

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 478 968**

51 Int. Cl.:

**G21C 17/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.03.2012** **E 12002091 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.06.2014** **EP 2509078**

54 Título: **Sistema de prueba para espigas de centrado de elementos combustibles en una estructura del núcleo**

30 Prioridad:

**07.04.2011 DE 102011016283**

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

**23.07.2014**

73 Titular/es:

**WESTINGHOUSE ELECTRIC GERMANY GMBH  
(100.0%)**

**Dudenstrasse 44  
68167 Mannheim, DE**

72 Inventor/es:

**OBIERAI, WOLFGANG;  
RIESNER, LAURENS y  
ZUCKERMANN, STEFAN**

74 Agente/Representante:

**ZUAZO ARALUZE, Alexander**

**ES 2 478 968 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

Sistema de prueba para espigas de centrado de elementos combustibles en una estructura del núcleo.

5 La invención se refiere a un sistema de prueba para espigas de centrado de elementos combustibles en una estructura superior del núcleo, que incluye una estructura superior del núcleo con una pluralidad de espigas de centrado de elementos combustibles similares, paralelas, perpendiculares a un plano de la retícula de rejilla en la correspondiente dimensión de la retícula y una pileta de agua en la que puede colocarse la estructura superior del núcleo tal que las espigas de centrado de los elementos combustibles están orientadas aproximadamente en perpendicular hacia abajo a una cierta distancia del fondo de la pileta.

10 Se sabe en general que en instalaciones de reactores nucleares se utilizan elementos combustibles similares a barras como combustible nuclear. La reacción nuclear propiamente dicha tiene lugar en una vasija del reactor, dispuesta en una pileta de agua llena, debajo de su superficie del agua y que por ejemplo en una dimensión de retícula similar a un tablero de ajedrez de por ejemplo 16 por 16 aloja la correspondiente cantidad de elementos combustibles. Los elementos combustibles presentan la mayoría de las veces una sección en planta cuadrada. Cuando se realiza una revisión de la instalación se abre la vasija del reactor que se encuentra bajo el agua y se somete junto con los elementos combustibles, según necesidades, a una revisión. Al respecto está prevista también una sustitución en turnos de elementos combustibles.

15 La dimensión de la retícula de los elementos combustibles dispuestos en la vasija del núcleo del reactor está predeterminada mediante una estructura superior y una inferior del núcleo, que se caracterizan por una estructura básica plana similar a una placa, estando previstas para ello, al menos en el caso de la estructura superior del núcleo, espigas de centrado de los elementos combustibles, verticalmente en una dimensión de retícula determinada por columnas y filas. Estas espigas presentan usualmente una forma cilíndrica alargada, a la que sigue un cono o tronco de cono, así como dado el caso un agujero central axial, estando orientados los mismos en la estructura inferior del núcleo hacia arriba y en la estructura superior del núcleo hacia abajo. Un elemento combustible similar a una barra presenta en sus dos extremos en cada caso dos cavidades cilíndricas adaptadas al mismo. Éstas están dispuestas, para una superficie de base aproximadamente cuadrada de un elemento combustible, en dos zonas de las esquinas enfrentadas oblicuamente, fijando su distancia entre sí un decalaje de la dimensión de la retícula.

20 De esta manera pueden colocarse elementos combustibles entre las estructuras del núcleo superior e inferior, estando fijados los mismos en sus dos extremos mediante en cada caso dos espigas de centrado de elementos combustibles. Esta fijación es necesaria para garantizar un funcionamiento seguro del reactor. Cuando se extrae o se introduce un elemento combustible para un mantenimiento o una revisión, ha de levantarse la estructura superior del núcleo, por ejemplo con una grúa, con lo que queda garantizado el acceso libre a cada lugar de colocación en la vasija del reactor. Entonces se lleva la estructura superior del núcleo mediante una grúa a una pileta de depósito contigua, permaneciendo la estructura superior del núcleo por razones de seguridad siempre por debajo de la superficie común del agua de ambas piletas. Una vez realizada la extracción o introducción de elementos combustibles, hay que llevar de nuevo la estructura superior del núcleo sobre el núcleo del reactor, con lo que los elementos combustibles quedan fijados con seguridad.

25 Debido a los necesarios levantamiento y descenso, afectados por tolerancias, de la estructura superior del núcleo, pueden producirse síntomas de desgaste de las espigas de centrado de los elementos combustibles, en particular en la zona de transición de las espigas al resto de la estructura del núcleo, pero también en las puntas con forma cónica. Pero también por ejemplo debido a las inevitables vibraciones cuando el núcleo del reactor se encuentra en servicio, puede resultar otro desgaste adicional de las espigas de centrado de los elementos combustibles.

30 Al estar sometidas las instalaciones nucleares a las máximas exigencias de seguridad posibles, han de someterse las espigas de centrado de los elementos combustibles de la estructura superior del núcleo a una comprobación a intervalos regulares de tiempo. Para ello ha de llevarse la estructura superior del núcleo a una posición dentro de la pileta de depósito en la que quede asegurada la accesibilidad de las espigas de centrado de los elementos combustibles que sobresalen hacia abajo, no siendo practicable un giro de la estructura del núcleo tal que las espigas de centrado de los elementos combustibles estén orientadas hacia arriba. A continuación han de someterse las correspondientes espigas de centrado de los elementos combustibles a una prueba mediante un equipo de análisis, teniendo que desplazarse el equipo de análisis mediante un manipulador secuencialmente hasta la correspondiente posición de prueba debajo de la respectiva espiga de centrado del elemento combustible y teniendo que hacerse ascender o descender en la dirección de las espigas. Esto se ha realizado desde entonces con un manipulador de movimiento X-Y-Z, dispuesto a lo largo de los lados de la pileta de depósito y que ocupa mucho espacio. Además de una posibilidad adicional de giro del equipo de análisis, resultan así al menos cuatro grados de libertad de movimiento necesarios, que han de mantenerse disponibles para el movimiento del equipo de análisis. Para reducir la necesidad de espacio existe también la posibilidad de desplazarse hasta la espiga de centrado de los elementos combustibles separadamente con un manipulador similar a un submarino. Esto resulta muy costoso y complicado debido a la cantidad de grados de libertad de movimiento, que son preferiblemente seis, porque el desplazamiento manual hasta cada espiga de centrado del elemento combustible implica un coste considerable en control y operación.

65

El documento US 4499046 muestra otro sistema de prueba.

Partiendo de este estado de la técnica, es tarea de la invención indicar un procedimiento de prueba para espigas de centrado de elementos combustibles mejorado, que ocupe poco espacio y que permita un coste de operación reducido.

Esta tarea se resuelve mediante un sistema de prueba según la reivindicación 1. El mismo incluye:

- Un cuerpo de inmersión que experimenta bajo el agua un empuje ascensional con al menos un dispositivo de accionamiento,
- al menos dos carriles de guía paralelos unidos con el cuerpo de inmersión, cuyo respectivo perfil en sección está adaptado a la forma de los extremos de las espigas de centrado de los elementos combustibles del lado opuesto al plano de la retícula de rejilla, siendo posible al encajar los extremos en los correspondientes carriles de guía una conducción deslizante del cuerpo de inmersión a lo largo de filas paralelas de espigas de centrado de los elementos combustibles,
- al menos un equipo de análisis, que puede llevarse con el cuerpo de inmersión a la correspondiente posición debajo de una de las espigas de centrado de los elementos combustibles, con lo que es posible su comprobación mediante el equipo de análisis.

La idea básica de la invención consiste en utilizar un cuerpo de inmersión que ocupa poco espacio, similar a un submarino, como manipulador del movimiento para el equipo de análisis, debiendo reducirse sus grados de libertad de movimiento en el movimiento secuencial de desplazamiento hasta las espigas de centrado de los elementos combustibles a comprobar tal que se simplifique su control y/o manejo.

Esto se logra utilizando las propias hileras paralelas de espigas de centrado de los elementos combustibles como guía para el cuerpo de inmersión. Para ello ha de dotarse el cuerpo de inmersión en su zona superior de dos carriles de guía paralelos y orientados hacia las espigas de centrado de los elementos combustibles, que con los propios extremos de las espigas de centrado de los elementos combustibles que se encuentran por encima del cuerpo de inmersión y que hay que comprobar, forman una unión deslizante. La densidad del cuerpo de inmersión ha de elegirse preferiblemente tal que el mismo experimente bajo el agua un empuje ascensional permanente. Así se oprime el mismo sin tomar medidas adicionales con sus carriles contra las espigas de centrado de los elementos combustibles que sobresalen hacia abajo, con lo que queda asegurada una conducción segura. Mediante la utilización de dos carriles de guía paralelos queda excluida una deriva lateral desde el carril. En definitiva queda garantizada una conducción estable cuando al menos en total tres extremos de espigas de centrado de los elementos combustibles dispuestos en un triángulo estén encajados con ambos carriles de guía. Su número puede reducirse a dos cuando está previsto otro apoyo deslizante hacia arriba fuera de los carriles de guía, con lo que en definitiva se forma de nuevo un triángulo. La cantidad de grados de libertad de movimiento del cuerpo de inmersión a lo largo de un carril correspondiente a la invención se reduce así, ventajosamente, exactamente a uno, es decir, a un movimiento de avance y retroceso a lo largo de hileras paralelas de espigas de centrado de los elementos combustibles. Se ofrece la posibilidad de utilizar en cada caso como guía dos hileras de espigas de centrado de los elementos combustibles, que están previstas en cada caso para fijar los correspondientes elementos combustibles iguales. Para posibilitar un movimiento del cuerpo de inmersión a lo largo de la guía, dispone el mismo de un accionamiento que puede controlarse, que puede generar el correspondiente avance.

Continuando la secuencia de prueba, ha de extraerse el cuerpo de inmersión tras comprobar una hilera doble completa de espigas de centrado de los elementos combustibles del correspondiente carril y llevarse al carril de otra hilera doble a comprobar. Esto puede realizarse por ejemplo mediante un dispositivo de decalaje transversal dispuesto en el fondo de la pileta de agua. No obstante puede pensarse también en otros elementos de guía que discurren transversalmente y que puedan ajustarse al respecto al cuerpo de inmersión, con los cuales el cuerpo de inmersión puede realizar por completo de forma autónoma un cambio de hilera. Evidentemente puede estar previsto también el cuerpo de inmersión para moverse autónomamente en varios grados de libertad, por ejemplo mediante uno o varios dispositivos de accionamiento que pueden girar y realizar así por completo de manera autónoma un cambio de hilera. Dos dispositivos de accionamiento fijos y en paralelo, que cuando se necesite pueden operar en sentidos contrarios de marcha, generan en este caso un movimiento de giro del cuerpo de inmersión.

El propio cuerpo de inmersión tiene al menos un equipo de análisis a bordo, que antes del proceso de prueba mediante el cuerpo de inmersión ha de colocarse en la zona próxima a una espiga de centrado de los elementos combustibles a comprobar tal que sea posible la comprobación. De esta manera se proporciona un sistema de prueba que ahorra espacio, que posibilita una prueba simplificada de espigas de centrado de los elementos combustibles en una estructura superior del núcleo y que en particular evita el control manual de cada espiga de centrado de los elementos combustibles.

Según otra forma de ejecución de la invención, presenta el cuerpo de inmersión al menos un primer dispositivo de accionamiento orientado predominantemente en paralelo a los carriles de guía, un segundo transversal al anterior que actúa predominantemente en dirección horizontal y un tercero igualmente transversal al respecto que actúa

predominantemente en dirección vertical. De esta manera puede moverse el cuerpo de inmersión tal que sea posible un cambio de hilera.

5 Según otra forma de ejecución de la invención presenta al menos un carril de guía entre sus dos extremos una zona interrumpida, estando dispuesto detrás de la misma un equipo de análisis orientado hacia allí. Así puede llevarse un dispositivo de análisis de manera sencilla a la zona próxima directamente debajo de una espiga de centrado de los elementos combustibles a comprobar, con lo que mejoran correspondientemente las condiciones-marco para un análisis. A través de la zona interrumpida es posible por ejemplo un contacto óptico directo entre el dispositivo de análisis y la espiga de centrado de los elementos combustibles a comprobar.

10 Cuando se ha elegido esta opción para ambos carriles de guía, pueden comprobarse de manera especialmente ventajosa entonces con dos equipos de análisis desde una posición de prueba dos espigas de centrado de los elementos combustibles simultáneamente, lo cual significa un considerable ahorro de tiempo. En la correspondiente posición de prueba no se dispone en cada caso de la espiga de centrado de los elementos combustibles a comprobar para fines de guía, por lo que los carriles de guía han de prolongarse correspondientemente. Para ello hay que tener en cuenta que los carriles de guía, considerando el decalaje de la dimensión de la retícula de un par de espigas, han de ser al menos tan largos que ambos carriles de guía en conjunto cubran siempre al menos cuatro espigas de centrado de los elementos combustibles, de las cuales al menos dos para la conducción y de que ambos carriles de guía presenten en cada caso una zona interrumpida decalada en función del decalaje de la dimensión de la retícula. Hay que asegurarse por lo tanto para cada posición del cuerpo de inmersión a lo largo de la guía de que existan al menos tres puntos de apoyo hacia arriba, de los cuales al menos dos espigas de centrado de los elementos combustibles se encuentran encajadas con los carriles de guía.

25 Según una forma de configuración de la invención pueden moverse al menos partes del equipo de análisis a través de la zona interrumpida hacia fuera en dirección hacia la correspondiente espiga de centrado de los elementos combustibles a comprobar. Preferiblemente se trata de captadores de medida u otros sensores activos y/o pasivos, por ejemplo también basados en el principio de la medición de corrientes parasitarias. Esto posibilita una comprobación más precisa debido a la entonces inferior distancia. Puede pensarse perfectamente en mover hacia fuera una cabeza de sensor cilíndrico hueco, que en la posición extraída abarca una parte de una espiga de centrado de los elementos combustibles. A menudo presentan las espigas de centrado de los elementos combustibles un agujero central que discurre en dirección axial. Evidentemente se prevé también en el marco de la invención introducir una sonda de medida en el agujero central.

35 Según una variante de la invención, la parte que puede moverse hacia fuera del equipo de análisis es en su parte superior cilíndrica hueca, con lo que puede abarcarse una espiga de centrado de los elementos combustibles y en la zona superior de la parte superior está prevista una escotadura radial. Cuando la escotadura está orientada precisamente en la dirección de los carriles de guía y sólo está extraída en parte, puede llegar durante un movimiento del cuerpo de inmersión a lo largo del carril de guía la punta de la siguiente espiga de centrado de los elementos combustibles a través de la escotadura al espacio hueco interior de la parte móvil del equipo de análisis y haciendo tope en su otro extremo radial, provocar la detención del cuerpo de inmersión. A continuación ha de desplazarse más hacia fuera la parte móvil para fines de análisis. El proceso de posicionado bajo una espiga de centrado de los elementos combustibles se simplifica así ventajosamente.

45 Según una variante preferente del sistema de prueba, incluye el equipo de análisis, de los que al menos hay uno, medios para una prueba de ultrasonido. No obstante puede pensarse también perfectamente en procedimientos ópticos que utilicen el correspondiente sensor o una cámara, así como procedimientos de medida por corrientes parásitas.

50 Según otra variante de configuración presenta el cuerpo de inmersión al menos un sensor de orientación. Éste posibilita precisamente un desplazamiento selectivo hasta la correspondiente posición de prueba en el recorrido secuencial de una hilera doble de espigas de centrado de los elementos combustibles a comprobar, siempre que estén previstas las correspondientes marcas de orientación. Éstas pueden ser tanto las propias espigas de centrado de los elementos combustibles como también, según otra variante, marcas de orientación separadas en la estructura del núcleo, por ejemplo marcas de colores. De esta manera puede determinarse la correspondiente posición relativa del cuerpo de inmersión respecto a la estructura del núcleo. Igualmente se prevé en el marco de la invención que el fondo de la pileta de agua y/o la pared de la pileta de agua presente(n) marcas de orientación - por ejemplo líneas de la retícula de rejilla - que pueden ser detectadas por el sensor de orientación, con lo que a partir de las mismas puede determinarse la correspondiente posición del cuerpo de inmersión respecto a la pileta de agua. En el caso de que la estructura superior del núcleo tenga una posición de depósito fija e inequívoca en la pileta de agua, puede determinarse a partir de ello también una posición relativa del cuerpo de inmersión respecto a la estructura del núcleo y con ello respecto a las espigas de centrado de los elementos combustibles.

60 Como dispositivo de accionamiento se utiliza en el marco de la invención por ejemplo al menos un accionamiento de hélice. Éste puede estar dispuesto en el extremo anterior y/o posterior del cuerpo de inmersión. Un tal accionamiento se utiliza por ejemplo también en otros tamaños en submarinos y es especialmente adecuado como dispositivo de avance  
65 bajo el agua.

Para posibilitar una libertad de movimientos completa del cuerpo de inmersión debajo de una estructura superior del núcleo dispuesta en la pileta de agua en una posición de prueba, hay que disponer en la pileta de agua de distanciadores, según una variante de ejecución mejorada. Una tal distancia es de por ejemplo 1m. Para manejar la estructura superior del núcleo está prevista según otra variante una grúa o un equipo de elevación, debiendo colocarse el mismo en la pileta de agua.

Un procedimiento para comprobar espigas de centrado de elementos combustibles en una estructura superior del núcleo mediante un sistema de prueba correspondiente a la invención, se caracteriza en consecuencia por las siguientes etapas, que ya se han descrito antes:

- Colocación de la estructura superior del núcleo (10, 68, 92) en la pileta de agua,
- posicionado del cuerpo de inmersión (32, 62, 82) debajo de la estructura superior del núcleo (10, 68, 92), tal que sea posible una conducción deslizante del cuerpo de inmersión (32, 62, 82) a lo largo de hileras paralelas (42, 44) de espigas de centrado de los elementos combustibles (14, 16, 50, 52, 72, 94) en la correspondiente posición de prueba mediante el equipo de análisis (86, 96).
- desplazamiento secuencial hasta las correspondientes posiciones de prueba para espigas de centrado de los elementos combustibles (14, 16, 50, 52, 72, 94) que se encuentran a lo largo de las hileras paralelas (42, 44),
- comprobación de la espigas de centrado de los elementos combustibles (14, 16, 50, 52, 72, 94) en la correspondiente posición de prueba mediante el equipo de análisis (86, 96).

Otras posibilidades ventajosas de configuraciones pueden tomarse de las otras reivindicaciones dependientes.

En base a los ejemplos de ejecución representados en los dibujos se describirán más en detalle la invención, otras formas de ejecución y otras ventajas.

Se muestra en

- figura 1 una vista en planta sobre una primera estructura superior del núcleo a modo de ejemplo,
- figura 2 una vista en planta sobre una segunda estructura del núcleo con cuerpo de inmersión a modo de ejemplo,
- figura 3 una vista lateral sobre una tercera estructura del núcleo con cuerpo de inmersión a modo de ejemplo,
- figura 4 una vista lateral sobre una cuarta estructura del núcleo con cuerpo de inmersión a modo de ejemplo,
- figura 5a-c un proceso de acoplamiento a una espiga de centrado de elementos combustibles a modo de ejemplo, así como
- figura 6 una vista en sección sobre un equipo de análisis y una espiga de centrado de elementos combustibles.

La figura 1 muestra una vista en planta 10 sobre una primera estructura superior del núcleo a modo de ejemplo. La misma incluye en la figura veintiuna posiciones de acoplamiento previstas para elementos combustibles en una retícula cuadrada de cinco columnas y cinco filas en cada caso, estando prevista en realidad una cantidad bastante mayor de posiciones de acoplamiento, por ejemplo entre cien y cuatrocientas. Cada posición de acoplamiento se caracteriza por una superficie de base del elemento combustible 12 cuadrada con en cada caso dos espigas de centrado de los elementos combustibles 14 dispuestas enfrentadas oblicuamente, previstas para encajar en los correspondientes agujeros de retención de un elemento combustible y fijar así del mismo. Los pares de espigas de centrado de los elementos combustibles 14, 16 están dispuestos en cada caso en dimensiones de retícula 18, 20 similares, pero decaladas entre sí en un decalaje de la dimensión de retícula 26, o bien en su componente x 22 y componente y 24. Así están configuradas a lo largo de las filas y columnas de ambas dimensiones de retícula paralelas 18, 20 hileras paralelas de espigas de centrado de los elementos combustibles 14, 16.

La figura 2 muestra una vista en planta desde abajo 30 sobre una segunda estructura superior del núcleo con un cuerpo de inmersión 32 a modo de ejemplo, que no es correcta del todo por cuanto el cuerpo de inmersión 32 debería cubrir realmente los carriles de guía 34, 36 fijados al mismo, que a su vez tampoco deberían ser visibles en su calidad de perfil en U. No obstante esta inexactitud del dibujo es necesaria para visualizar mejor la interacción de los componentes.

La estructura superior del núcleo se representa en un detalle de cuatro por dos posiciones de acoplamiento previstas para elementos combustibles, que a su vez presentan en cada caso dos espigas de centrado de los elementos combustibles 50, 52 situadas enfrentadas oblicuamente. El cuerpo de inmersión 32 que se encuentra bajo el agua es oprimido, debido al empuje ascensional, con sus carriles de guía 34, 36 con forma de U orientados hacia los extremos de las espigas de centrado de los elementos combustibles 50, 52 desde abajo contra la estructura superior del núcleo, con lo que los extremos de las correspondientes espigas de centrado de los elementos combustibles 50, 52 encajan con los carriles de guía 34, 36 con forma de U. Con ello es posible una conducción deslizante del cuerpo de inmersión 32 a lo largo de hileras paralelas 42, 44 de espigas de centrado de los elementos combustibles 50, 52, tal como indica también la flecha 48. Los carriles de guía 34, 36 presentan entre sus dos extremos una zona interrumpida 38 y 40, que en la correspondiente posición de análisis del cuerpo de inmersión se encuentran bajo la correspondiente espiga de centrado de los elementos combustibles 50, 52 a comprobar. Así es posible con un equipo de análisis situado en cada caso debajo de la zona interrumpida 38, 40 y no mostrado realizar una comprobación de las correspondientes espigas de centrado de los elementos combustibles 50, 52 a comprobar. Caso necesario es posible también desplazar

componentes de sensor del equipo de análisis hacia fuera del cuerpo de inmersión 32 a través de la zona interrumpida. Un dispositivo de accionamiento 46, en este caso dos equipos de hélice similares a los de un barco y que pueden girar, están previstos en un extremo del cuerpo de inmersión 32, para mover el mismo hacia adelante y hacia atrás a lo largo del carril 48.

5 No obstante ambos equipos de hélice pueden perfectamente también estar dispuestos fijos, siendo posible además un movimiento de avance en sentidos contrarios, con lo que puede iniciarse un movimiento de giro del cuerpo de inmersión 32. No se muestra un dispositivo de accionamiento adicional orientado transversalmente y otro en vertical. Los cuatro dispositivos de accionamiento en total posibilitan maniobrar el cuerpo de inmersión en todas las direcciones, con lo que así por ejemplo puede realizarse por completo un cambio de hilera. El complicado proceso de maniobra está limitado no obstante a la correspondiente hilera y no tiene que realizarse, ventajosamente, para cada espiga de centrado individual de los elementos combustibles. En las zonas interrumpidas 38, 40 no es posible encajar espigas de centrado de los elementos combustibles en los carriles de guía 34, 36. Por ello las mismas son tan largas que independientemente de la correspondiente posición del cuerpo de inmersión a lo largo del carril siempre se encuentran al menos tres espigas de centrado de los elementos combustibles 50, 52 en acoplamiento activo, con lo que queda garantizado un apoyo seguro del cuerpo de inmersión 32 mediante la estructura superior del núcleo que se encuentra sobre el mismo.

20 La figura 3 muestra una vista de la parte posterior 60 sobre una tercera estructura del núcleo 66 con cuerpo de inmersión 62 a modo de ejemplo. La estructura del núcleo se representa en esta vista con tres posiciones de acoplamiento previstas para elementos combustibles, que presentan en cada caso dos espigas de centrado de los elementos combustibles 72 con extremos 70 similares a un cono. El cuerpo de inmersión 62 presenta en su zona superior dos carriles de guía 66 con forma de V, cuya forma de perfil V está adaptada a la forma de los extremos 70, con lo que queda garantizado un encaje deslizante de los extremos 70 en los carriles de guía 66. Para asegurar un avance del cuerpo de inmersión 62, está previsto un dispositivo de accionamiento 64 en dos partes, en este caso dos hélices que pueden girar, que también permiten un control del cuerpo de inmersión fuera de la guía 48.

30 La figura 4 muestra una vista lateral 80a y 80b sobre una cuarta estructura del núcleo 92 con cuerpo de inmersión 82 a modo de ejemplo. El cuerpo de inmersión 82 presenta en su zona superior dos carriles de guía 88 con forma de V, de los cuales no obstante sólo uno es visible. La estructura del núcleo 92 está representada en esta vista con tres posiciones de acoplamiento previstas para elementos combustibles, que en cada caso presentan dos espigas de centrado de los elementos combustibles con extremos similares a un cono, estando cubiertas en este ejemplo cuatro espigas de centrado de los elementos combustibles 94 por los carriles de guía 88 del cuerpo de inmersión 82. Los carriles de guía 88 presentan en cada caso una zona interrumpida 90, que en la posición de análisis del cuerpo de inmersión 82 mostrada se encuentra exactamente sobre un equipo de análisis. El equipo de análisis incluye por ejemplo medios para una prueba óptica y/o una prueba de ultrasonido de espigas de centrado de los elementos combustibles y se muestra en la imagen superior 80a en el estado de introducido 86 y en la imagen inferior en un estado de extraído, abarcando parcialmente una espiga de centrado de los elementos combustibles; estado 96. La dirección del movimiento del equipo de análisis entre sus dos posiciones 86, 96 se indica con la flecha 98. Un dispositivo de accionamiento 84 posibilita un avance del cuerpo de inmersión 92, con lo que el mismo puede moverse en la dirección de la flecha 100 y así puede desplazarse directamente hasta varias posiciones de análisis.

45 La figura 5 muestra un proceso de acoplamiento 110a, 100b, 110c a modo de ejemplo de una parte del sensor 112, 114 de un equipo de análisis no mostrado en una espiga de centrado de los elementos combustibles 116. La parte del sensor 112, 114 está realizada cilíndrica hueca, estando configurada la parte superior 114 con forma de U, presentando por lo tanto una abertura o escotadura radial. Ésta se orienta en la dirección de la marcha 118 del cuerpo de inmersión no mostrado, con el que la misma se mueve conjuntamente a lo largo de los carriles de guía no mostrados en dirección hacia la espiga de centrado de los elementos combustibles. Cuando se ha alcanzado la misma, llega a través de la abertura radial al espacio cilíndrico hueco de la parte del sensor, lo que origina la detención del cuerpo de inmersión, tal como se indica con la cifra 100b. Ahora, tal como muestra la imagen 100c, puede desplazarse la parte del sensor en la dirección 120 de la espiga de centrado de los elementos combustibles y realizarse el análisis.

55 La figura 6 muestra la correspondiente vista en sección sobre la parte del sensor de un equipo de análisis y una espiga de centrado de los elementos combustibles en una vista en planta, que corresponde aproximadamente a la imagen 100a de la figura 5.

**Lista de referencias**

- 10 Vista en planta sobre una primera estructura superior del núcleo a modo de ejemplo
- 12 retícula de la superficie de base del elemento combustible con pares de espigas
- 60 14 espiga de centrado de los elementos combustibles en la segunda dimensión de la retícula
- 16 espiga de centrado de los elementos combustibles en la primera dimensión de la retícula
- 18 primera dimensión de la retícula
- 20 segunda dimensión de la retícula
- 22 componente x del decalaje de la dimensión de la retícula
- 65 24 componente y del decalaje de la dimensión de la retícula

## ES 2 478 968 T3

	26	decalaje de la dimensión de la retícula
	30	vista en planta sobre una segunda estructura del núcleo con cuerpo de inmersión a modo de ejemplo
	32	primer cuerpo de inmersión
	34	primer carril de guía
5	36	segundo carril de guía
	38	zona interrumpida del primer carril de guía
	40	zona interrumpida del segundo carril de guía
	42	primera hilera paralela de espigas de centrado de los elementos combustibles
	44	segunda hilera paralela de espigas de centrado de los elementos combustibles
10	46	primer dispositivo de accionamiento
	48	guía deslizante del cuerpo de inmersión
	50	espiga de centrado de los elementos combustibles
	52	espiga de centrado de los elementos combustibles
	60	vista lateral sobre una tercera estructura del núcleo con cuerpo de inmersión a modo de ejemplo
15	62	segundo cuerpo de inmersión
	64	segundo dispositivo de accionamiento
	66	carriles de guía paralelos
	68	tercera estructura del núcleo
	70	extremos de espigas de centrado de los elementos combustibles
20	72	espigas de centrado de los elementos combustibles
	80a,b	vista lateral sobre una cuarta estructura del núcleo con cuerpo de inmersión a modo de ejemplo
	82	tercer cuerpo de inmersión
	84	tercer dispositivo de accionamiento
	86	equipo de análisis en posición de introducido
25	88	tercer carril de guía
	90	zona interrumpida del tercer carril de guía
	92	cuarta estructura del núcleo
	94	cuatro espigas de centrado de los elementos combustibles cubiertas por carriles de guía
	96	equipo de análisis en posición de extraído
30	98	dirección del movimiento del equipo de análisis
	100	dirección del movimiento del cuerpo de inmersión
	110a,b,c	proceso de acoplamiento a espiga de centrado de los elementos combustibles a modo de ejemplo
	112	primera zona cilíndrica hueca de un equipo de análisis
	114	segunda zona cilíndrica hueca de un equipo de análisis
35	116	extremo con forma de cono de una espiga de centrado de los elementos combustibles
	118	primer ciclo de movimiento
	120	segundo ciclo de movimiento
	130	vista seccionada de un equipo de análisis y espiga de centrado de los elementos combustibles

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de prueba para espigas de centrado de elementos combustibles (14, 16, 50, 52, 72, 94) en una estructura superior del núcleo (10, 68, 92), que incluye
- una estructura superior de núcleo (10, 68, 92) con una pluralidad de espigas de centrado de los elementos combustibles (14, 16, 50, 52, 72, 94) similares, paralelas, perpendiculares a un plano de la retícula de rejilla en la correspondiente dimensión de la retícula (18, 20),
  - una pileta de agua, en la que puede colocarse la estructura superior del núcleo (10, 68, 92) tal que las espigas de centrado de los elementos combustibles (14, 16, 50, 52, 72, 94) están orientadas aproximadamente en perpendicular hacia abajo a una cierta distancia del fondo de la pileta,
  - un cuerpo de inmersión (32, 62, 82) que experimenta bajo el agua un empuje ascensional, con al menos un dispositivo de accionamiento (46, 64, 84),
  - al menos dos carriles de guía paralelos (34, 36, 66, 88) unidos con el cuerpo de inmersión (32, 62, 82), cuyo respectivo perfil en sección (66) está adaptado a la forma de los extremos (70) de las espigas de centrado de los elementos combustibles (14, 16, 50, 52, 72, 94) del lado opuesto al plano de la retícula de rejilla, siendo posible al encajar los extremos (70) en los correspondientes carriles de guía (34, 36, 66, 88) una conducción deslizante (48, 100) del cuerpo de inmersión (32, 62, 82) a lo largo de hileras paralelas (42, 44) de espigas de centrado de los elementos combustibles (14, 16, 50, 52, 72, 94),
  - presentando el cuerpo de inmersión (32, 62, 82) una densidad tal que experimenta bajo el agua un empuje ascensional, mediante el cual el mismo es oprimido sin tomar otras medidas con sus carriles contra las espigas de centrado de los elementos combustibles que sobresalen hacia abajo.
  - al menos un equipo de análisis (86, 96), que puede llevarse con el cuerpo de inmersión (32, 62, 82) a la correspondiente posición debajo de una de las espigas de centrado de los elementos combustibles (14, 16, 50, 52, 72, 94), con lo que es posible probarlo mediante el equipo de análisis (86, 96).
- 25 2. Sistema de prueba según la reivindicación 1,  
**caracterizado porque** el cuerpo de inmersión (32, 62, 82) presenta al menos un primer dispositivo de accionamiento (46) orientado predominantemente en paralelo a los carriles de guía (34, 36, 66, 88), un segundo (64) transversal al anterior que actúa predominantemente en dirección horizontal y un tercero (84) igualmente transversal al respecto que actúa predominantemente en dirección vertical.
- 30 3. Sistema de prueba según la reivindicación 1 ó 2,  
**caracterizado porque** al menos un carril de guía (34, 36, 66, 88) presenta entre sus dos extremos una zona interrumpida (38, 40, 90), estando dispuesto detrás de la misma el equipo de análisis (86, 96) orientado a la misma (38, 40, 90).
- 35 4. Sistema de prueba según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizado porque** las espigas de centrado de los elementos combustibles (14, 16, 50, 52, 72, 94) están dispuestas por pares (12) en dimensiones de retícula (18, 20) decaladas entre sí en un componente en dirección x e y y porque la distancia de los carriles de guía (34, 36, 66, 88) está coordinada en cuanto al componente x del decalaje de la dimensión de la retícula (22, 24) de un par.
- 40 5. Sistema de prueba según la reivindicación 4,  
**caracterizado porque** los carriles de guía (34, 36, 66, 88), considerando el componente y del decalaje de la dimensión de la retícula (22, 24), son al menos tan largos que ambos carriles de guía (34, 36, 66, 88) en conjunto cubren (94) en todo momento cinco espigas de centrado de los elementos combustibles y porque ambos carriles de guía (34, 36, 66, 88) presentan una zona interrumpida (38, 40, 90) y porque las zonas interrumpidas (38, 40, 90) están decaladas en función del componente y del decalaje de la dimensión de la retícula (22, 24).
- 45 6. Equipo de prueba según la reivindicación 3 a 5,  
**caracterizado porque** al menos un captador de medida u otros sensores activos y/o pasivos del equipo de análisis (86, 96) pueden moverse (98) hacia fuera a través de la zona interrumpida (38, 40, 90).
- 50 7. Equipo de prueba según la reivindicación 6,  
**caracterizado porque** la parte que puede moverse hacia fuera del equipo de análisis es cilíndrica hueca en su parte superior, con lo que puede abarcarse una espiga de centrado de los elementos combustibles y porque en la zona superior de la parte superior está prevista una escotadura radial.
- 55 8. Sistema de prueba según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizado porque** el equipo de análisis (86, 96), de los que al menos hay uno, incluye medios para una prueba de ultrasonido.
- 60 9. Sistema de prueba según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizado porque** el cuerpo de inmersión (32, 62, 82) presenta al menos un sensor de orientación.
- 65

- 5
10. Sistema de prueba según la reivindicación 9,  
**caracterizado porque** la estructura del núcleo (10, 68, 92) presenta marcas de orientación, que puede detectar el sensor de orientación, con lo que a partir de las mismas puede determinarse la correspondiente posición del cuerpo de inmersión (32, 62, 82) respecto a la estructura del núcleo (10, 68, 92).
- 10
11. Sistema de prueba según la reivindicación 9,  
**caracterizado porque** el fondo de la pileta de agua y/o la pared de la pileta de agua presenta(n) marcas de orientación, que puede detectar el sensor de orientación, con lo que a partir de las mismas puede determinarse la correspondiente posición del cuerpo de inmersión (32, 62, 82) respecto a la pileta de agua.
- 15
12. Sistema de prueba según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizado porque** el dispositivo de accionamiento (46, 64, 84) incluye al menos un accionamiento de hélice.
- 15
13. Sistema de prueba según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizado porque** en la pileta de agua están previstos distanciadores, mediante los cuales queda asegurada una distancia entre una estructura superior del núcleo (10, 68, 92) depositada en la pileta de agua y el fondo de la pileta tan grande que el cuerpo de inmersión (32, 62, 82) puede moverse libremente debajo de la estructura del núcleo (10, 68, 92).
- 20
14. Sistema de prueba según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizado porque** el mismo incluye una grúa o un equipo elevador, mediante el cual puede colocarse la estructura superior del núcleo (10, 68, 92) en la pileta de agua.
- 25
15. Procedimiento para comprobar espigas de centrado de los elementos combustibles (14, 16, 50, 52, 72, 94) en una estructura superior del núcleo (10, 68, 92) mediante un sistema de prueba según una de las reivindicaciones 1 a 14,  
**caracterizado por** las siguientes etapas:
- 30
- Colocación de la estructura superior del núcleo (10, 68, 92) en la pileta de agua,
  - posicionado del cuerpo de inmersión superior (32, 62, 82) debajo de la estructura superior del núcleo (10, 68, 92), tal que sea posible una conducción deslizante del cuerpo de inmersión (32, 62, 82) a lo largo de hileras paralelas (42, 44) de espigas de centrado de los elementos combustibles (14, 16, 50, 52, 72, 94) ,
  - desplazamiento secuencial hasta las correspondientes posiciones de prueba para espigas de centrado de los elementos combustibles (14, 16, 50, 52, 72, 94) que se encuentran a lo largo de las hileras paralelas (42, 44),
  - comprobación de la espigas de centrado de los elementos combustibles (14, 16, 50, 52, 72, 94) en la correspondiente posición de prueba mediante el equipo de análisis (86, 96).
- 35

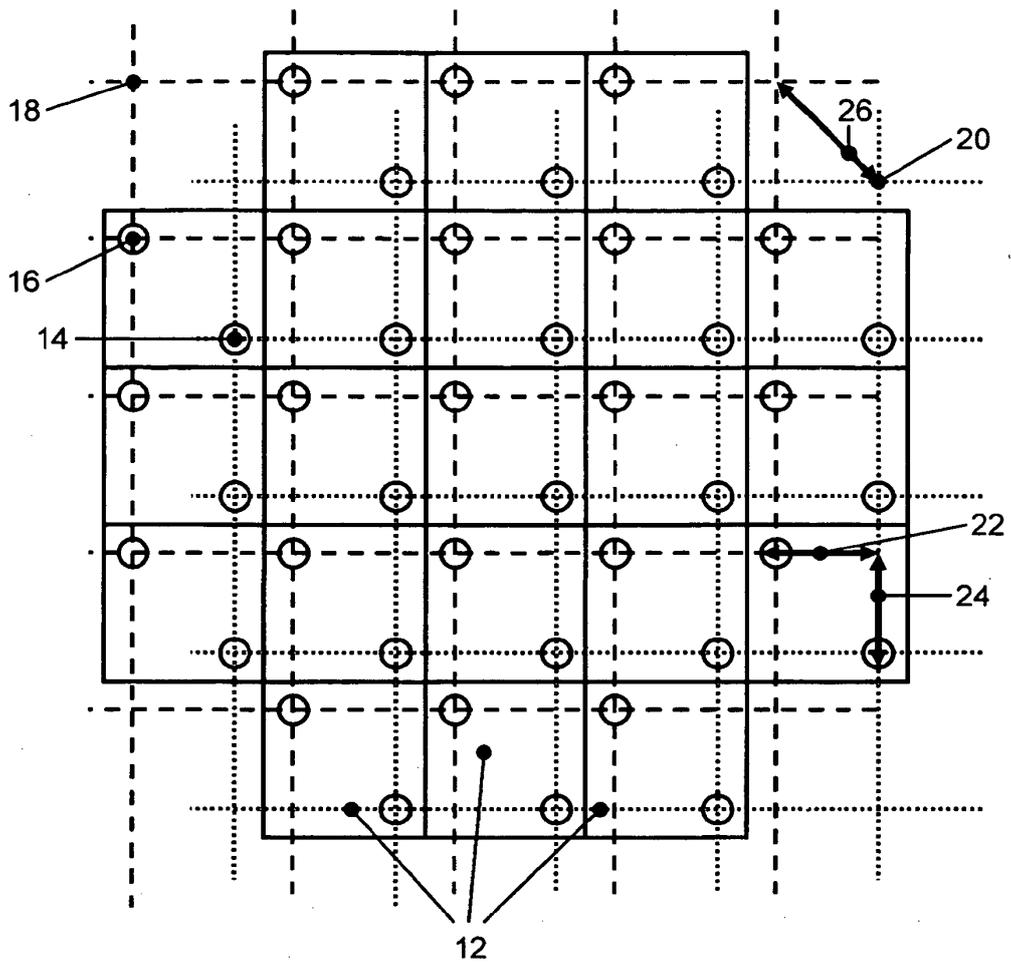


Fig. 1

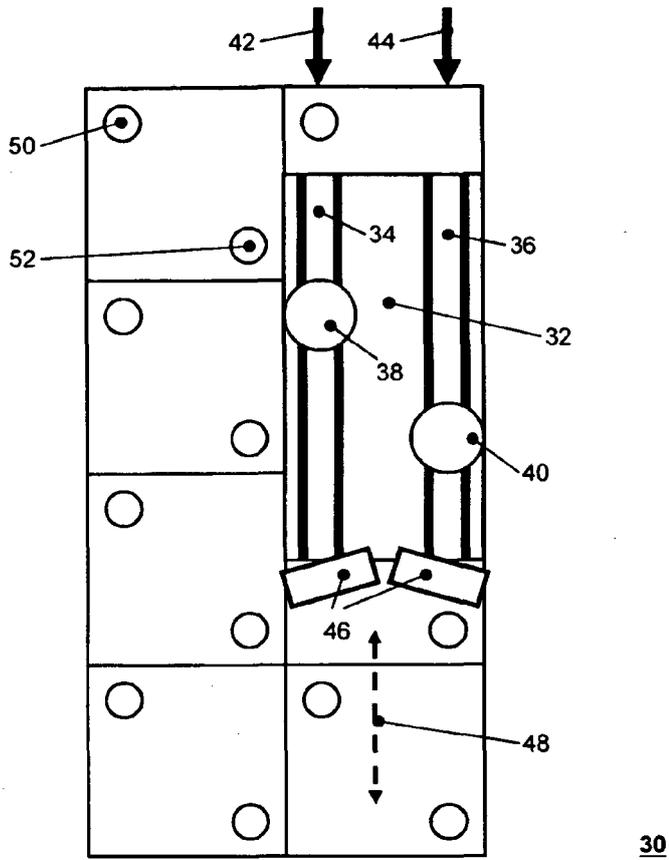


Fig. 2

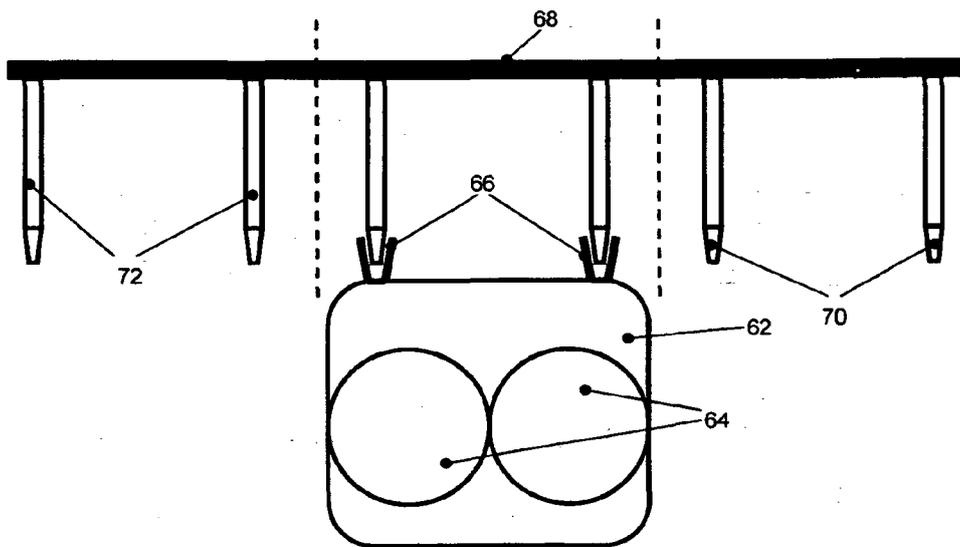


Fig. 3

60

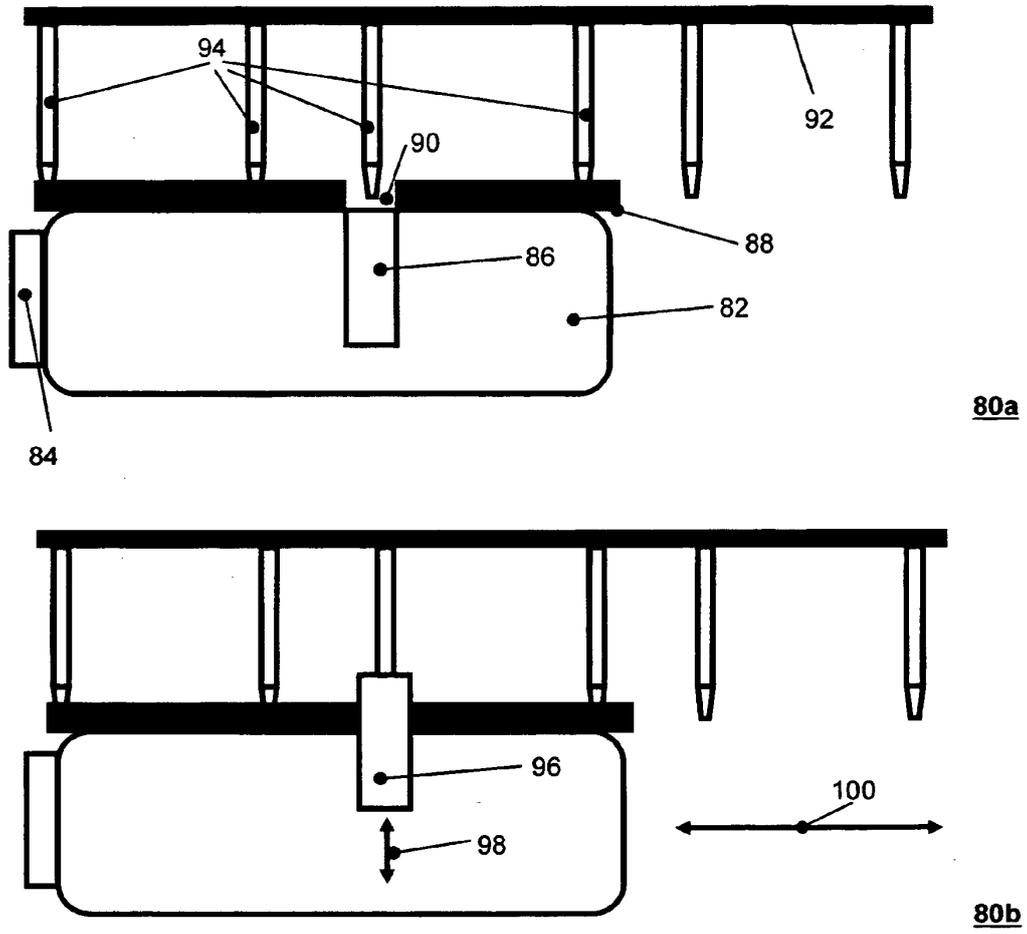


Fig. 4

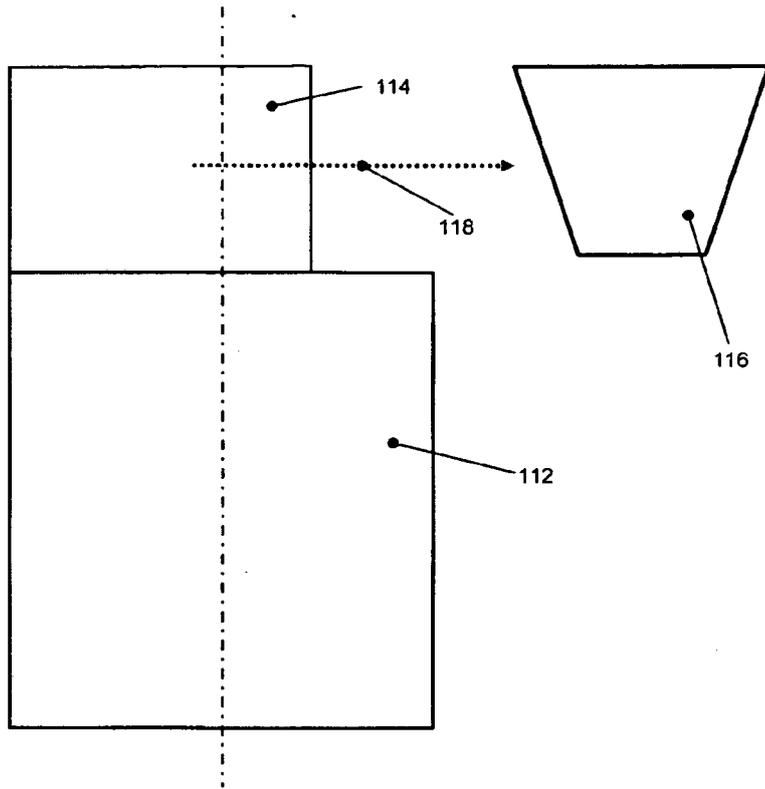


Fig. 5a

110a

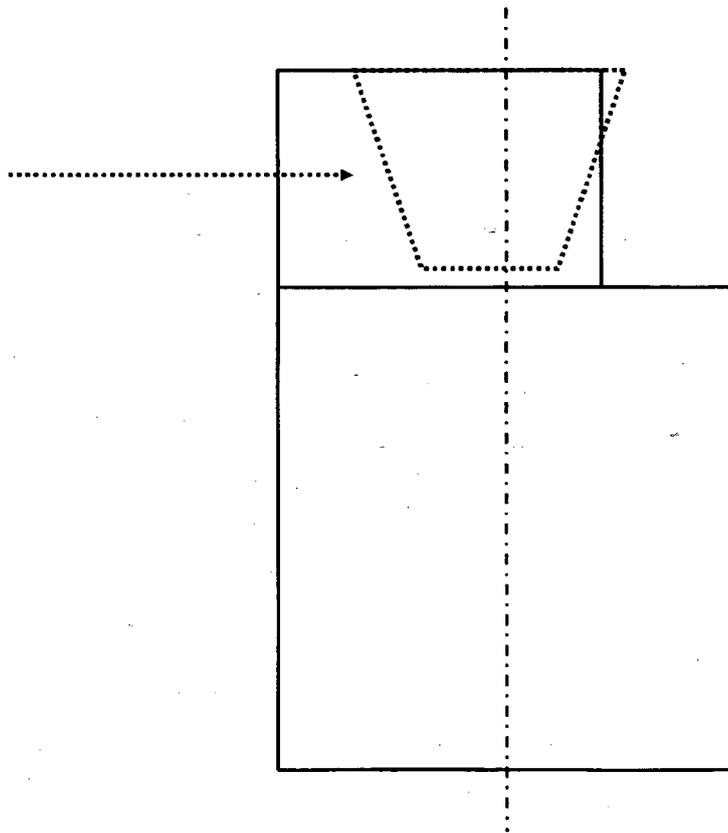


Fig. 5b

110b

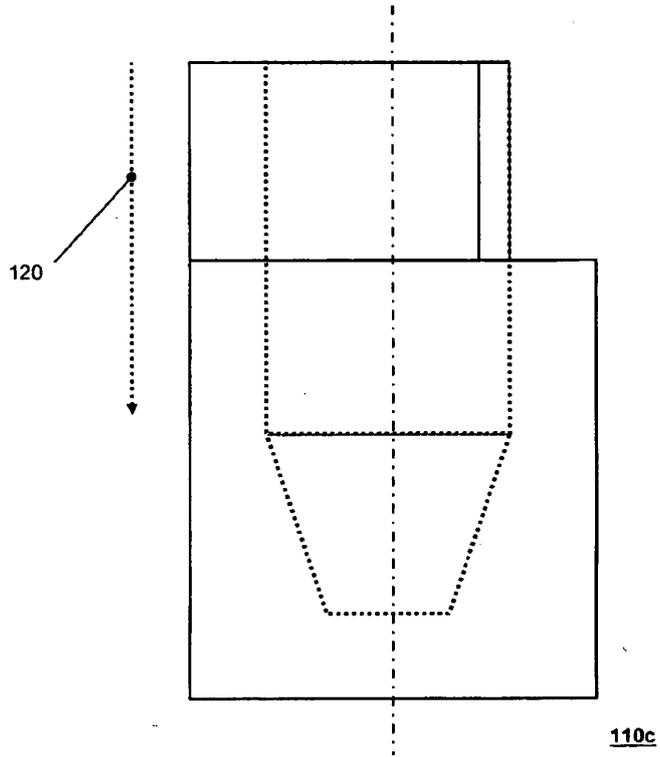


Fig. 5c

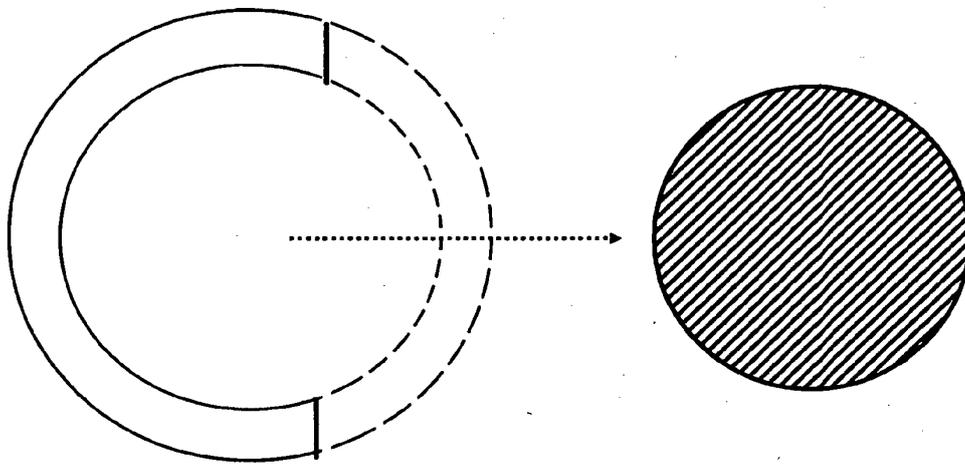


Fig. 6