



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 367 854**

51 Int. Cl.:
G21C 3/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07871793 .1**

96 Fecha de presentación : **05.12.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2102870**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.09.2009**

54 Título: **Terminal inferior con dispositivo antirresiduos con deflector para ensamblaje de combustible nuclear y ensamblaje correspondiente.**

30 Prioridad: **13.12.2006 FR 06 10877**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.11.2011

73 Titular/es: **AREVA NP**
Tour Areva 1 Place de La Coupole
92400 Courbevoie, FR

72 Inventor/es: **Verdier, Michel y**
Labarriere, Eric

74 Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 367 854 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

Terminal inferior con dispositivo antirresiduos con deflector para ensamblaje de combustible nuclear y ensamblaje correspondiente.

5 La presente invención se refiere a un terminal inferior para ensamblaje de combustible de reactor nuclear de agua ligera, comprendiendo el ensamblaje unas barras de combustible y un esqueleto de soporte de las barras de combustible, extendiéndose las barras de combustible a lo largo de una dirección longitudinal y estando dispuestas en los nudos de una red sustancialmente regular, comprendiendo el esqueleto de soporte un terminal inferior y un terminal superior y unos elementos de unión de los terminales, estando las barras de combustible dispuestas longitudinalmente entre los terminales, siendo el terminal inferior del tipo que comprende:

- 15 - unos salientes de orientación del flujo del agua del reactor a lo largo de los extremos longitudinales inferiores de las barras de combustible, estando los salientes dispuestos en unos nudos de la red sustancialmente regular para ser colocados en la prolongación longitudinal de por lo menos algunos de las barras de combustible y/o de por lo menos algunos de los elementos de unión del esqueleto de soporte, y
- 20 - un dispositivo antirresiduos que delimita unos canales de flujo del agua.

La invención se aplica en particular, pero no exclusivamente, a la realización de terminales inferiores de ensamblajes de combustible nuclear para reactores nucleares de agua ligera (LWR en inglés).

Clásicamente, un terminal inferior de ensamblaje de combustible nuclear cumple tres funciones.

25 La primera es una función de comportamiento mecánico, puesto que el terminal forma parte del esqueleto del ensamblaje de combustible nuclear y el ensamblaje descansa sobre la placa inferior del núcleo por medio del mismo.

30 La segunda función es una función de distribución del agua de refrigeración que circula en el núcleo del reactor verticalmente de abajo hacia arriba con una velocidad ascendente muy importante.

Más precisamente, el agua penetra en el núcleo a través de la placa inferior del núcleo, y después atraviesa el terminal inferior, antes de entrar en contacto con las superficies exteriores de las barras de combustible.

35 La tercera es una función de retención de los residuos. En efecto, al circular en el circuito primario del reactor nuclear, el agua de refrigeración se carga con los residuos eventualmente presentes. Es deseable impedir que estos residuos pasen a encallarse entre las barras de combustible y los elementos que las sostienen, en particular a nivel de la rejilla inferior del esqueleto. En efecto, estos residuos, sometidos entonces a las sollicitaciones hidráulicas axiales y transversales importantes en esta zona, podrían desgastar las vainas de las barras de combustible y provocar unas pérdidas de estanqueidad así como un aumento del porcentaje de actividad del circuito primario del reactor.

40 Esta función está asegurada por unos dispositivos antirresiduos que pueden estar integrados o aplicados sobre el terminal inferior, y estar más o menos elaborados.

45 El documento US nº 5.030.412 describe un dispositivo antirresiduos elaborado que delimita unos pasos que forman, en sección vertical, sucesivamente dos deflectores, lo cual permite retener el mayor número de residuos.

50 Sin embargo, los terminales inferiores provistos de dichos dispositivos antirresiduos más elaborados conducen a una pérdida de carga más importante. Esta pérdida de carga se traduce por una menor eficacia del enfriado de las barras de combustible nuclear y por la necesidad de compensar esta pérdida de carga suplementaria por el aumento de la transparencia hidráulica de otros componentes del ensamblaje de combustible nuclear y/o por un esfuerzo de sostenimiento axial más elevado ejercido por la placa superior del núcleo sobre el ensamblaje de combustible nuclear.

55 Por otra parte, la cohabitación en el seno de un mismo núcleo de reactor de ensamblajes de combustible nuclear provistos de terminales inferiores con baja pérdida de carga y de ensamblajes provistos de terminales inferiores con pérdida de carga más importante es también problemática. La misma conduce en efecto a unas redistribuciones del agua de refrigeración en la parte inferior de las barras de los ensamblajes, que provoca unos flujos laterales que pueden alcanzar unas velocidades importantes. Estos flujos laterales podrían conducir al dañado de las barras por rozamiento de sus vainas sobre las rejillas del esqueleto. Dicho fenómeno se denomina generalmente "fretting".

60 Más generalmente, dichos fenómenos de fretting podrían aparecer entre la rejilla inferior del esqueleto de soporte y las vainas de las barras de combustible nuclear, incluso cuando el núcleo está cargado de ensamblajes con terminales inferiores que inducen la misma pérdida de carga, debido a las vibraciones de los extremos inferiores de las barras de combustible nuclear.

Estos fenómenos de fretting podrían inducir unos daños en las vainas susceptibles de provocar la liberación de productos o de gases de fisión en el agua del circuito primario.

5 Para resolver este problema de fretting, el documento FR 2 864 324 ha descrito un terminal inferior del tipo citado. Preferentemente, los extremos inferiores de las barras de combustible nuclear son retenidos axialmente y lateralmente en unos bloques que coronan los salientes de orientación del flujo de agua. Esta retención, así como el guiado mejorado del agua de refrigeración por los salientes alrededor de las barras de combustible nuclear, permite limitar las vibraciones de los extremos inferiores de las barras y por tanto reducir los riesgos de dañado por fretting.

10 El terminal inferior de este documento puede estar provisto además de un dispositivo antirresiduos aplicado encima de la red de salientes de orientación del flujo del agua de refrigeración. Como variante, este dispositivo puede estar realizado de una sola pieza con la red de salientes.

15 Un terminal inferior de este tipo es satisfactorio pero resulta deseable incrementar aún más su capacidad de retención de los residuos.

20 Un objetivo de la invención es resolver este problema proporcionando un terminal inferior del tipo citado, que presenta una capacidad de retención de los residuos mejorada, induciendo al mismo tiempo una pérdida de carga reducida.

25 Con este fin, la invención tiene por objeto un terminal inferior del tipo citado, caracterizado porque por lo menos algunos de los canales de flujo del agua están dispuestos en unos nudos de la red sustancialmente regular, porque unos salientes de orientación están dispuestos por lo menos en parte en dichos canales para delimitar con estos últimos unos pasos de agua, y porque por lo menos un paso de agua comprende una primera sección y una segunda sección que están desplazadas radialmente entre sí con respecto al nudo correspondiente de la red para formar un deflector.

30 Según unos modos particulares de realización, el terminal puede comprender una o varias de las características siguientes, considerada(s) aisladamente o según todas las combinaciones técnicamente posible(s):

- ninguna línea de flujo de agua puede atravesar longitudinalmente de forma rectilínea el paso,
- el paso de agua comprende una tercera sección desplazada radialmente de la segunda sección con respecto al nudo correspondiente de la red, sucediéndose la primera sección, la segunda sección y la tercera sección para formar dos deflectores sucesivos de sentidos inversos,
- por lo menos uno de los pasos de agua rodea el saliente correspondiente,
- por lo menos un paso de agua tiene una parte corriente abajo que diverge en el sentido de flujo del agua,
- por lo menos un paso de agua tiene una parte corriente arriba que converge en el sentido de flujo del agua,
- el dispositivo antirresiduos está realizado de una sola pieza con los salientes,
- el terminal comprende por lo menos una rejilla suplementaria de retención de los residuos aplicada corriente arriba y/o corriente abajo de los pasos,
- el terminal comprende por lo menos un manguito de retención de los residuos que se extiende longitudinalmente entre el extremo corriente abajo de un canal de flujo de agua y un bloque que corona el saliente correspondiente,
- el manguito comprende una zona desprovista de abertura de flujo de agua y que delimita con el saliente una cavidad de atrapamiento de los residuos,
- el terminal comprende unos medios de retención lateral de los extremos longitudinales inferiores de sustancialmente todas las barras de combustible, y
- los medios de retención presentan unos orificios de recepción de los extremos longitudinales inferiores de las barras de combustible practicados en unos bloques que coronan los salientes.

60 La invención tiene además por objeto un ensamblaje de combustible nuclear para reactor nuclear, comprendiendo el ensamblaje unas barras de combustible y un esqueleto de soporte de las barras de combustible, extendiéndose las barras de combustible a lo largo de una dirección longitudinal y estando dispuestas en los nudos de una red sustancialmente regular, comprendiendo el esqueleto de soporte un terminal inferior y un terminal superior y unos elementos de unión de los terminales, estando las barras de combustible dispuestas longitudinalmente entre los terminales, caracterizado porque el terminal inferior es un terminal tal como el definido anteriormente, estando los

salientes dispuestos longitudinalmente bajo unas barras de combustible o unos elementos de unión de los terminales.

5 La invención se pondrá más claramente de manifiesto a partir de la lectura de la descripción siguiente, dada únicamente a título de ejemplo, y haciendo referencia a los planos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una vista esquemática lateral de un ensamblaje de combustible según el estado de la técnica,
- 10 - la figura 2 es una vista esquemática en planta que muestra la distribución de las barras de combustible en el ensamblaje de la figura 1,
- la figura 3 es una vista esquemática en perspectiva de un terminal inferior según el estado de la técnica,
- 15 - la figura 4 es una vista esquemática, lateral, parcial y con arrancado, que ilustra la estructura de un terminal inferior según un primer modo de realización de la invención,
- la figura 5 es una vista análoga a la figura 4 que ilustra una primera variante, y
- 20 - las figuras 6 y 7 son unas vistas parciales, esquemáticas y en perspectiva, que ilustran otras dos variantes de la invención.

25 Con el fin de ilustrar el contexto de la invención, la figura 1 representa esquemáticamente un ensamblaje 1 de combustible nuclear para reactor de agua presurizada. El agua asegura una función de refrigeración y de moderación, es decir de ralentización de los neutrones producidos por el combustible nuclear.

El ensamblaje 1 se extiende verticalmente y de forma rectilínea a lo largo de una dirección longitudinal A.

30 De manera clásica, el ensamblaje 1 comprende principalmente unas barras 3 de combustible nuclear y una estructura o esqueleto 5 de soporte de las barras 3.

El esqueleto de soporte 5 comprende clásicamente:

- un terminal inferior 7 y un terminal superior 9 dispuestos en los extremos longitudinales del ensamblaje 1,
- 35 - unos tubos-guía 11 destinados a recibir las barras de un racimo no representado fijo o de mando del reactor nuclear, y
- unas rejillas 13 de sostenimiento de las barras 3 o de mezcla de agua.

40 Los terminales 7 y 9 están fijados en los extremos longitudinales de los tubos-guía 11.

45 Las barras 3 se extienden verticalmente entre los terminales 7 y 9. Las barras 3 están dispuestas en los nudos de una red sustancialmente regular de base cuadrada en la que son mantenidas por las rejillas 13. Algunos de los nudos de la red están ocupados por los tubos de guía 11 y eventualmente por un tubo de instrumentación 14 visible en el centro de la figura 2. En esta figura 2, las barras 3 están representadas a trazos, los tubos-guía 11 en trazos seguidos, y el tubo de instrumentación 14 está representado por un disco negro.

50 Las rejillas 13 comprenden clásicamente unos juegos de plaquetas 15 entrecruzadas que delimitan entre ellas unas células centradas sobre los nudos de la red regular. La mayor parte de las células están destinadas a recibir una barra de combustible 3. Veinticuatro células reciben cada una un tubo-guía 11 y la célula central recibe el tubo de instrumentación 14.

55 En el ejemplo de las figuras 1 y 2, las rejillas de sostenimiento 13 comprenden 17 células por lado y la red regular comprende el mismo número de nudos por lado.

En otras variantes, el número de células y de nudos por lado puede ser diferente, por ejemplo de 14x14 hasta 18x18 para un ensamblaje de combustible para reactor de agua presurizada y de 7x7 hasta 11x11 para un ensamblaje de combustible para reactor de agua hirviendo.

60 Cada barra 3 comprende de forma clásica una vaina exterior 17 cerrada por un tapón inferior 19 y un tapón superior 21, y que contiene el combustible nuclear. Se trata por ejemplo de pastillas de combustible apiladas, apoyándose las pastillas sobre el tapón inferior 19.

65 Un resorte helicoidal, no representado, de mantenimiento puede estar dispuesto en la vaina 17 entre la pastilla superior y el tapón superior 21.

La figura 3 ilustra un terminal inferior 7 según el documento anterior FR 2 864 324.

El terminal 7 comprende una pared 23 horizontal y unos pies 25 que prolongan la pared 23 hacia abajo para apoyarse sobre la placa inferior del núcleo del reactor.

La pared 23 tiene una forma general paralelepípedica plana y los pies 25 están dispuestos cada uno en una esquina de la pared 23. La pared 23 comprende un cuerpo 29 inferior y una placa 31 superior que recubre el cuerpo 29.

El cuerpo 29 comprende una pluralidad de bloques 33 que están dispuestos en los nudos de la misma red que las barras de combustible 3, los tubos-guía 11 y el eventual tubo de instrumentación 14.

Así, como se observa en la figura 3, el cuerpo 29 comprende 17x17 bloques 33 de formas cilíndricas.

Cada bloque 33 está por tanto situado longitudinalmente debajo o bien de una barra de combustible 3, o bien de un tubo-guía 11, o bien del tubo de instrumentación 14, si el ensamblaje 1 comprende uno.

Los bloques 33 están unidos entre sí por unas nervaduras 37 de rigidización que cuadrículan el cuerpo inferior 29.

Los bloques 33 que están dispuestos bajo las barras de combustible 3, es decir la mayor parte de los bloques 33, tienen un diámetro correspondiente sustancialmente al diámetro exterior de las barras 3 y están prolongados hacia abajo por unos salientes 39 de de orientación del flujo del agua. Estos salientes 39 tienen sustancialmente unas formas de ojiva que convergen hacia abajo y están realizados de una sola pieza con los bloques 33 considerados.

Como se ha descrito en el documento FR 2 864 324, los bloques 33 dispuestos bajo los tubos-guía 11 no comprenden salientes 39 integrados. Éstos están reemplazados por unos tornillos de fijación del terminal 7 a los tubos-guía 11. Estos tornillos atraviesan los bloques 33 correspondientes. Las cabezas de los tornillos tienen sustancialmente una forma de ojiva y constituyen también unos salientes 39 de orientación del flujo de agua. Como variante, las cabezas de los tornillos pueden tener otras formas y no constituir unos salientes de orientación.

Generalmente, no se prevé ningún saliente 39 bajo el tubo de instrumentación 14 eventualmente presente, para permitir el paso de la sonda correspondiente.

Así, el cuerpo inferior 29 del terminal 7 presenta una red de salientes 39 similar al de las barras de combustible 3, de los tubos-guía 11 y del eventual tubo de instrumentación 14.

Esta red está solamente interrumpida en la vertical del eventual tubo de instrumentación 14. En algunas variantes, la red también puede estar interrumpida localmente en la proximidad de este tubo 14 de forma más importante. En estas variantes, la parte esencial de las barras 3 permanece sin embargo dispuesta por encima de los salientes 39. Como variante, el contorno externo del cuerpo inferior 29 puede estar provisto de una faldilla que une entre sí los bloques periféricos 33 situados entre los pies 25 y que une también estos bloques 33 a los pies 25. Esta faldilla puede presentar unos chaflanes superior e inferior para facilitar la manutención del ensamblaje.

Los bloques 33 dispuestos bajo las barras de combustible 3 presentan además unos orificios ciegos para recibir los tapones inferiores 19 de las barras 3 y retener así las barras 3 lateralmente y axialmente.

La placa superior 31 forma a su vez un dispositivo antirresiduos.

La presente invención, ilustrada por las figuras 4 a 6, constituye una mejora del tipo de terminal inferior 7 de la figura 3 y se distingue de la misma principalmente por las características descritas a continuación y/o visibles en las figuras.

En el modo de realización de la figura 4, la pared horizontal 23 del terminal inferior 27 comprende siempre un cuerpo 29 que comprende una pluralidad de bloques 33, dispuestos en los nudos de la misma red que las barras de combustible 3, los tubos-guía 11 y el eventual tubo de instrumentación 14.

Estos bloques 33 también están, como se ha descrito anteriormente, prolongados hacia abajo por unos salientes 39 de orientación del flujo del agua de refrigeración. En el ejemplo representado, los salientes 39 tienen unas formas sustancialmente cónicas que convergen hacia abajo. Se observará que en la figura 4, las nervaduras 37 que unen los bloques 33 más adelantados no han sido representadas.

En el ejemplo representado también, la rejilla 31 ha sido suprimida y reemplazada por una placa inferior 43 metálica dispuesta bajo el cuerpo 29 y realizada de una sola pieza con el cuerpo 29. Esta placa 43 forma un dispositivo antirresiduos como el descrito posteriormente.

También es posible realizar el cuerpo 29 y la placa 43 en forma de dos piezas separadas aplicadas una a la otra. Su fijación mutua puede entonces estar asegurada por ejemplo por soldadura en las esquinas exteriores del cuerpo 29

y de la placa inferior 43 y además por los tornillos de fijación de los tubos-guía 11 al terminal inferior 7 que pasan a apoyar la placa inferior 43 contra el cuerpo 29. La placa 43 y el cuerpo 29 están por ejemplo realizados en un material resistente al desgaste, como por ejemplo una aleación a base de Níquel tipo Inconel (marca registrada), un acero tipo A286, una aleación a base de titanio, etc.

5 La placa inferior 43 comprende una cuadrícula de tabiques 45 que delimitan entre ellos unos canales 47 que atraviesan verticalmente la placa 43.

10 Los canales 47 están dispuestos en los nudos de la misma red que las barras de combustible 3, los tubos-guía 11 y el eventual tubo de instrumentación 14.

Es posible que la placa inferior 43 presente, como el cuerpo 29, algunas irregularidades, en particular en la vertical de los tubos-guía 11 o del eventual tubo de instrumentación 14.

15 Como los canales 47 tienen una estructura análoga, solamente se describirá a continuación la del canal 47 visible en la figura 4. En esta figura dos tabiques laterales 45 que bordean el canal 47 han sido cortados según un plano vertical medio.

20 El canal 47 tiene unas secciones transversales sucesivas en forma de discos y comprende sucesivamente, en el sentido ascendente de circulación del agua de refrigeración, una unidad inferior convergente y una mitad superior divergente. Las formas convergente y divergente citadas se obtienen gracias a unos ensanchamientos intermedios de los tabiques 45 que delimitan el canal 47.

El saliente 39 asociado al mismo nudo de la red que el canal 47 está encajado en la mitad superior del canal 47.

25 El saliente 39 delimita así en el canal 47 un paso 51 para el agua de refrigeración que presenta por una parte una mitad inferior 53 que converge hacia arriba y está compuesta por una sucesión de secciones en forma de discos, y por otra parte una mitad superior 55 que envuelve a distancia el saliente 39 y que está compuesta por una sucesión de secciones anulares. Las secciones anulares y en forma de discos citadas están centradas sobre el eje longitudinal y central C de la barra 3 correspondiente, es decir el asociado al mismo nudo de la red que el canal 47, el bloque 33 y el saliente 39 considerados. Esta barra 3 es la única representada en la figura 4.

30 Las secciones transversales de la mitad superior 55 se aproximan radialmente al eje C a medida que se aproxima a la mitad inferior 53 del paso 51.

35 Así, la sección corriente abajo S1 de la mitad superior 55 está situada radialmente más en el exterior con respecto al eje C que la sección corriente arriba S2 de la mitad superior 55, sección S2 también denominada sección intermedia del paso 51. La posición radial de una sección considerada corresponde por ejemplo al centro de la doble flecha representada en la figura 4. Así, el centro MS1 de la sección S1 está dispuesto radialmente más en el exterior que el centro MS2 de la sección S2.

40 La mitad superior 55 forma por tanto un deflector 56. Esto está también materializado por las dos flechas E que representan unas líneas de flujo del agua. Estas flechas E muestran en efecto que las líneas de flujo del agua son desviadas lateralmente por el deflector 56 con respecto a la vertical.

45 Preferentemente, como en el ejemplo representado, el deflector 56 formado es tal que ninguna línea de flujo puede atravesar verticalmente en línea recta el paso 51. Esto se obtiene en el ejemplo representado gracias al hecho de que el diámetro exterior de la sección S2 es inferior o igual al diámetro interior de la sección S1. En el caso en que estén previstas otras secciones diferentes a unas secciones circulares y anulares, existirá una relación análoga entre las dimensiones transversales de las secciones. Por ejemplo, para unas secciones cuadradas, esta relación existirá en las longitudes de los lados de los cuadrados.

50 Como se ha ilustrado a trazos en la figura 4, el tapón inferior 19 de la barra de combustible 3 considerada está alojado en un orificio ciego 57 practicado en el bloque 33 que corona el saliente 39 considerado.

55 El tapón 19 se apoya por ejemplo a través de una superficie cónica 59 sobre una superficie cónica de forma complementaria prevista en el orificio 57. Así, la barra 3 descansa sobre el bloque 33 y es por tanto retenida axialmente contra el efecto de la gravedad y lateralmente contra el efecto de los flujos transversales.

60 Como en el estado de la técnica de la figura 3, la presencia de los salientes 39 permite orientar las líneas de flujo del agua de manera sustancialmente vertical a lo largo de los extremos inferiores de las barras 3 y por tanto disminuir las velocidades laterales de flujo del agua. Las vibraciones de los extremos inferiores de las barras 3 son así reducidas durante el funcionamiento del reactor. Estas vibraciones son por tanto más reducidas debido a la retención lateral de los extremos inferiores de las barras 3 por el propio terminal 7. Los riesgos de dañado por fretting de las vainas 17 de las barras 3 son por tanto limitados.

65

Además, la presencia de la placa inferior 43 también permite mejorar sustancialmente la capacidad de retención de los residuos, en particular debido a la presencia de los deflectores 56 en los pasos 51. En particular, la capacidad de retención está mejorada frente a los residuos largos y finos.

5 La presencia de la placa inferior 43 también permite mejorar aún más la orientación de las líneas de flujo del agua y por tanto limitar las vibraciones y los riesgos de dañado por fretting de las barras 3.

Este resultado también está incrementado debido a la forma convergente y después divergente de los pasos 51, que permite captar y guiar sobre una mayor distancia el agua y así reducir más las velocidades laterales de flujo.

10 Sin embargo, el terminal 7 tiene una pérdida de carga relativamente reducida comprendida entre las de los terminales con dispositivos antirresiduos simples y con dispositivos antirresiduos elaborados del estado de la técnica. Esto facilita por tanto su utilización en unos núcleos en los que todos los ensamblajes no tienen los mismos terminales inferiores, puesto que la diferencia de pérdida de carga con respecto a la inducida por los terminales circundantes es reducida.

15 Los costes de fabricación del terminal 7 son también reducidos, en particular debido a que el cuerpo 29 y la placa 43 pueden ser fabricados separadamente o de una sola pieza por moldeo, y no necesitan por tanto el ensamblaje de un gran número de elementos como en algunos dispositivos antirresiduos tales como el del documento
20 US nº 5.030.412.

En caso de accidente grave, tal como un seísmo o una pérdida del agua de refrigeración del circuito primario, los bloques 33 retienen las barras 3 contra una caída a través del terminal inferior 7.

25 Estando esta retención axial asegurada por la red de bloques 33, o incluso por los salientes 39 en ciertas variantes en las que no están previstos unos bloques 33, la red de pasos 51 ha podido ser superpuesta a la de los salientes 39, contrariamente a lo que podría ser sugerido por el estado de la técnica en la que se esforzaban en mantener las nervaduras de los dispositivos antirresiduos frente las barras 3 para prevenir su caída.

30 Los pasos 51 pueden tener unas formas variadas distintas de las descritas anteriormente en particular actuando sobre sus secciones, la altura de las partes 53 y 55 que no corresponden necesariamente a unas mitades, su divergencia o su convergencia o incluso la ausencia de divergencia o de convergencia. Estas diversas formas pueden ser obtenidas actuando sobre los tabiques 45 y/o los salientes 39.

35 Así, la figura 5 ilustra una variante en la que los salientes 39 comprenden cada uno un tramo superior 61 que converge hacia abajo prolongado por un tramo inferior 63 que diverge hacia abajo con el fin de formar sucesivamente dos deflectores 56 y 64.

Se observará que el extremo inferior del tramo inferior 63 está redondeado para no perturbar el flujo del agua.

40 Considerando de nuevo las mismas referencias que en la figura 4, el paso 51 comprende además de la sección S1 corriente abajo, la sección intermedia S2, y una sección corriente arriba S3 que está desplazada radialmente hacia el exterior con respecto a la sección S2 para formar un segundo deflector 64 de curvatura de sentido inverso con respecto a la del deflector 56.

45 La capacidad de bloqueo de los residuos está por tanto incrementada en esta variante.

En los ejemplos descritos más arriba, las secciones transversales del paso 51 son a base de discos o de aros, pero se pueden utilizar otras formas, por ejemplo poligonales con cantos redondeados, así como su combinación.

50 Con el fin de incrementar aún más la capacidad de retención de los residuos, es posible añadir una rejilla suplementaria, por ejemplo bajo la placa 43 como se ha ilustrado por la figura 6. En esta figura 6, la rejilla está designada con la referencia numérica 65, y solamente las tres nervaduras 37 han sido parcialmente representadas y la forma de la placa 43 ha sido simplificada. Una rejilla 31, por ejemplo análoga a la de la figura 3, puede estar prevista asimismo por encima del cuerpo 29, además o en lugar de la rejilla 65.

Se pueden utilizar asimismo, además o en lugar de las rejillas suplementarias citadas, unos manguitos.

60 Un manguito 67 de este tipo está representado en la figura 7. Este manguito 67 está provisto de una serie de aberturas 69 de flujo de agua delimitadas por unas ramas 71 destinadas a retener los residuos.

Está previsto un manguito 67 por ejemplo para cada conjunto de barra 3, bloque 33, saliente 39 y paso 51 correspondiente a un nudo de la red.

65 El extremo inferior 73 del manguito 67 está acoplado en el extremo superior del canal 47 en el que es mantenido por ejemplo elásticamente. El extremo superior 75 del manguito 67 está por ejemplo encajado elásticamente alrededor

del bloque 33. El manguito 67 cierra por tanto el extremo corriente abajo del paso 51 y el agua de refrigeración procedente del paso 51 atraviesa necesariamente el manguito 67, lo cual incrementa la capacidad de retención de los residuos.

5 El extremo superior del manguito 67 presenta una zona que no está provista de aberturas de flujo de agua y que delimita interiormente con el saliente 39 una cavidad. Esta cavidad permite entrapar los residuos filiformes, lo cual incrementa aún la capacidad de retención de los residuos.

10 En los ejemplos descritos más arriba, las barras 3 son retenidas lateralmente por el cuerpo 29 pero no siempre es necesariamente el caso.

15 Así, en un ensamblaje 1 según la invención, los tapones inferiores 19 de las barras 3 pueden estar separados del terminal inferior 7. Sin embargo, la parte esencial de las barras 3 coronará un saliente 39 encajado a su vez en un canal 47 de la placa 43 con el fin de delimitar un paso 51 de flujo del fluido, en el ejemplo el agua de refrigeración. Se entiende por la expresión "la parte esencial de las barras 3", por lo menos 50% de las barras 3, preferentemente por lo menos 70% y de forma más preferida aún 90%.

De manera general también, los salientes 39 no estarán necesariamente coronados por bloques 33.

20 De manera general también, todos los pasos 51 no tienen necesariamente la misma forma en el seno del terminal 7.

25 Se observará asimismo que la placa 43 puede comprender, además de los canales 47 descritos anteriormente, unos canales 47 suplementarios que no están dispuestos en unos nudos de la red de las barras de combustible 3, de los tubos-guía 11 y del eventual tubo de instrumentación 14. Dichos canales 47 suplementarios pueden permitir disminuir la pérdida de carga inducida por el terminal 7. Estos canales 47 suplementarios también pueden formar unos deflectores.

30 En los ejemplos descritos anteriormente, el terminal inferior 7 está destinado a un ensamblaje PWR. Se observará sin embargo que las características descritas anteriormente también se pueden utilizar para unos ensamblajes de combustible para reactor nuclear de agua hirviendo (BWR en inglés).

REIVINDICACIONES

1. Terminal inferior (7) para ensamblaje de combustible (1) de reactor nuclear de agua ligera, comprendiendo el ensamblaje (1) unas barras de combustible (3) y un esqueleto (5) de soporte de las barras de combustible (3), extendiéndose las barras de combustible (3) a lo largo de una dirección longitudinal (A) y estando dispuestas en los nudos de una red sustancialmente regular, comprendiendo el esqueleto de soporte (5) un terminal inferior (7) y un terminal superior (9) y unos elementos (11) de unión de los terminales (7, 9), estando las barras de combustible (3) dispuestas longitudinalmente entre los terminales (7, 9),
- comprendiendo el terminal inferior (7):
- unos salientes (39) de orientación del flujo del agua del reactor para ser colocados a lo largo de los extremos longitudinales inferiores (19) de las barras de combustible (3), estando los salientes (39) dispuestos en unos nudos de la red sustancialmente regular para ser colocados en la prolongación longitudinal de por lo menos algunas de las barras de combustible (3) y/o de por lo menos algunos de los elementos de unión (11) del esqueleto de soporte (5), y
 - un dispositivo antirresiduos (43) que delimita unos canales (47) de flujo del agua,
- caracterizado porque por lo menos algunos de los canales (47) de flujo del agua están dispuestos en unos nudos de la red sustancialmente regular, porque unos salientes de orientación (39) están dispuestos por lo menos en parte en dichos canales (47) para delimitar con estos últimos unos pasos de agua (51), y porque por lo menos un paso de agua (51) comprende una primera sección (S1) y una segunda sección (S2) que están desplazadas radialmente entre sí con respecto al nudo correspondiente de la red para formar un deflector (56).
2. Terminal según la reivindicación 1, en el que ninguna línea de flujo de agua puede atravesar longitudinalmente de forma rectilínea el paso (51).
3. Terminal según la reivindicación 1 ó 2, en el que el paso de agua (51) comprende una tercera sección (S3) desplazada radialmente de la segunda sección (S2) con respecto al nudo correspondiente de la red, sucediéndose la primera sección (S1), la segunda sección (S2) y la tercera sección (S3) para formar dos deflectores sucesivos (56, 64) de sentidos inversos.
4. Terminal según una de las reivindicaciones anteriores, en el que por lo menos uno de los pasos de agua (51) rodea el saliente (39) correspondiente.
5. Terminal según una de las reivindicaciones anteriores, en el que por lo menos un paso de agua (51) tiene una parte corriente abajo que diverge en el sentido de flujo del agua.
6. Terminal según una de las reivindicaciones anteriores, en el que por lo menos un paso de agua (51) tiene una parte corriente arriba que converge en el sentido de flujo del agua.
7. Terminal según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo antirresiduos (43) está realizado de una sola pieza con los salientes (39).
8. Terminal según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende por lo menos una rejilla suplementaria de retención de los residuos (31, 65) aplicada corriente arriba y/o corriente abajo de los pasos (51).
9. Terminal según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende por lo menos un manguito de retención de los residuos (67) que se extiende longitudinalmente entre el extremo corriente abajo de un canal (47) de flujo de agua y un bloque (33) que corona el saliente (39) correspondiente.
10. Terminal según la reivindicación 9, en el que el manguito (67) comprende una zona (75) desprovista de abertura de flujo de agua y que delimita con el saliente (39) una cavidad de atrapamiento de los residuos.
11. Terminal según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende unos medios (57) de retención lateral de los extremos longitudinales inferiores de sustancialmente todas las barras de combustible (33).
12. Terminal según la reivindicación 11, en el que los medios de retención comprenden unos orificios (57) de recepción de los extremos longitudinales inferiores de las barras de combustible practicados en unos bloques (33) que coronan los salientes (39).
13. Ensamblaje de combustible (1) para reactor nuclear, comprendiendo el ensamblaje (1) unas barras de combustible (3) y un esqueleto (5) de soporte de las barras de combustible (3), extendiéndose las barras de combustible (3) a lo largo de una dirección longitudinal (A) y estando dispuestas en los nudos de una red sustancialmente regular, comprendiendo el esqueleto de soporte (5) un terminal inferior (7) y un terminal superior (9)

y unos elementos (11) de unión de los terminales (7, 9), estando las barras de combustible (3) dispuestas longitudinalmente entre los terminales (7, 9), en el que el terminal (7) inferior es un terminal según una de las reivindicaciones anteriores, estando los salientes (39) dispuestos longitudinalmente bajo unas barras de combustible (3) o unos elementos (11) de unión de los terminales (7, 9).

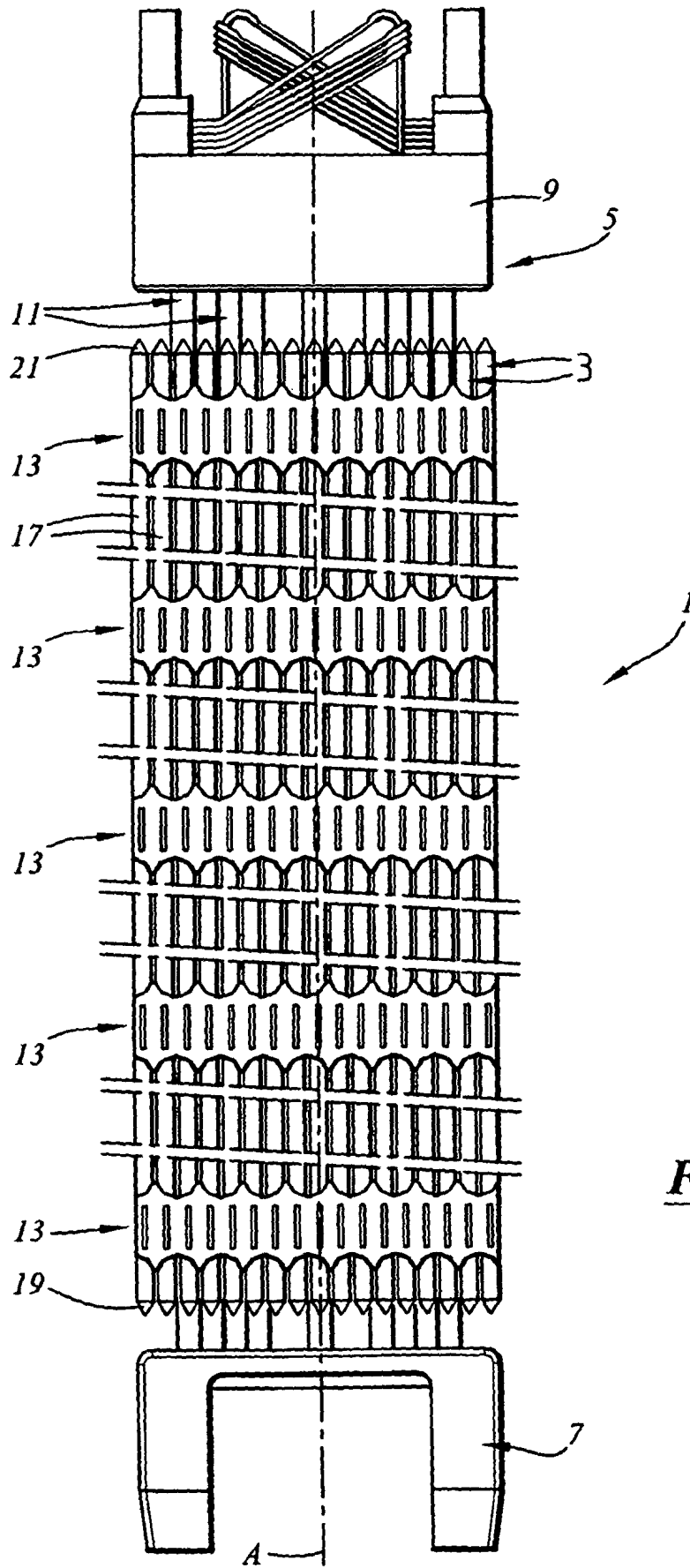


FIG.1

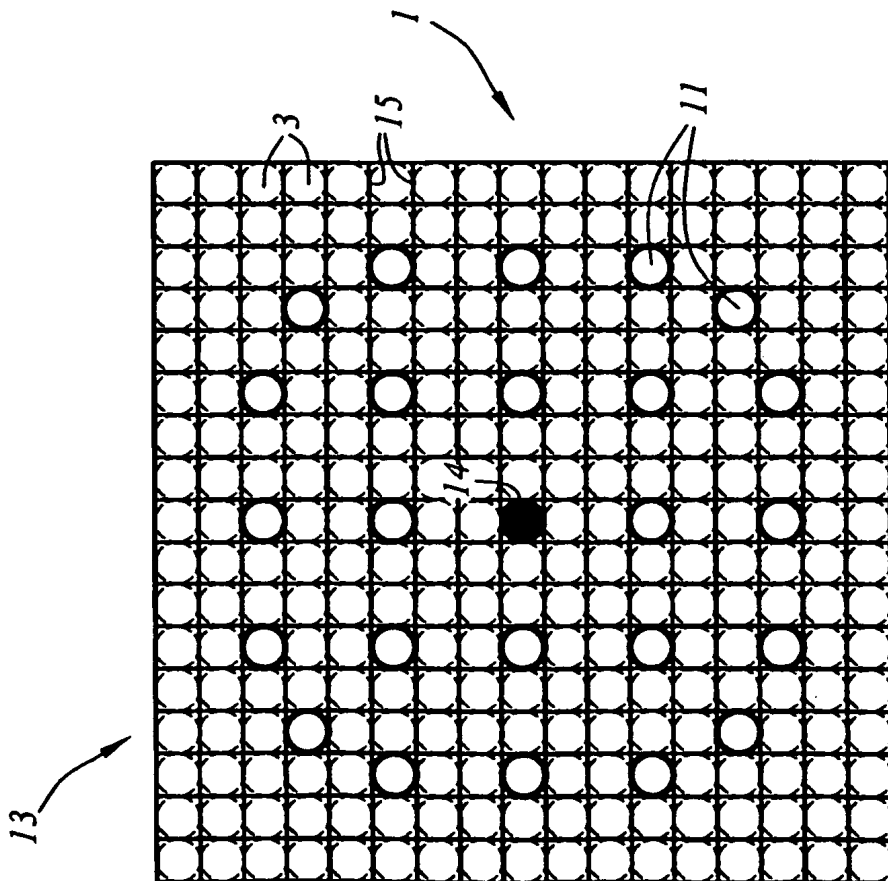


FIG. 2

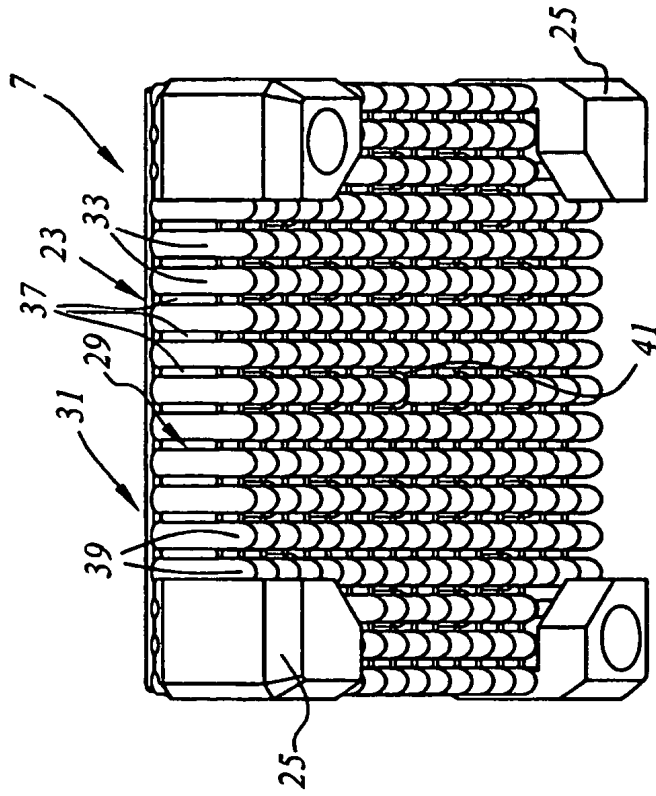


FIG. 3

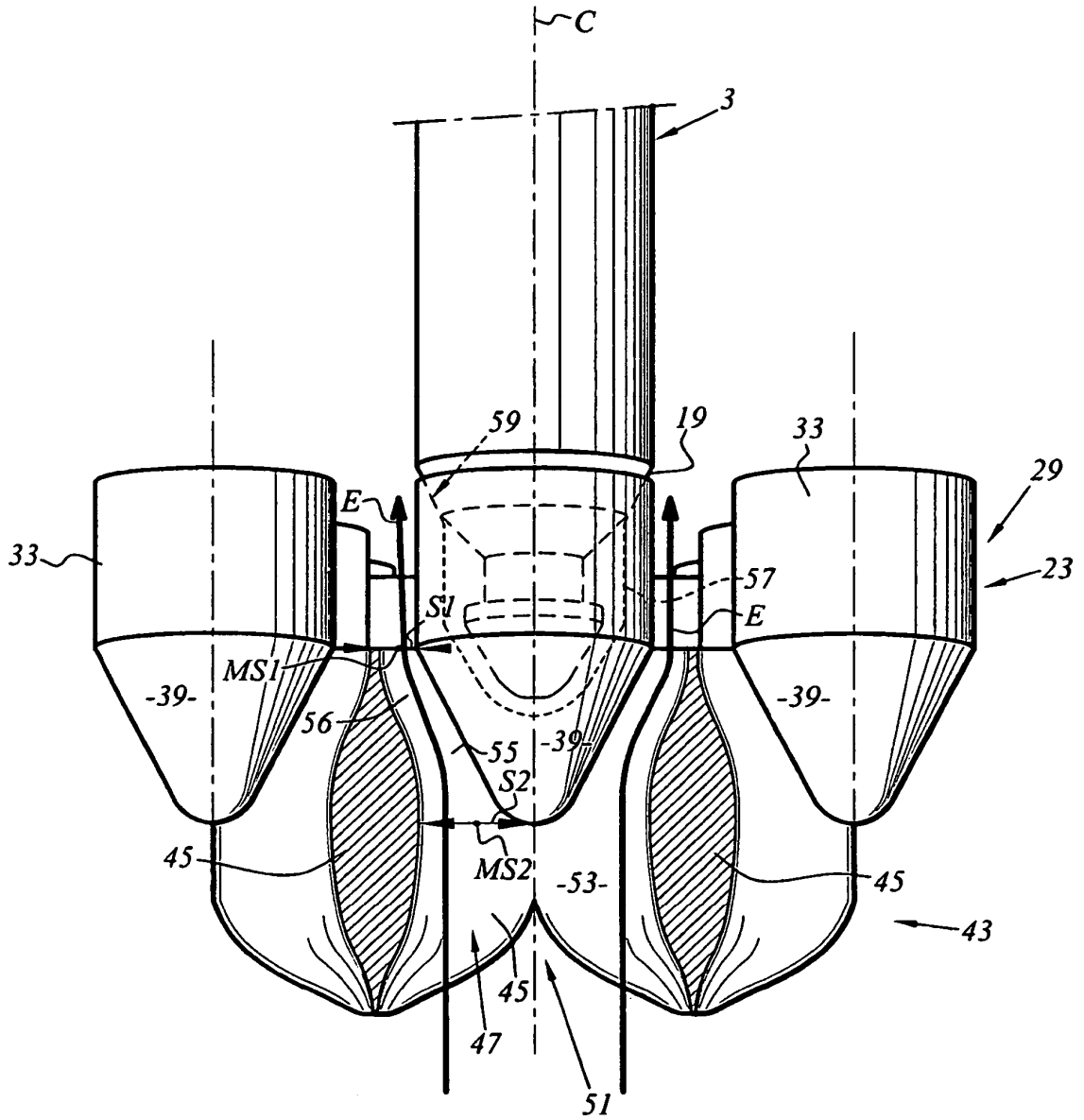


FIG. 4

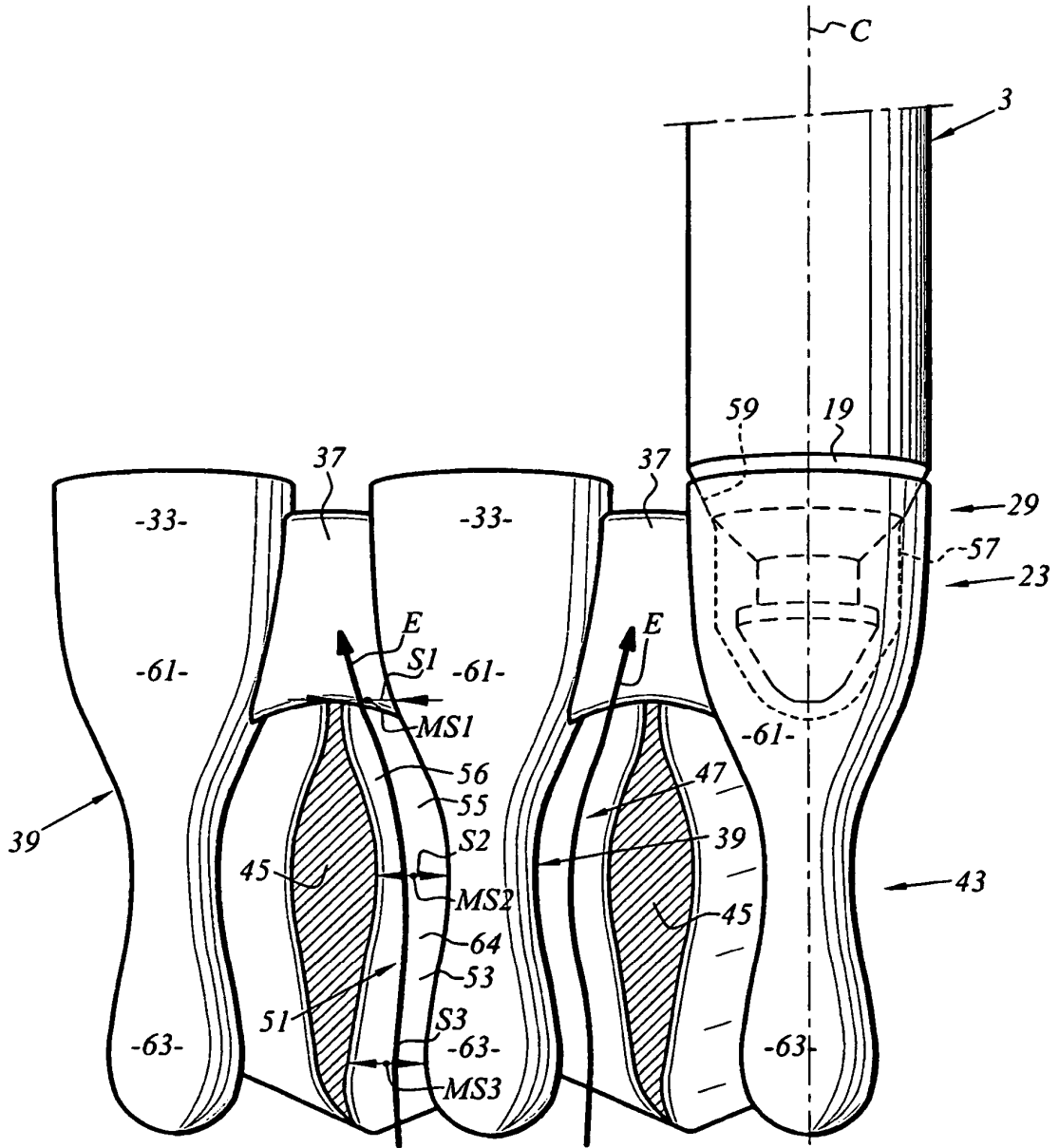


FIG.5

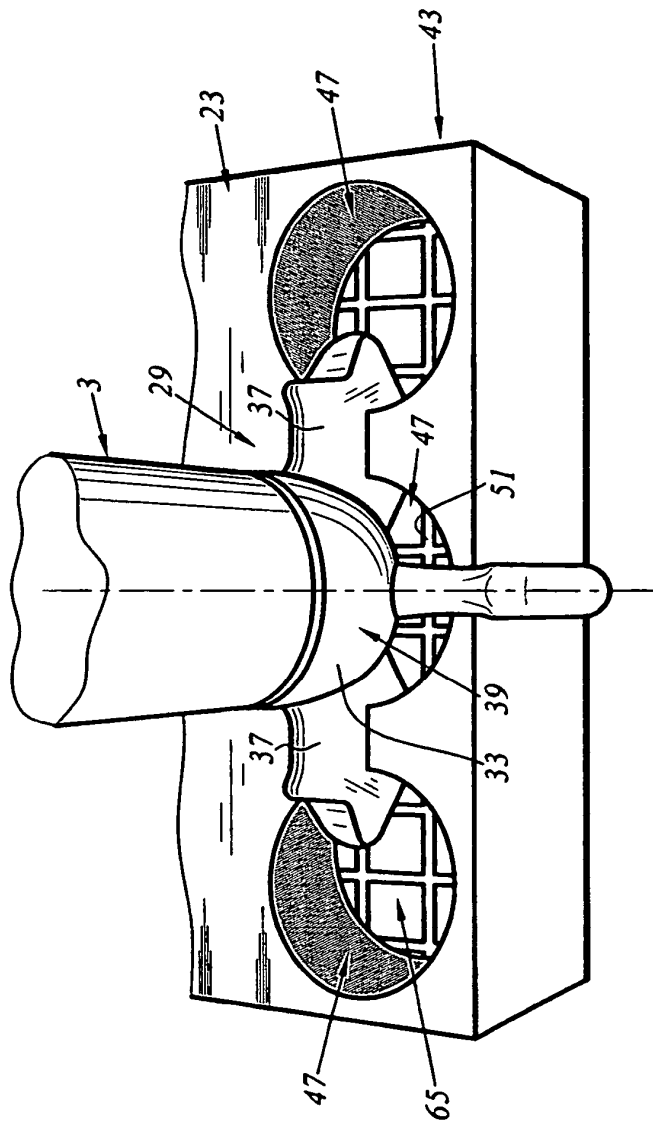


FIG.6

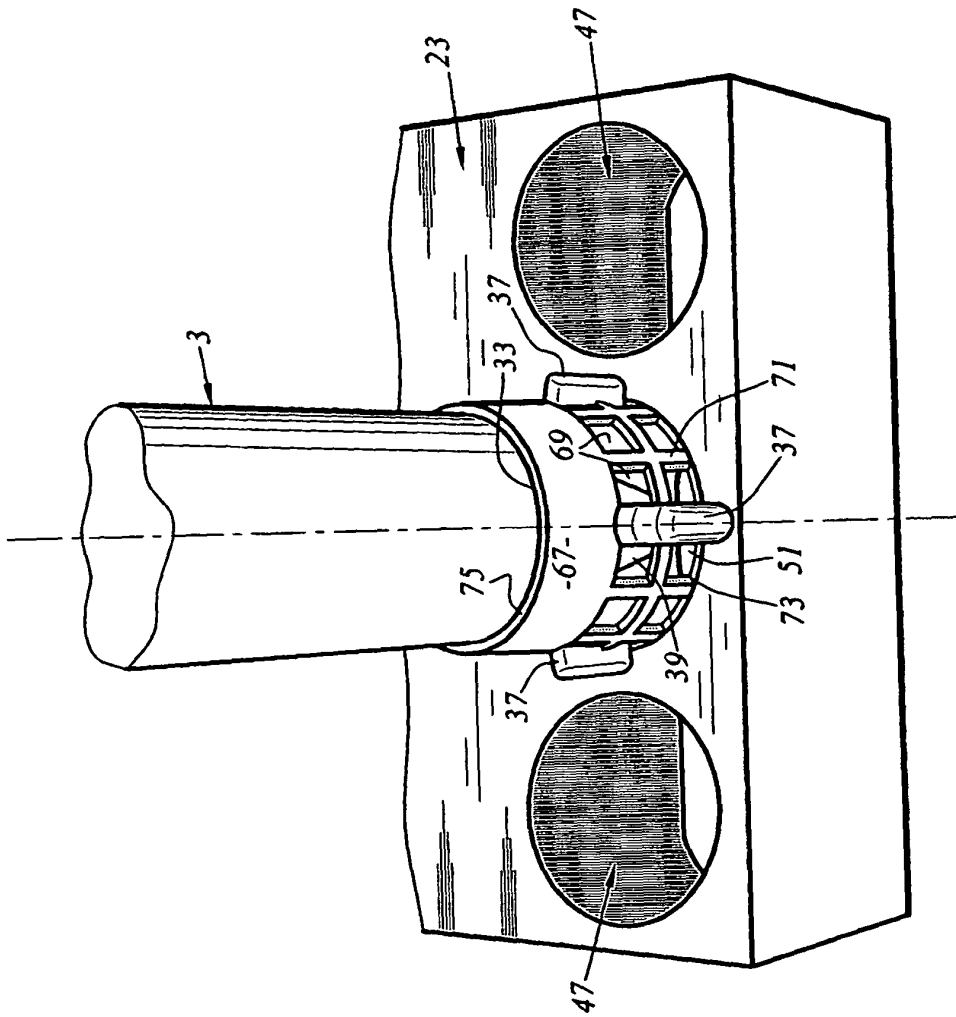


FIG. 7