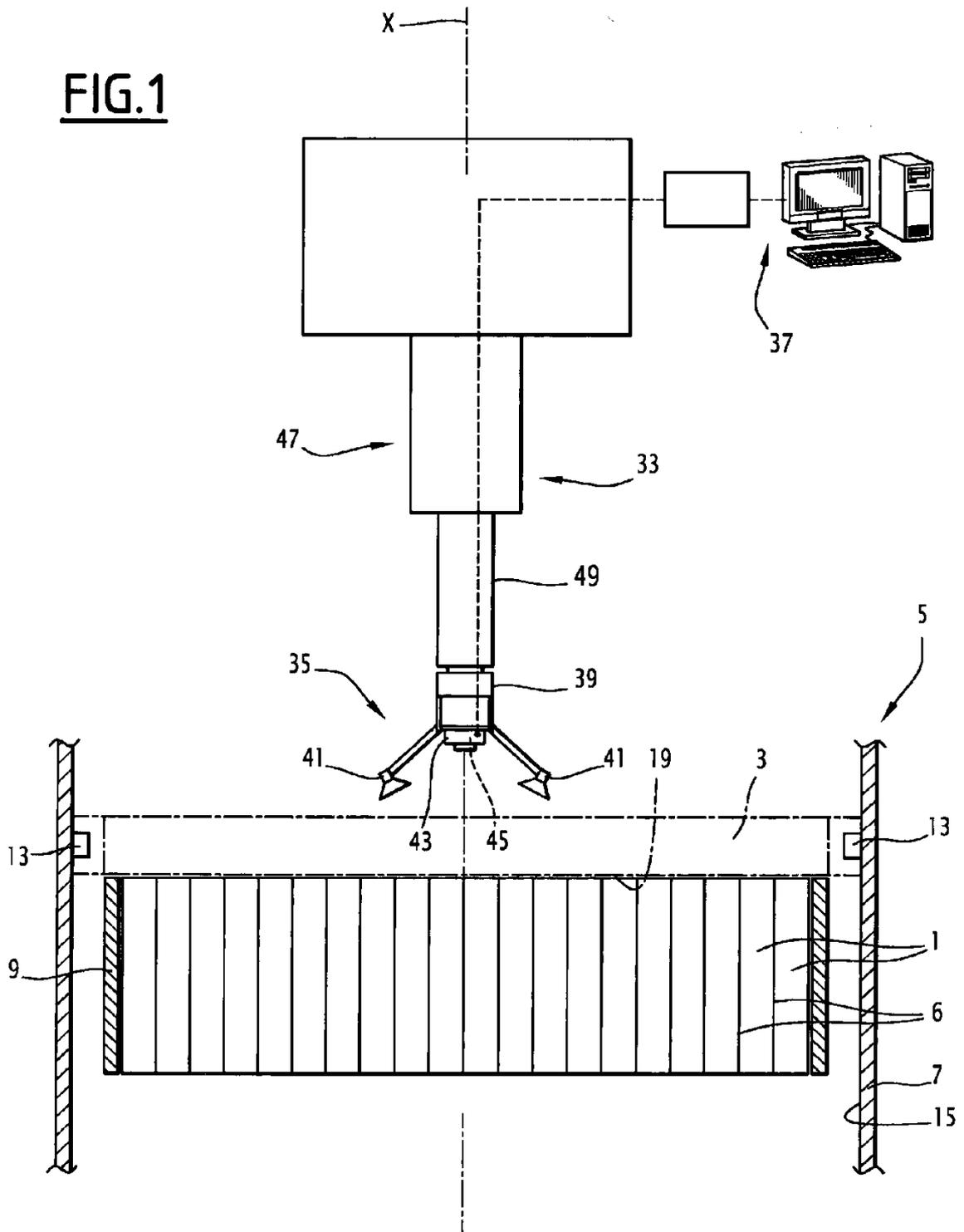
ES 2 531 678 T3

punto de referencia (13) elegido en unos equipos internos o en una cuba del reactor;

caracterizado por que el conjunto de control comprende además:

- 5 - un dispositivo adaptado para determinar posiciones de los pasadores de centrado (21) de la placa superior de núcleo (3) con respecto al punto de referencia (13); y
- 10 - un dispositivo adaptado para comparar las posiciones de los orificios S (25) y las posiciones de los pasadores (21), y deducir a partir de ellas si los ensamblajes de combustibles nucleares (1) están posicionados correctamente con respecto a la placa superior de núcleo (3).

FIG.1



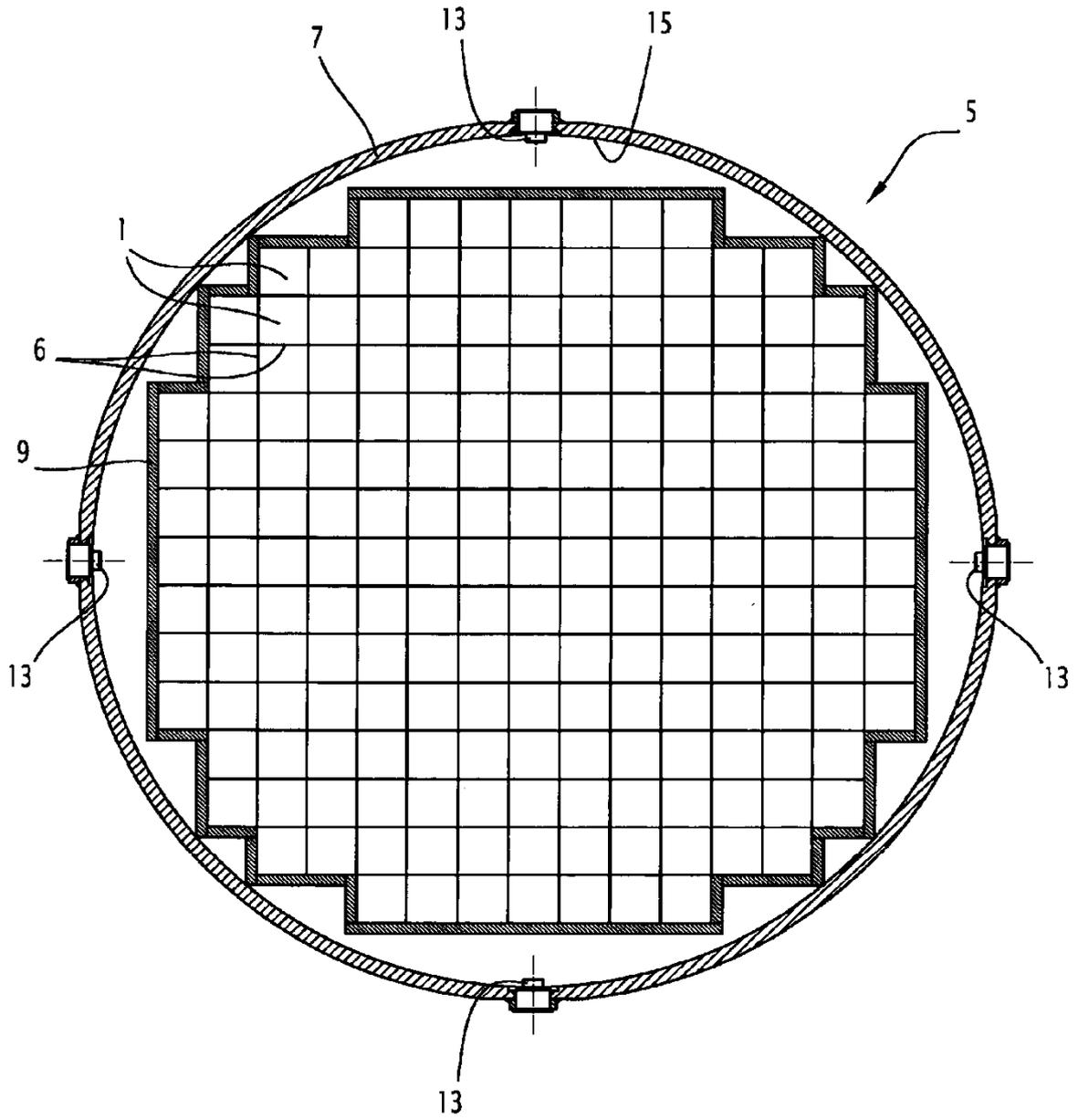


FIG.2

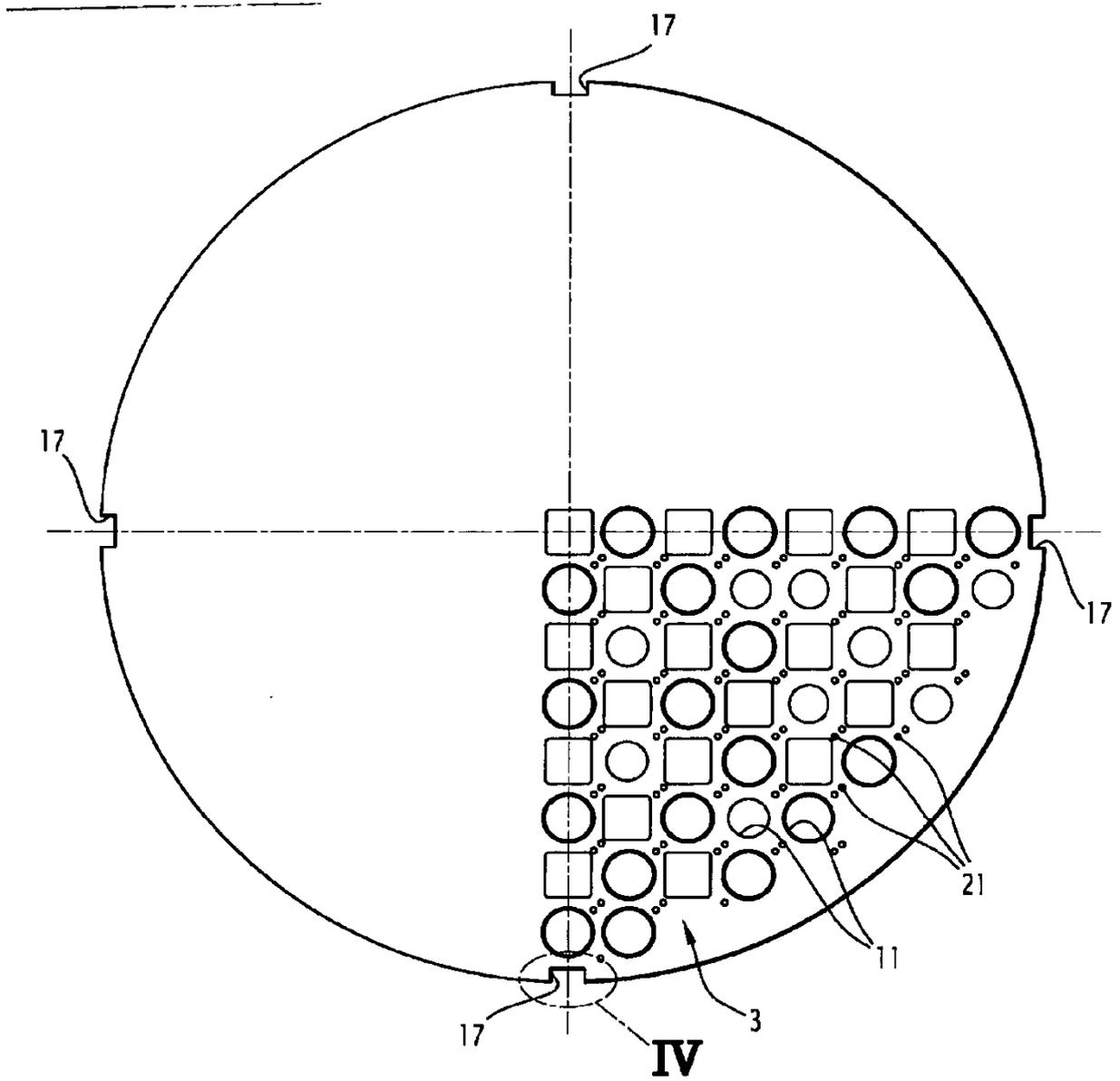


FIG. 3

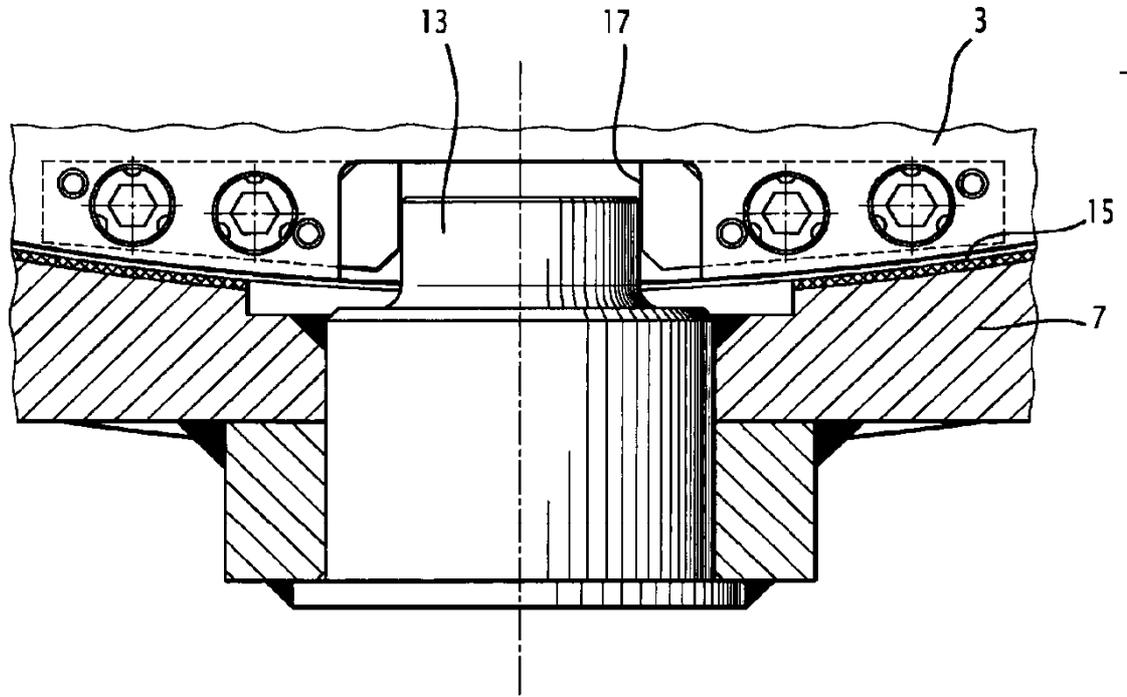


FIG.4

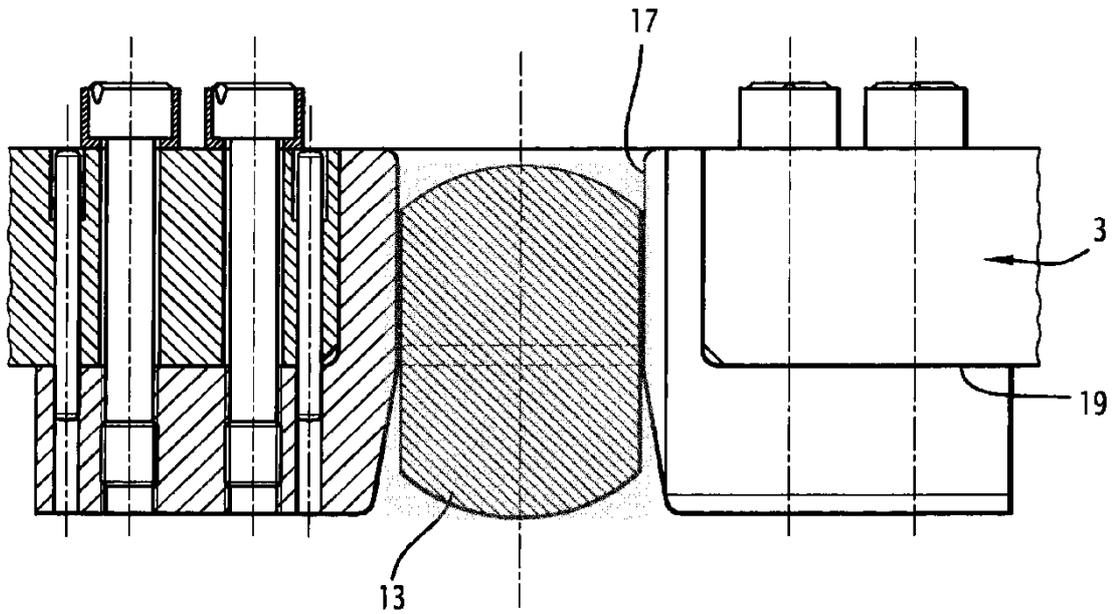


FIG.5

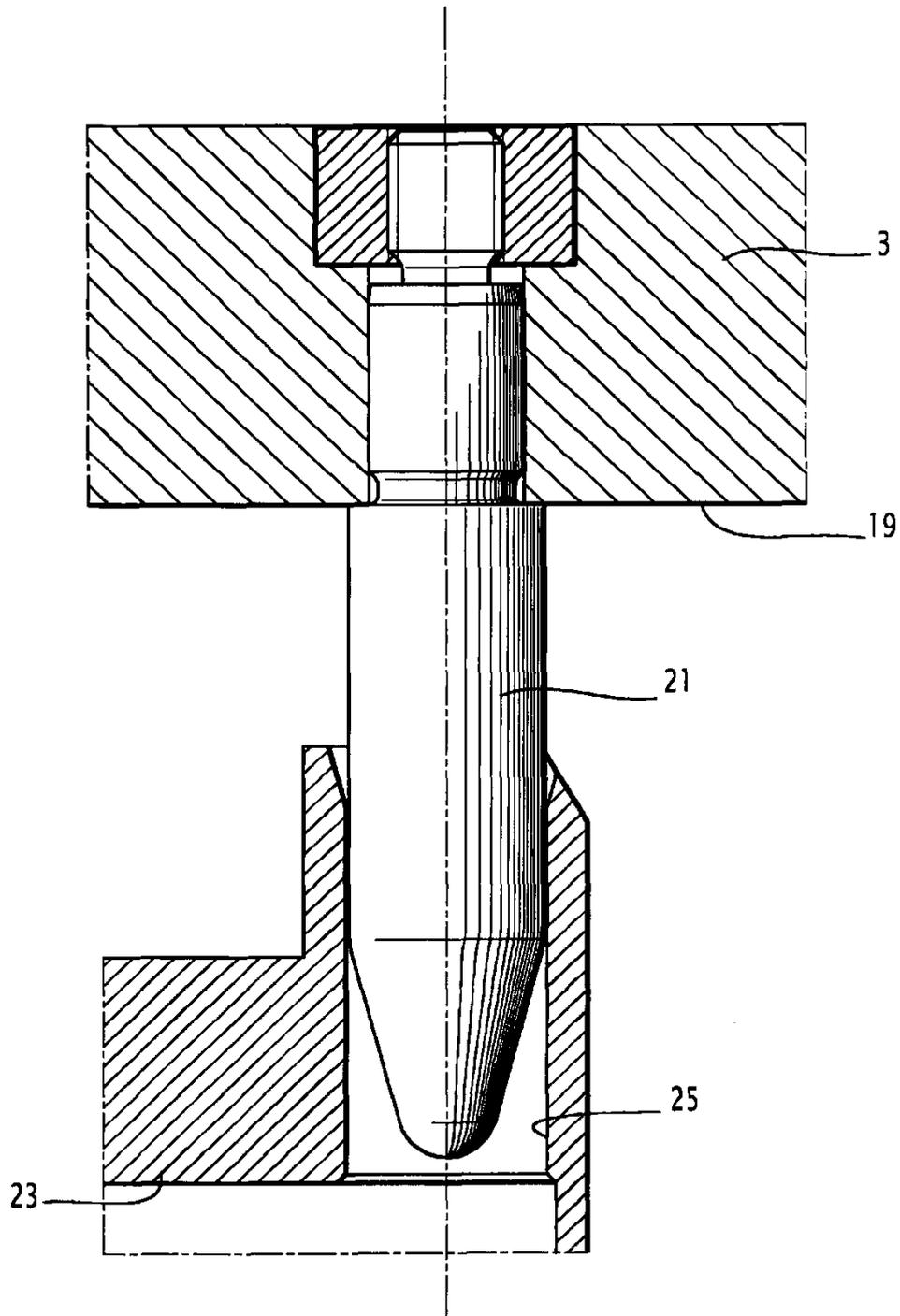


FIG. 6

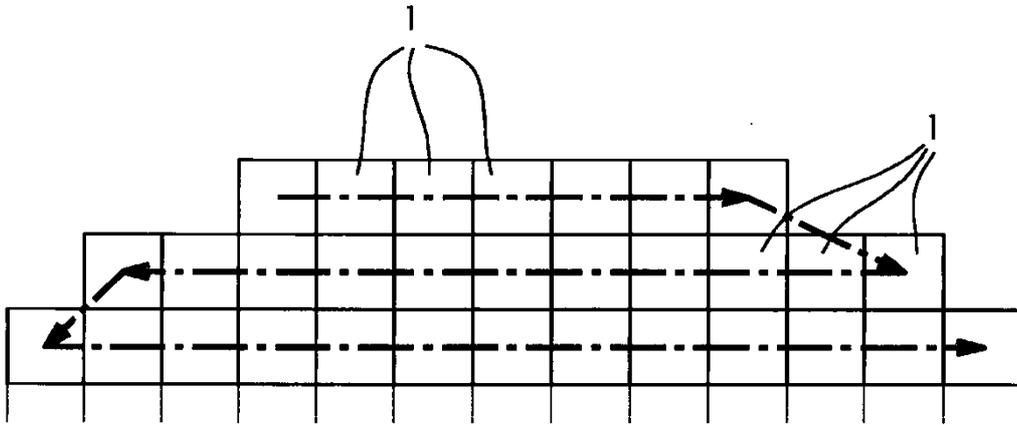


FIG. 7

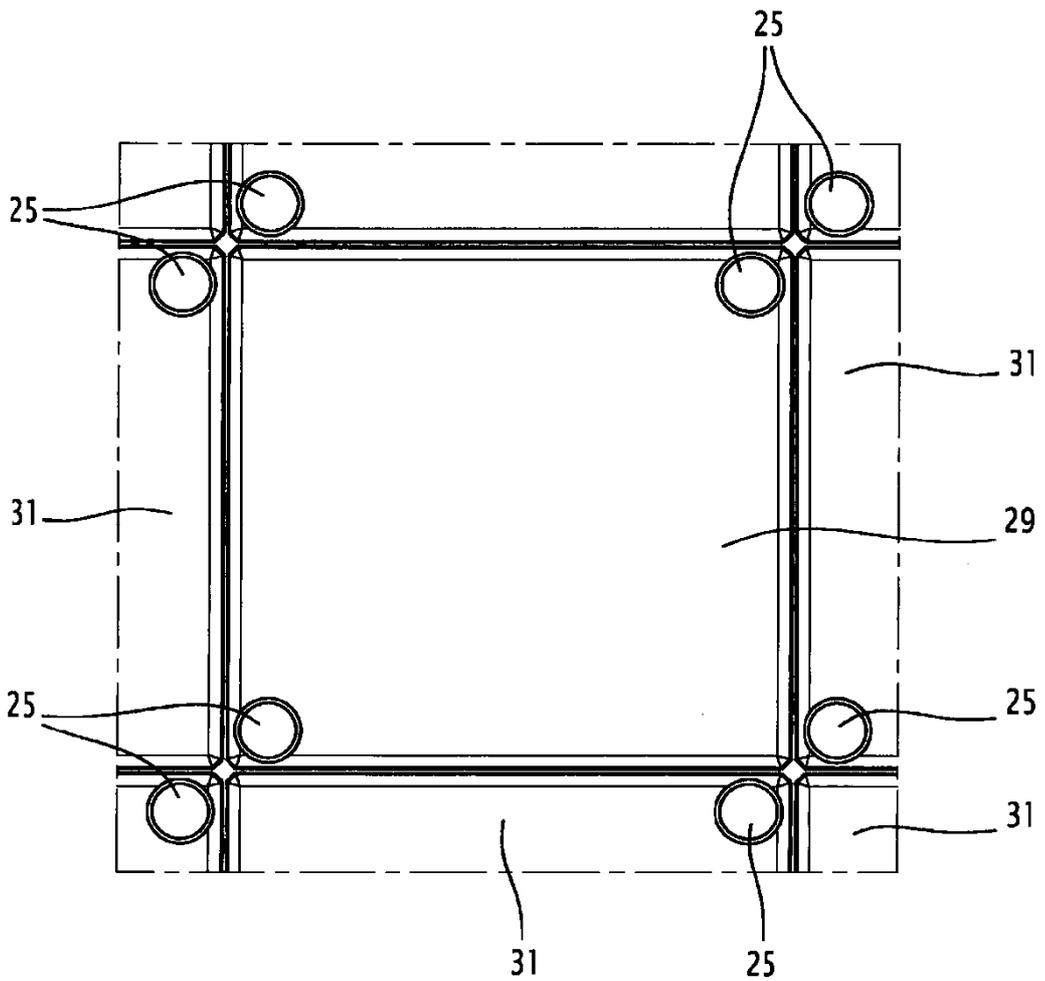


FIG. 8

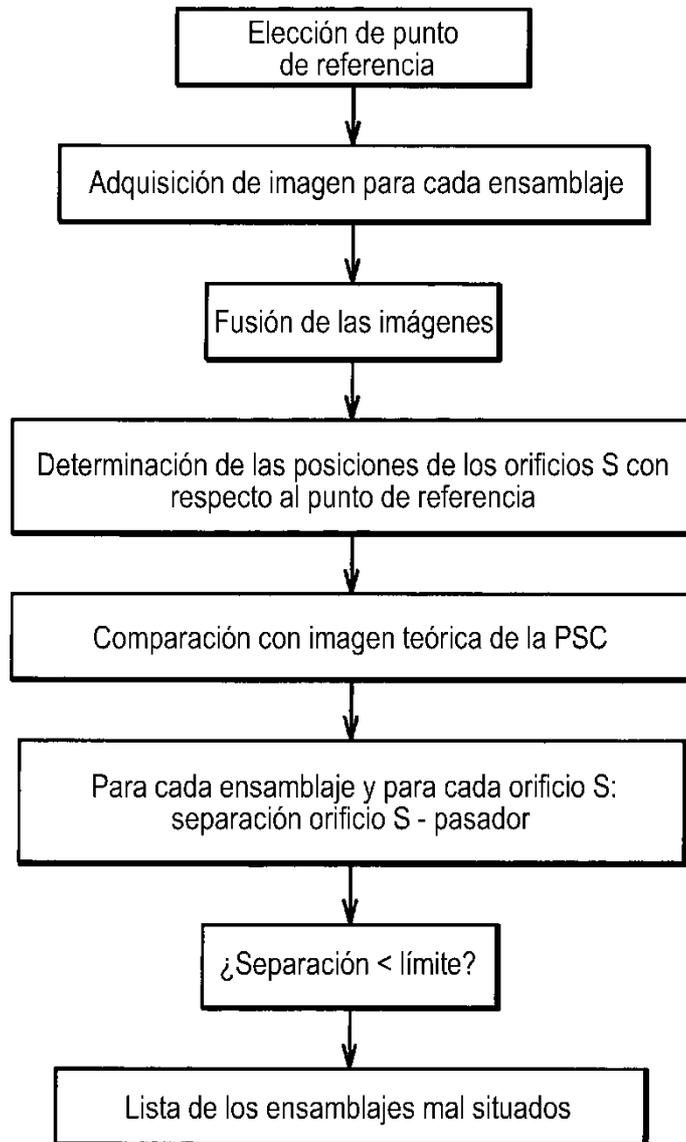


FIG.9