

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 624 269**

51 Int. Cl.:

G21C 3/32 (2006.01)

G21C 3/30 (2006.01)

B01D 35/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.10.2011** **PCT/CN2011/080768**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.04.2013** **WO13053128**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2011** **E 11873994 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.02.2017** **EP 2642488**

54 Título: **Dispositivo de filtro de tobera inferior y tobera inferior resistente a los residuos que usa el dispositivo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.07.2017

73 Titular/es:

**CHINA NUCLEAR POWER TECHNOLOGY
RESEARCH INSTITUTE (50.0%)
13rd Floor A Jiangsu Bldg. Yitian Road Futian
District
Shenzhen, Guangdong 518026, CN y
CHINA GUANGDONG NUCLEAR POWER
HOLDING (50.0%)**

72 Inventor/es:

**YU, WENCHI;
LI, WEICAI;
ZHOU, YUEMIN;
LV, XIANFENG;
GUO, YAN y
LIU, YULI**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 624 269 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

Dispositivo de filtro de tobera inferior y tobera inferior resistente a los residuos que usa el dispositivo

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere al reactor nuclear y, más particularmente, a un dispositivo de filtrado de tobera inferior y a una tobera inferior de prevención de residuos que puede ser usada para el conjunto de combustible nuclear de un reactor de agua ligera (Light Water Reactor, LWR).

Antecedentes de la invención

- 10 El conjunto de combustible de la planta de energía nuclear del reactor de agua ligera consiste generalmente en una tobera superior, tubos guía, barras de combustible, rejillas y una tobera inferior. La rejilla está generalmente ensamblada con tiras preformadas para formar un conjunto de rejilla cuadrado con forma de retículo 17 x 17. Hay 25 tubos guía y un tubo de instrumento colocados en paralelo en parte del conjunto de rejilla, y la rejilla separa los tubos guía que mantienen la separación entre los tubos guía, constituyendo de esta manera una estructura de armazón. El armazón está fijado en los extremos superior e inferior por las toberas superior e inferior, formando de esta manera la estructura básica del conjunto de combustible. Las barras de combustible están dispuestas en paralelo en las celdas de la rejilla no ocupadas por el tubo guía. El refrigerante fluye desde la parte inferior de la tobera inferior y a través de la barra de combustible, ralentizando el neutrón y transportando la energía de fisión y sale de la tobera superior. Debido a que el refrigerante arrastra normalmente residuos que pueden erosionar fácilmente la barra de combustible, etc., existe un potencial de peligro para la seguridad.

- 20 Para filtrar los residuos en el refrigerante, han aparecido algunas técnicas de filtrado, tales como las patentes americanas US5283812, US7149272B2 y US5030412. Por ejemplo, en la solución 1 de la primera tobera inferior de filtrado de residuos, la estructura principal incluye una placa de prevención de residuos y una tobera inferior que tiene una estructura de nervio de placa. La tobera inferior está compuesta por cuatro patas de soporte y una placa de conexión. La placa de prevención de residuos está cubierta sobre la superficie superior de la tobera superior para filtrar los residuos en el refrigerante, para prevenir que los residuos erosionen la barra de combustible. En esta solución, cuando los restos grandes y/o afilados (tales como tornillos, tuercas y materiales de corte de metal) impactan a alta velocidad contra la placa de prevención de residuos, la placa de prevención de residuos resultará dañada, causando el fallo del dispositivo de prevención de residuos del conjunto de combustible, causando a continuación que la barra de combustible sea erosionada por los residuos.

- 30 En la solución 2 de la segunda tobera inferior de filtrado de residuos, el dispositivo de prevención de residuos en el conjunto de combustible está provisto de una tobera inferior que tiene la placa de conexión con un orificio circular pequeño y una rejilla inferior de filtrado de residuos. El orificio circular en la placa de conexión de la tobera inferior filtra los residuos de gran tamaño, mientras que la rejilla de prevención de residuos filtra los residuos restantes de pequeño tamaño. En esta solución, la disminución del área de sección de circulación en la entrada y la salida de la placa de conexión de la tobera inferior causa una pérdida de presión innecesaria. La caída de presión producida por la tobera de inferior con orificio circular de pequeño tamaño y la rejilla de prevención de residuos es obviamente mayor que la de la solución 1 original.

- 35 En un tercer dispositivo de filtrado, la lámina de acero inoxidable de una sola pieza se ensambla en la placa de conexión de la tobera inferior, y la trayectoria de flujo forma un conducto de flujo desviado, filtrando de esta manera los residuos. En esta solución, para aumentar el rendimiento de filtrado de residuos de la tobera inferior, el espacio libre entre las láminas debe ser pequeño. De lo contrario, el fluido tiene mayor resistencia al flujo debido a un mayor contacto de fricción en la superficie de la pared.

En las soluciones anteriores de filtrado de residuos en el refrigerante, sigue existiendo el problema de que la placa de prevención de residuos es impactada/rayada por un objeto afilado o que la caída de presión es demasiado alta y que la resistencia al flujo es mayor.

Contenido de la invención

45 El objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de filtrado de tobera inferior que filtre eficazmente los residuos y que tenga una pequeña caída de presión y una tobera inferior de prevención de residuos de un LWR que use este dispositivo de filtrado de tobera inferior.

- 50 Además, la presente invención puede proporcionar adicionalmente un dispositivo de filtrado de tobera inferior que tiene una pequeña resistencia al flujo y que puede alojar y retener los residuos en el refrigerante, así como una tobera inferior de prevención de residuos de un LWR que usa este dispositivo de filtrado de tobera inferior.

La presente invención proporciona un dispositivo de filtrado de tobera inferior, que comprende: una pluralidad de

placas unitarias unidas sucesivamente; se forma un canal de flujo pasante entre las placas unitarias adyacentes unidas;

el canal de flujo incluye una pluralidad de entradas de flujo de sección recta, separadas, y una pluralidad de salidas de flujo de sección recta, separadas, así como sub-canales de flujo que conectan con la sección recta de las entradas de flujo y la sección recta de las salidas de flujo; y

una sección de salida de cada una de las entradas de flujo de sección recta en el centro se divide en dos sub-canales de flujo, respectivamente; los dos sub-canales de flujo se comunican con dos salidas de flujo adyacentes de entre las salidas de flujo de sección recta, respectivamente;

y una sección de entrada de cada una de las salidas de flujo de sección recta en el centro se combina con dos sub-canales de flujo, respectivamente.

En una realización de la invención, la entrada de flujo de sección recta es una entrada con forma de bolsa.

En una realización de la invención, la entrada de flujo de sección recta y la salida de flujo de sección recta están dispuestas de una manera escalonada en ambos lados del sub-canal de flujo.

En una realización de la invención, la entrada de flujo de sección recta y la salida de flujo de sección recta están dispuestas de manera opuesta en ambos lados del sub-canal de flujo.

En una realización de la invención, el sub-canal de flujo incluye una pluralidad de sub-canales de alimentación de refrigerante, una pluralidad de sub-canales de drenaje de refrigerante y una pluralidad de canales convergentes; y

dos sub-canales adyacentes de entre los sub-canales de alimentación de refrigerante que se ramifican desde una de las entradas de flujo de sección recta se recombinan con uno de los canales convergentes al mismo tiempo; y los canales convergentes se comunican con dos de los sub-canales de drenaje de fluido al mismo tiempo, en el que los dos sub-canales de drenaje de refrigerante se combinan con la salida de flujo de sección recta de manera opuesta a la entrada de flujo de sección recta al mismo tiempo.

En una realización de la invención, el sub-canal de flujo incluye dos o más niveles, en el que cada nivel de los sub-canales de flujo incluye los sub-canales de alimentación de refrigerante, los sub-canales de drenaje de refrigerante y los canales convergentes; y

hay provistos una pluralidad de canales convergentes centrales entre los dos niveles adyacentes de sub-canales de flujo, de manera que los canales convergentes centrales se comunican con los dos sub-canales de drenaje de refrigerante adyacentes y los sub-canales de alimentación de refrigerante.

En una realización de la invención, la placa unitaria es una placa metálica que tiene una estructura con forma de cuchara.

En una realización de la invención, la placa metálica está realizada en acero inoxidable austenítico con aleación de complejo de níquel o níquel Inco.

En una realización de la invención, la estructura con forma de cuchara de las placas unitarias adyacentes incluye una ranura de entrada y una ranura de salida provistas respectivamente en los lados superior e inferior de la placa unitaria, y una ranura de sub-canal situada en ambos lados de la ranura de entrada y que se comunica con dos ranuras adyacentes de entre las ranuras de salida; y

después de unirse las placas unitarias, una trayectoria de espacio hueco entre las ranuras de entrada de dos placas adyacentes de entre las placas unitarias forma la entrada de flujo de sección recta, una trayectoria de espacio hueco entre las ranuras de salida de dos placas adyacentes de entre las placas unitarias forma la salida de flujo de sección recta, y un espacio hueco entre las ranuras de sub-canal de dos placas adyacentes de entre las placas unitarias forma los sub-canales de flujo.

En una realización de la invención, la placa unitaria está provista en su borde de una estructura de baja caída de presión, que incluye una o más secciones achaflanadas y/o una sección de arco formada en el borde de la placa unitaria.

En una realización de la invención, las placas unitarias se unen para formar una estructura de malla estereoscópica, cuya entrada de flujo de sección recta y cuya salida de flujo de sección recta están en las diversas formas de diamante, cuadrado, círculo u óvalo; y las placas unitarias están conectadas mediante soldadura fuerte en forma de una tira.

Según el otro aspecto de la invención, se proporciona una tobera inferior de prevención de residuos para un reactor

de agua ligera (LWR), que comprende una placa de conexión y un soporte instalado debajo de la placa de conexión, en la que la placa de conexión está provista además en su superficie superior del dispositivo de filtrado de tobera inferior según cualquiera de las realizaciones anteriores.

5 En una realización de la invención, el dispositivo de filtrado de tobera inferior está provisto en sus lados superior e inferior de un nervio de filtrado de manera simultánea o respectiva; el nervio de filtrado bloquea parcialmente la entrada de flujo de sección recta y/o la salida de flujo de sección recta.

10 Se forman una pluralidad de entradas de flujo de sección recta separadas y salidas de flujo de sección recta separadas uniendo las placas unitarias, y las entradas de flujo de sección recta y las salidas de flujo de sección recta se comunican a través del sub-canal de fluido, en el que la dirección de flujo del refrigerante es controlada para prevenir que produzca remolinos innecesarios, haciendo que la pérdida de presión sea controlada de manera efectiva; una vez filtrados los residuos de gran tamaño en la entrada de flujo de sección recta y en la salida de flujo de sección recta, el fluido entra en el sub-canal de flujo para ser filtrado de nuevo, permitiendo de esta manera que los residuos sean filtrados suficientemente.

15 Además, la entrada de flujo de sección recta, la salida de flujo de sección recta y los sub-canales de flujo separados permiten que los residuos sean filtrados de manera escalonada y clasificada, y además tienen la función de retener los residuos; además, la entrada y la salida de flujo de sección recta están diseñadas para ser aproximadamente circulares, de manera que la resistencia al flujo puede ser reducida, evitando fenómenos tales como una contracción y una expansión repentinas; mientras, el diseño de baja caída de presión del borde de la placa unitaria y el diseño en derivación del sub-canal de flujo hacen que el fluido sea reasignado y que la caída de presión de las trayectorias de flujo adyacentes sea equilibrada; esta medida de auto-equilibrado de la caída de presión es ventajosa para evitar el flujo cruzado aguas abajo causado por la caída de presión local, consiguiendo el efecto de controlar la pérdida de presión innecesaria.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describirá adicionalmente a continuación con referencia a los dibujos y los ejemplos.

25 La Fig. 1 es una vista esquemática de la tobera inferior de prevención de residuos según la presente invención.

La Fig. 2 es una vista esquemática parcial de la placa unitaria de la primera realización del dispositivo de filtrado de tobera inferior según la presente invención.

La Fig. 3 es una vista esquemática de las dos placas unitarias de la primera realización del dispositivo de filtrado de tobera inferior según la presente invención después de ser unidas.

30 La Fig. 4 es una vista esquemática de la trayectoria de flujo de la primera realización del dispositivo de filtrado de tobera inferior según la presente invención.

La Fig. 5 es una vista esquemática de una forma del borde de la placa unitaria de la primera realización del dispositivo de filtrado de tobera inferior según la presente invención.

35 La Fig. 6 es una vista esquemática de otra forma del borde de la placa unitaria de la primera realización del dispositivo de filtrado de tobera inferior según la presente invención.

La Fig. 7 es una vista esquemática de otra forma del borde de la placa unitaria de la primera realización del dispositivo de filtrado de tobera inferior según la presente invención.

La Fig. 8 es una vista esquemática de la trayectoria de flujo de la segunda realización del dispositivo de filtrado de tobera inferior según la presente invención.

40 La Fig. 9 es una vista esquemática de la trayectoria de flujo de la tercera realización del dispositivo de filtrado de tobera inferior según la presente invención.

La Fig. 10 es una vista esquemática de la trayectoria de flujo de la cuarta realización del dispositivo de filtrado de tobera inferior según la presente invención.

45 La Fig. 11 es una vista esquemática de la trayectoria de flujo de la quinta realización del dispositivo de filtrado de tobera inferior según la presente invención.

La Fig. 12 es una vista esquemática de otra forma de la trayectoria de flujo de la quinta realización del dispositivo de filtrado de tobera inferior según la presente invención.

La Fig. 13 es una vista esquemática de la trayectoria de flujo de la sexta realización del dispositivo de filtrado de

tobera inferior según la presente invención.

La Fig. 14 es una vista esquemática de la tobera inferior de prevención de residuos según la presente invención con la adición de un nervio de filtrado.

Descripción detallada de las realizaciones

5 La primera realización del dispositivo de filtrado de tobera inferior de la presente invención puede ser usada en la tobera inferior de prevención de residuos de un LWR, tal como se muestra en la Fig. 1. Esta tobera inferior de prevención de residuos incluye una placa 10 de conexión, un soporte (no mostrado) instalado debajo de la placa 10 de conexión, un dispositivo 30 de filtrado de tobera inferior provisto en la superficie superior de la placa 10 de conexión, y así sucesivamente. Los residuos en el refrigerante son filtrados por el dispositivo 30 de filtrado de tobera inferior, previniendo de esta manera que los residuos en el refrigerante dañen la barra de combustible, etc., para causar accidentes innecesarios. Ciertamente, esta tobera inferior puede incluir además otros conjuntos; sin embargo, la presente invención no se refiere a esos conjuntos, que, de esta manera, no se describirán adicionalmente.

15 Tal como se muestra en la Fig. 2, este dispositivo 30 de filtrado de tobera inferior incluye una pluralidad de placas 31 unitarias unidas sucesivamente; un canal de flujo pasante formado entre las placas 31 unitarias adyacentes unidas, permite que el refrigerante fluya y pueda ser usado para filtrar los residuos en el refrigerante.

20 En esta realización, la placa 31 unitaria es una placa metálica que tiene una estructura con forma de cuchara, que puede estar realizada en acero inoxidable austenítico con aleaciones de níquel-cromo, Inconel u otros metales adecuados. Cuando las dos placas 31 unitarias son unidas, los bordes de la estructura con forma de cuchara entre las dos placas 31 unitarias son conectados mediante soldadura fuerte, con la zona de conexión en forma de una tira. Una pluralidad de placas 31 unitarias constituyen una estructura de malla estereoscópica firme después de la conexión, cuya entrada de flujo de sección recta y cuya salida de flujo de sección recta tienen forma de diamante, cuadrado, círculo, óvalo u otras formas; esta estructura de malla puede mejorar significativamente la resistencia de la placa 10 de conexión, evitando el fallo causado por el impacto de los residuos a alta velocidad.

25 La estructura con forma de cuchara incluye una ranura 311 de entrada y una ranura 312 de salida dispuestas respectivamente en una forma escalonada en los lados superior e inferior de la placa 31 unitaria y una ranura 313 de sub-canal situada a ambos lados de la ranura 311 de entrada y que se comunica con las dos ranuras 312 de salida adyacentes. Tal como se muestra en la Fig. 3, después de unir las placas 31 unitarias, el espacio hueco entre las ranuras 311 de entrada de las dos placas 31 unitarias adyacentes forma una entrada 314 de flujo de sección recta, el espacio hueco entre las ranuras 312 de salida de las dos placas 31 unitarias adyacentes forma una salida 315 de flujo de sección recta, y el espacio hueco entre las ranuras 313 de sub-canal de las dos placas 31 unitarias adyacentes forma un sub-canal 316 de flujo.

30 Esta ranura 311 de entrada tiene una estructura con forma de cuchara aproximadamente circular, haciendo que esta entrada 314 de flujo en sección recta forme una entrada con forma de bolsa, permitiendo de esta manera que los residuos en el refrigerante sean alojados y retenidos eficazmente, consiguiendo funciones de filtrado efectivas.

35 Además, el dispositivo de filtrado de tobera inferior puede estar provisto en sus lados superior e inferior de un nervio 32 de filtrado de manera simultánea o respectiva, tal como se muestra en la Fig. 14. El nervio 32 de filtrado bloquea parcialmente la entrada 314 de flujo de sección recta y/o la salida 315 de flujo de sección recta, subdividiendo de esta manera la entrada 314 de flujo de sección recta y/o la salida 315 de flujo de sección recta, desempeñando un papel de refuerzo del efecto de filtrado.

40 Tal como se muestra en la Fig. 4, las entradas 314 de flujo de sección recta están separadas, unas junto a las otras, en la Zona I, mientras que las salidas 315 de flujo de sección recta están separadas, unas junto a las otras, en la Zona III; los sub-canales 316 de fluido están dispuestos en la Zona II, comunicando la entrada 314 de flujo de sección recta con la salida 315 de flujo de sección recta. En esta realización, esta entrada 314 de flujo de sección recta y la salida 315 de flujo de sección recta están dispuestas en una forma escalonada en los lados superior e inferior de la placa 31 unitaria y las secciones rectas de la entrada y la salida controlan la dirección de flujo del refrigerante para prevenir que produzca remolinos innecesarios, haciendo que la pérdida de presión sea controlada de manera efectiva.

45 Los dos flujos en los sub-canales 316 se unen en una entrada 314 de flujo de sección recta y se unen respectivamente con dos salidas 315 de flujo de sección recta adyacentes y, de esta manera, el sub-canal 316 de flujo tiene un desvío de flujo después de que los residuos de gran tamaño son alojados en la entrada 314 de flujo de sección recta, haciendo que los residuos finos en el refrigerante sean filtrados de nuevo por el sub-canal 316 de flujo dividido, con la dirección del flujo del refrigerante tal como se muestra mediante la flecha en el dibujo. La entrada 314 de flujo de sección recta, tal como se muestra en el dibujo, forma una estructura con forma de bolsa

lisa, que tiene la función de atrapar y retener los residuos en el refrigerante, y los residuos pueden ser filtrados de una manera segmentada y clasificada a través del sub-canal 316 de fluido, consiguiendo también la función de retener los residuos. Los residuos son filtrados de manera segmentada, reduciendo el riesgo de obstruir el dispositivo de filtrado después de que los residuos se filtren a la vez; y los residuos alojados y retenidos en la tobera inferior del conjunto de combustible son descargados junto con el conjunto de combustible, reduciendo la cantidad total de residuos en el circuito de refrigerante.

Esta entrada 314 de flujo de sección recta tiene una forma cercana a un círculo, que reduce la resistencia al flujo sin fenómenos tales como una contracción y una expansión repentinas del flujo. Además, puede realizarse además una estructura de baja caída de presión en el borde de la placa 31 unitaria. La estructura de baja caída de presión puede ser una o más secciones 317 achaflanadas de manera continua y/o una sección 318 de arco formada en el borde de la placa 31 unitaria, tal como se muestra en las Figs. 5-7, que desempeña un papel de reducción de la resistencia al flujo del flujo.

Además, en la Zona II, es decir, la zona de desvío del sub-canal 316 de flujo, el fluido es reasignado, equilibrando la caída de presión de los trayectos de flujo adyacentes; esta medida de auto-equilibrado de la caída de presión es ventajosa para controlar el flujo cruzado en el conjunto de combustible aguas abajo causado por la caída de presión local, consiguiendo el efecto de controlar la pérdida de presión innecesaria. Mientras, la salida 315 de flujo de sección recta adopta un diseño de trayectoria de flujo recta, que minimiza la turbulencia de flujo aguas abajo.

La Fig. 8 muestra una segunda realización del dispositivo 30 de filtrado de tobera inferior de la presente invención, que se diferencia de la primera realización en que la entrada 314 de flujo de sección recta y la salida 315 de flujo de sección recta tienen tamaños diferentes. Tal como se muestra en el dibujo, la entrada 314 de flujo de sección recta es más corta que la salida 315 de flujo de sección recta, haciendo de esta manera que el flujo de descarga sea más estable, evitando remolinos innecesarios, etc., controlando eficazmente la pérdida de presión.

La Fig. 9 muestra una tercera realización del dispositivo 30 de filtrado de tobera inferior de la presente invención, que se diferencia de la primera realización en que la entrada 314 de flujo de sección recta y la salida 315 de flujo de sección recta tienen tamaños diferentes. Tal como se muestra en el dibujo, la entrada 314 de flujo de sección recta es más larga que la salida 315 de flujo de sección recta, haciendo de esta manera que el refrigerante permanezca en la entrada 314 de flujo de sección recta durante más tiempo, filtrando más eficazmente los residuos en el refrigerante, mejorando el efecto de filtrado.

La Fig. 10 muestra una cuarta realización del dispositivo 30 de filtrado de tobera inferior de la presente invención, que se diferencia de la primera realización en que el sub-canal 316 de flujo tiene un ángulo de ramificación diferente. Tal como se muestra en el dibujo, el sub-canal 316 de flujo de esta realización tiene un ángulo de ramificación menor, formando un ángulo de aproximadamente 10-20 grados con respecto a la dirección de flujo entrante; es decir, el fluido se desvía más suavemente, evitando de esta manera el problema de una mayor resistencia al flujo causada por la desviación.

La Fig. 11 muestra una quinta realización del dispositivo 30 de filtrado de tobera inferior de la presente invención, que se diferencia de la primera realización en que la entrada 314 de flujo de sección recta, la salida 315 de flujo de sección recta y el sub-canal 316 de flujo están dispuestos en posiciones diferentes, etc. En esta realización, la entrada 314 de flujo de sección recta y la salida 315 de flujo de sección recta están dispuestas de manera opuesta en ambos lados del sub-canal 316 de flujo. Sin embargo, el sub-canal 316 de flujo incluye una pluralidad de sub-canales 3161 de alimentación de refrigerante, una pluralidad de sub-canales 3162 de drenaje de refrigerante y una pluralidad de canales 3162 convergentes; es decir, el sub-canal 316 de flujo se divide en una pluralidad de niveles, incluyendo esta realización dos niveles.

Tal como se muestra en el dibujo, los sub-canales 3161 de alimentación de refrigerante adyacentes que se unen con una entrada 314 de flujo de sección recta se unen con un canal 3162 convergente al mismo tiempo; y el canal 3162 convergente se comunica con dos sub-canales 3162 de drenaje de refrigerante al mismo tiempo, estos dos sub-canales 3162 de drenaje de refrigerante se unen al mismo tiempo con la salida 315 de flujo de sección recta opuesta a esta entrada 314 de flujo de sección recta. Mediante la adición del sub-canal 316 de flujo, la capacidad de filtrado del sub-canal 316 de flujo puede ser mejorada eficazmente, y el flujo es reasignado de mejor manera, equilibrando la caída de presión de las trayectorias de flujo adyacentes.

Puede comprenderse que la forma de una pluralidad de sub-canales 3161 de alimentación de refrigerante, una pluralidad de sub-canales 3162 de drenaje de refrigerante y una pluralidad de canales 3162 convergentes puede ser ajustada según se requiera, tal como se muestra en la Fig. 12.

La Fig. 13 muestra una sexta realización del dispositivo 30 de filtrado de tobera inferior de la presente invención, que se diferencia de la cuarta realización en que este sub-canal 316 de flujo incluye una pluralidad de niveles, en el que cada nivel del sub-canal 316 de flujo incluye el sub-canal 3161 de alimentación de refrigerante, el sub-canal

5 3162 de drenaje de refrigerante, y el canal 3162 convergente; hay provistos una pluralidad de canales 3162 convergentes centrales entre los dos niveles adyacentes del sub-canal 316 de fluido, y el canal 3162 convergente central se une con el sub-canal 3162 de drenaje de refrigerante adyacente y el sub-canal 3161 de alimentación de refrigerante. Mediante la adición del número de niveles del sub-canal 316 de flujo, puede mejorarse adicionalmente la capacidad de filtrado del sub-canal 316 de flujo, y el refrigerante se reasigna y reordena mejor, equilibrando la caída de presión de las trayectorias de flujo adyacentes.

Puede comprenderse que diversas características técnicas de cada una de las realizaciones anteriores pueden combinarse entre sí y son interoperables sin restricción.

REIVINDICACIONES

1. Un filtro (30) de tobera inferior que comprende:
una pluralidad de placas (31) unitarias unidas sucesivamente;
se forma un canal de flujo pasante entre las placas unitarias adyacentes unidas;
- 5 el canal de flujo incluye una pluralidad de entradas (314) de flujo de sección recta separadas, y una pluralidad de salidas (315) de flujo de sección recta separadas, así como sub-canales (316) de flujo que se conectan con la sección recta de las entradas de flujo y la sección recta de las salidas de flujo; y
una sección de salida de cada una de las entradas de flujo de sección recta en el centro se divide en dos sub-canales de flujo, respectivamente; los dos sub-canales de flujo se comunican con dos salidas adyacentes de entre
10 las salidas de flujo de sección recta, respectivamente; y una sección de entrada de cada una de las salidas de flujo de sección recta en el centro se combina con dos sub-canales de flujo, respectivamente.
2. Dispositivo de filtrado de tobera inferior según la reivindicación 1, en el que la entrada de flujo de sección recta es una entrada con forma de bolsa.
3. Dispositivo de filtrado de tobera inferior según la reivindicación 1, en el que las entradas de flujo de sección recta y las salidas de flujo de sección recta están dispuestas en una forma escalonada a ambos lados del sub-canal de flujo.
- 15 4. Dispositivo de filtrado de tobera inferior según la reivindicación 1, en el que las entradas de flujo de sección recta y las salidas de flujo de sección recta están dispuestas de manera opuesta en ambos lados de los sub-canales de flujo.
- 20 5. Dispositivo de filtrado de tobera inferior según la reivindicación 4, en el que los sub-canales de flujo incluyen una pluralidad de sub-canales de alimentación de refrigerante, una pluralidad de sub-canales (3162) de drenaje de refrigerante y una pluralidad de canales (3163) convergentes; y
dos sub-canales adyacentes de entre los sub-canales de alimentación de refrigerante que se ramifican desde una de las entradas de flujo de sección recta se recombinan con uno de los canales convergentes al mismo tiempo; y
25 los canales convergentes se comunican con dos de los sub-canales de drenaje de fluido al mismo tiempo, en el que los dos sub-canales de drenaje de refrigerante se combinan con la salida de flujo de sección recta de manera opuesta a la entrada de flujo de sección recta al mismo tiempo.
6. Dispositivo de filtrado de tobera inferior según la reivindicación 5, en el que los sub-canales de flujo incluyen dos o más niveles, en el que cada nivel de los sub-canales de flujo incluye los sub-canales (3161) de alimentación de refrigerante, los sub-canales de drenaje de refrigerante y los canales convergentes;
- 30 y hay provistos una pluralidad de canales convergentes centrales entre los dos niveles adyacentes de sub-canales de flujo, de manera que los canales convergentes centrales se comunican con los dos sub-canales de drenaje de refrigerante adyacentes y los sub-canales de alimentación de refrigerante.
7. Dispositivo de filtrado de tobera inferior según la reivindicación 1, en el que la placa unitaria es una placa metálica que tiene una estructura con forma de cuchara.
- 35 8. Dispositivo de filtrado de tobera inferior según la reivindicación 7, en el que la placa metálica está realizada en acero inoxidable austenítico con aleación de complejo de níquel o níquel Inco.
9. Dispositivo de filtrado de tobera inferior según la reivindicación 7, en el que la estructura con forma de cuchara de las placas unitarias adyacentes incluye una ranura de entrada y una ranura de salida provistas respectivamente
40 en los lados superior e inferior de la placa unitaria, y una ranura de sub-canal situada en ambos lados de la ranura de entrada y que comunican con dos de las ranuras de salida adyacentes; y
después de unir las placas unitarias, una trayectoria de espacio hueco entre las ranuras de entrada de dos placas adyacentes de entre las placas unitarias forma la entrada de flujo de sección recta, una trayectoria de espacio hueco entre las ranuras de salida de dos placas adyacentes de entre las placas unitarias forma la salida de flujo de
45 sección recta, y un espacio hueco entre las ranuras de sub-canal de dos placas adyacentes de entre las placas unitarias forma los sub-canales de flujo.
10. Dispositivo de filtrado de tobera inferior según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que la placa unitaria está provista en su borde de una estructura de baja caída de presión, que incluye una o más secciones achaflanadas y/o una sección de arco formada en el borde de la placa unitaria.

11. Dispositivo de filtrado de tobera inferior según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que las placas unitarias se unen para formar una estructura de malla estereoscópica, cuya entrada de flujo de sección recta y cuya salida de flujo de sección recta tienen diversas formas de diamante, cuadrado, círculo u óvalo; y las placas unitarias están conectadas mediante soldadura fuerte en forma de una tira.
- 5 12. Una tobera inferior de prevención de residuos para un reactor de agua ligera (LWR), que comprende una placa de conexión y un soporte instalado debajo de la placa de conexión, en la que la placa de conexión está provista además en su superficie superior del dispositivo de filtrado de tobera inferior según cualquiera de reivindicaciones 1-10.
- 10 13. Tobera inferior de prevención de residuos según la reivindicación 12, en la que el dispositivo de filtrado de tobera inferior está provisto en sus lados superior e inferior de un nervio de filtrado de manera simultánea o respectiva; el nervio de filtrado bloquea parcialmente la entrada de flujo de sección recta y/o la salida de flujo de sección recta.

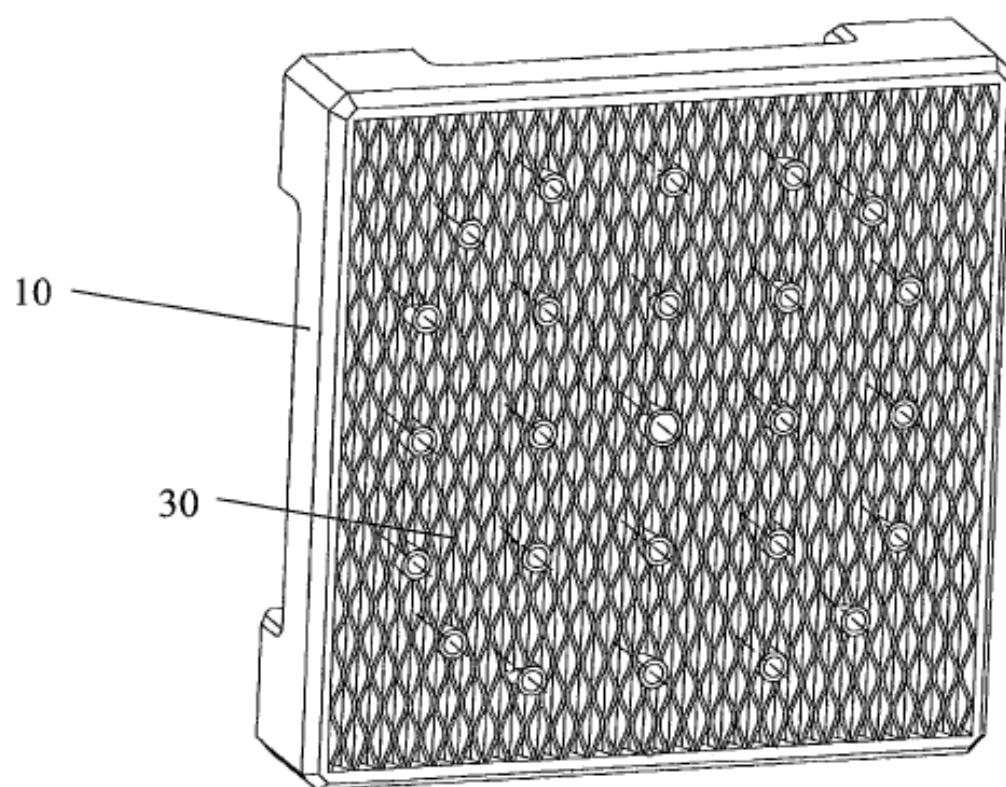


Fig. 1

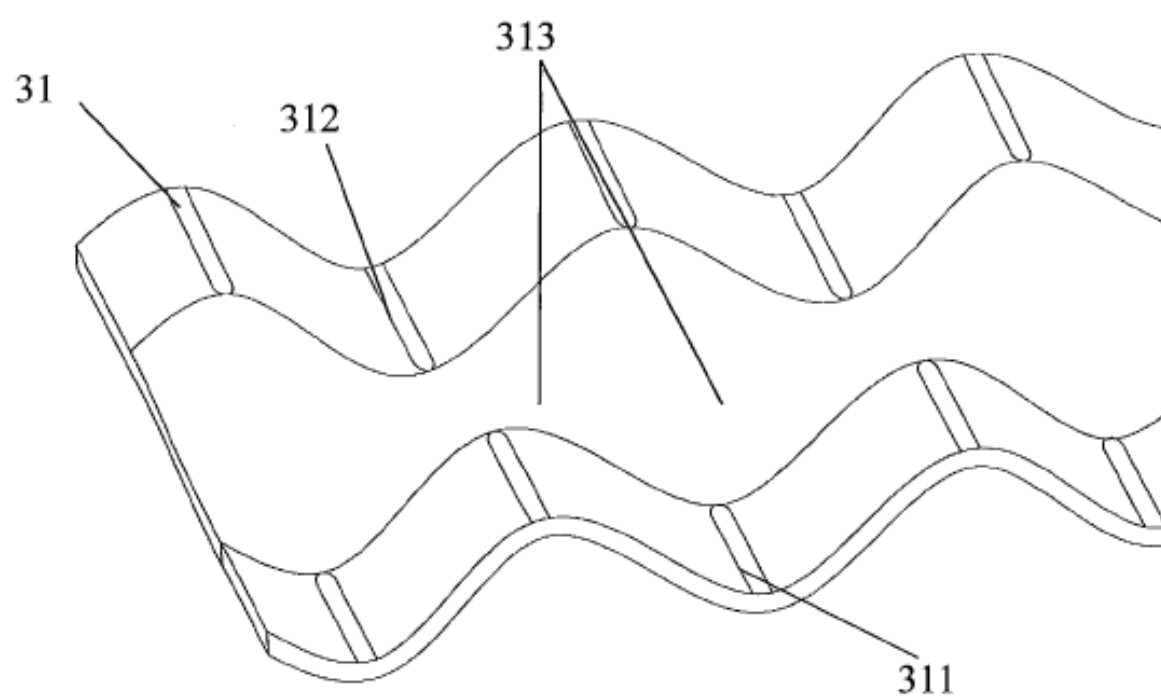


Fig. 2

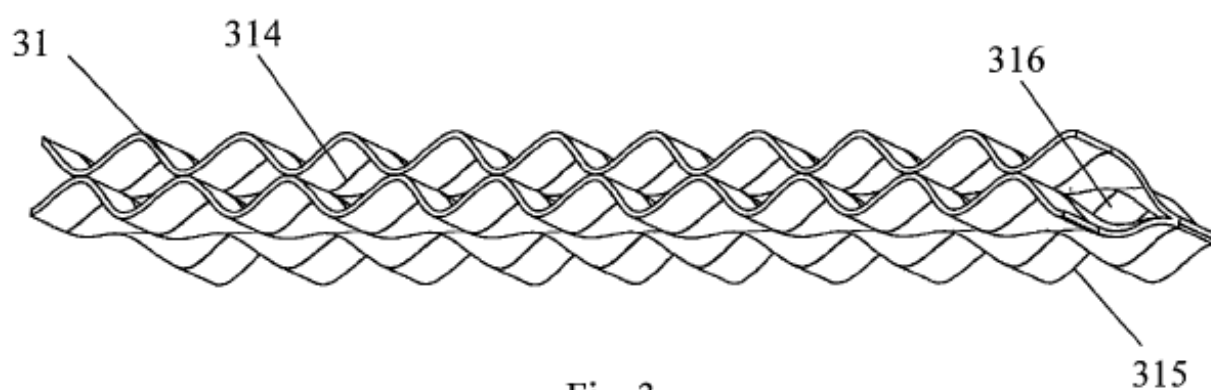


Fig. 3

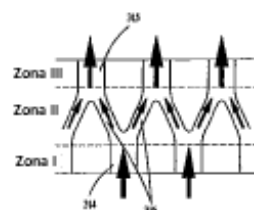


Fig. 4

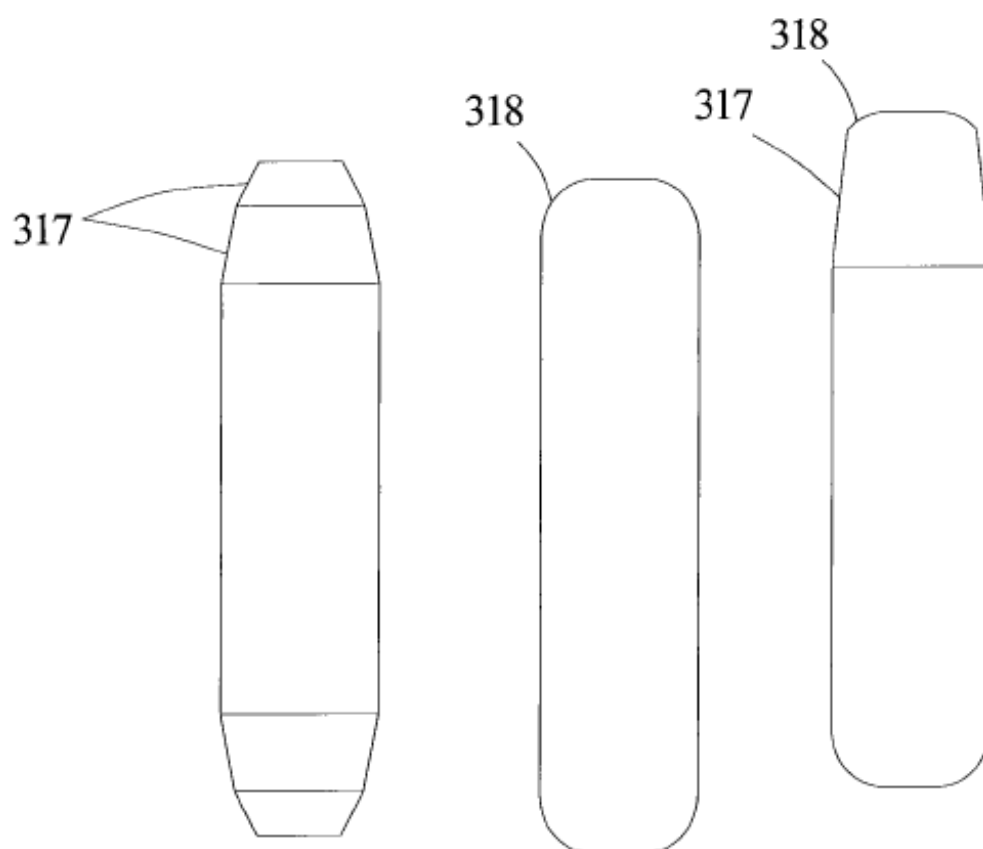


Fig. 5

Fig. 6

Fig. 7

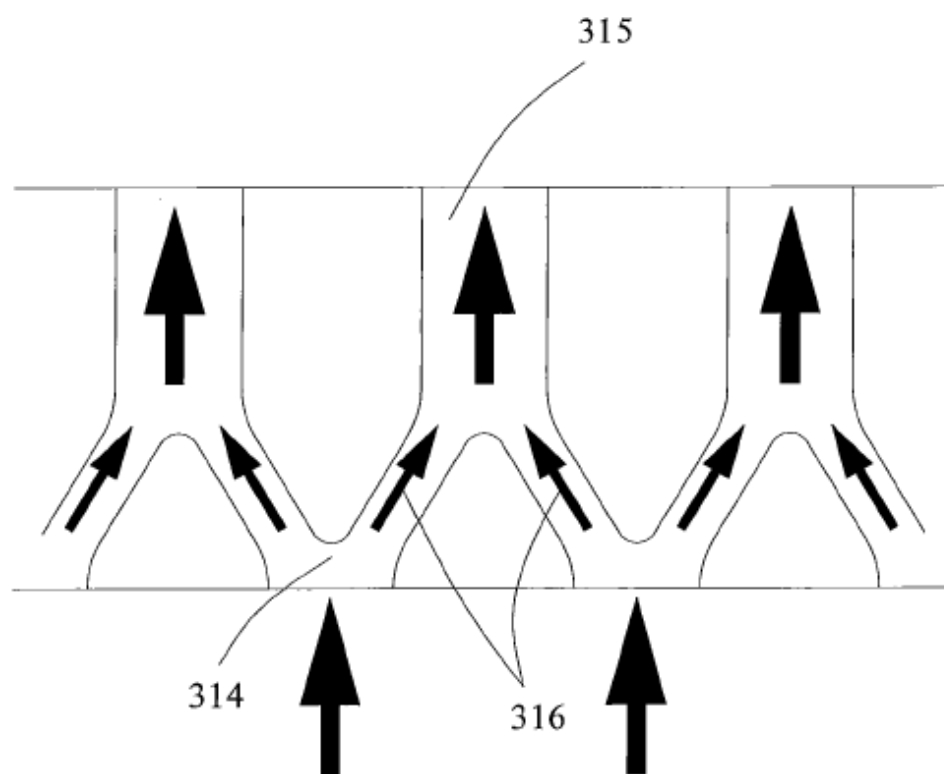


Fig. 8

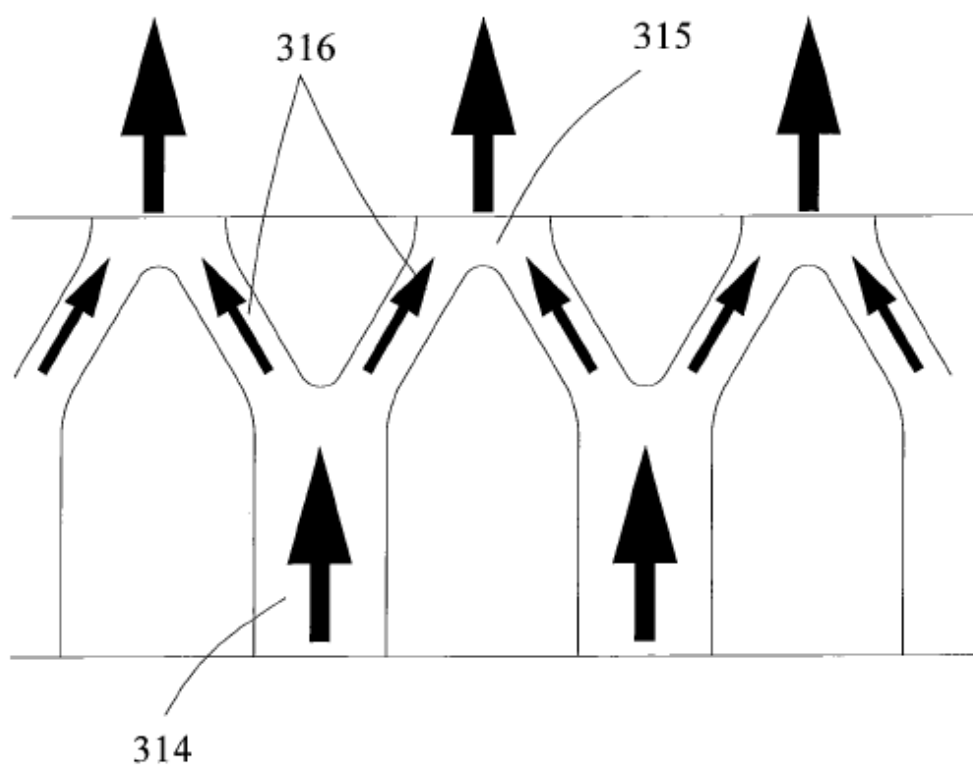


Fig. 9

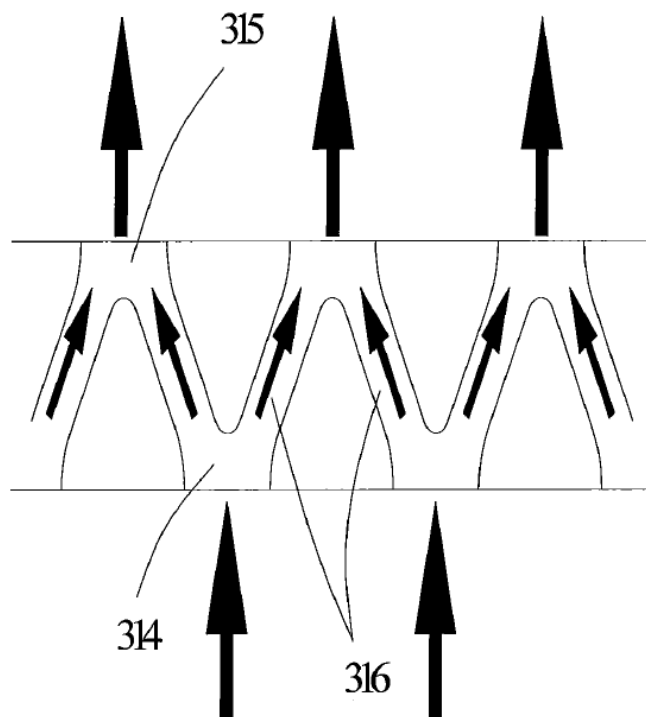


Fig. 10

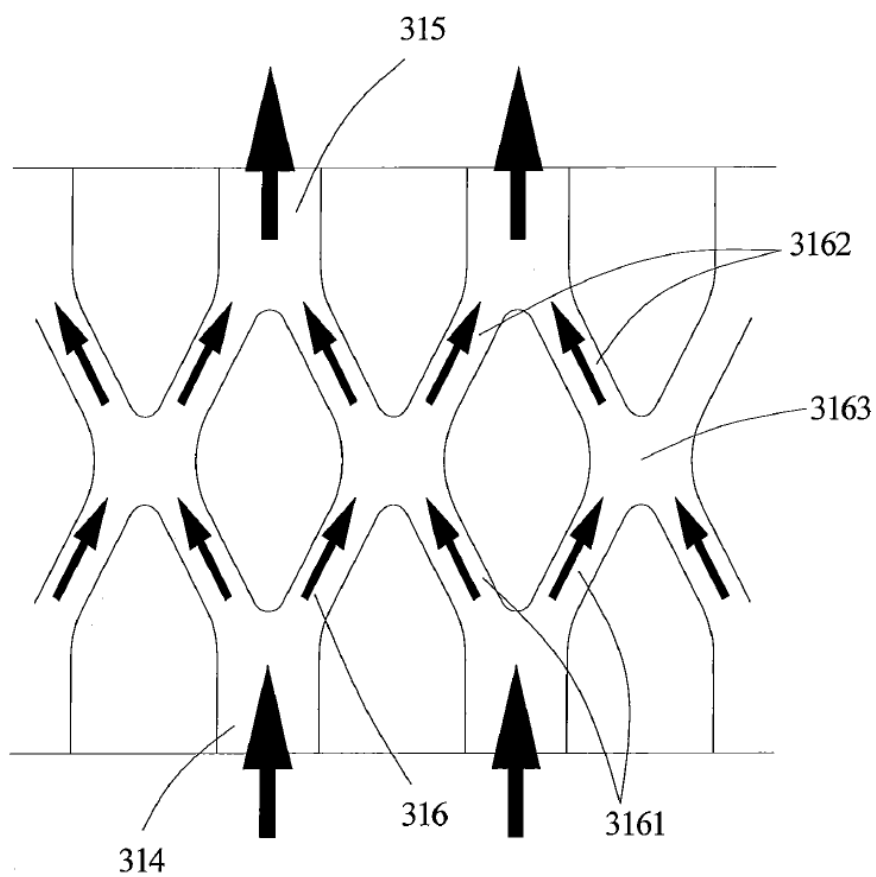


Fig. 11

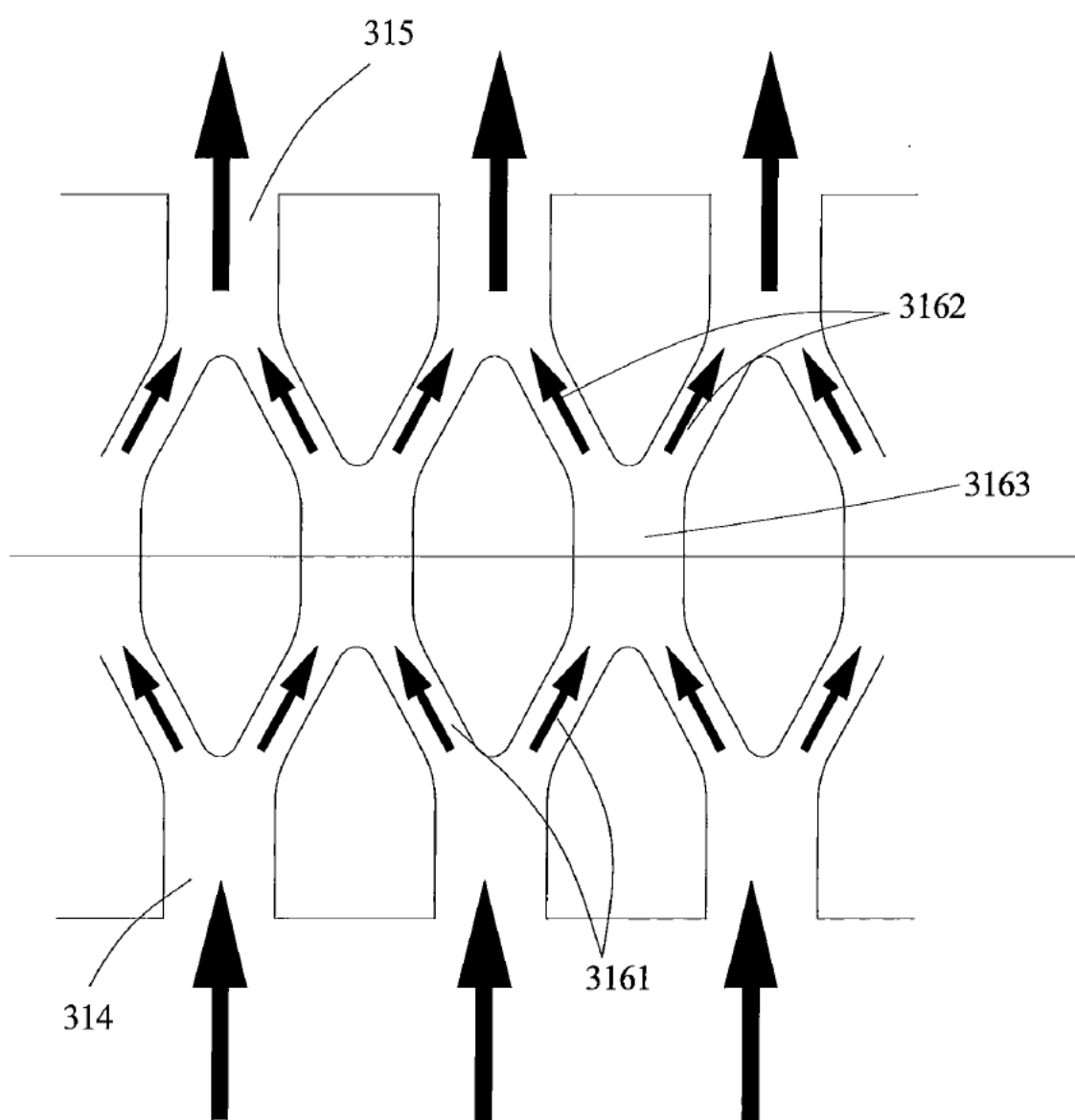


Fig. 12

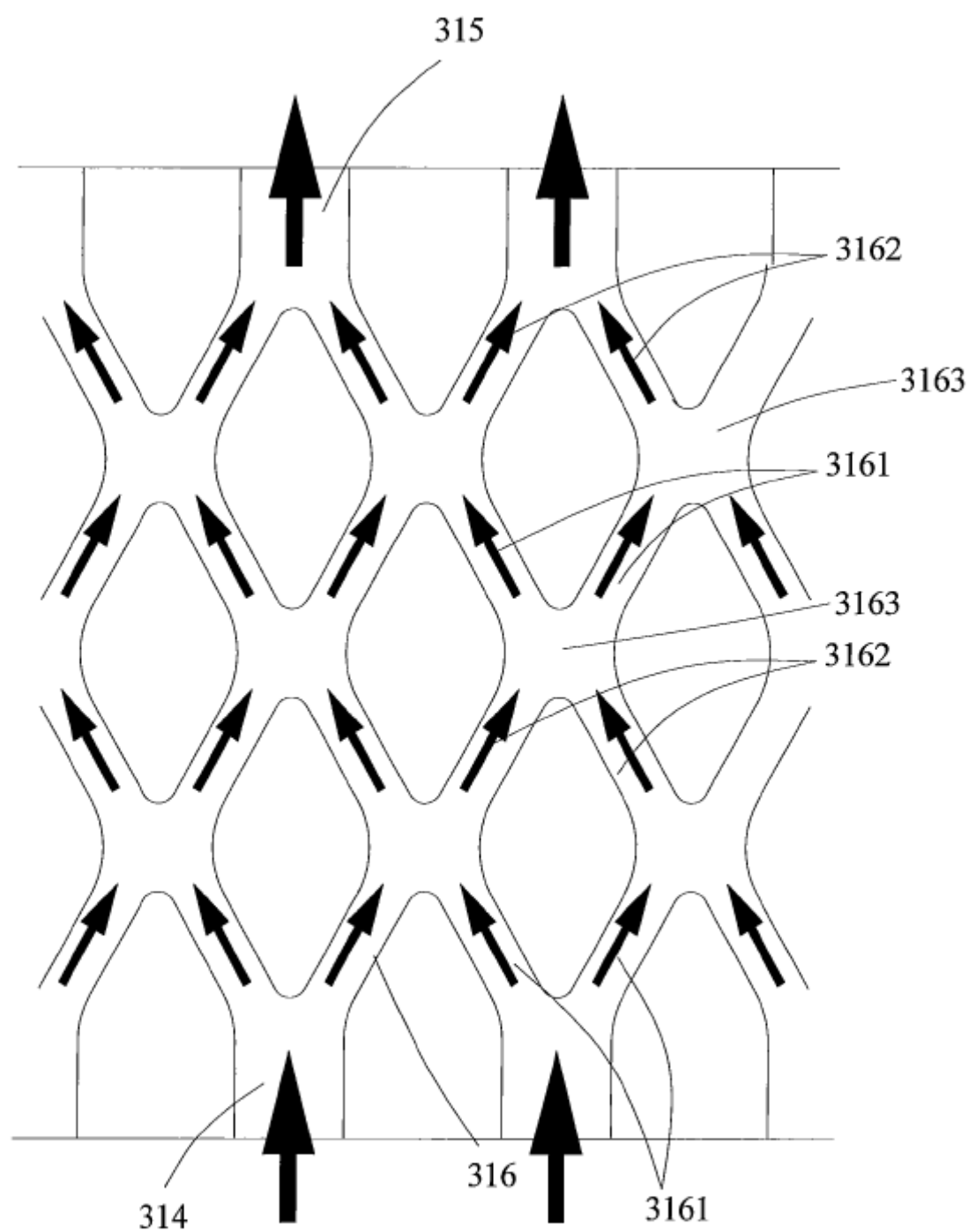


Fig. 13

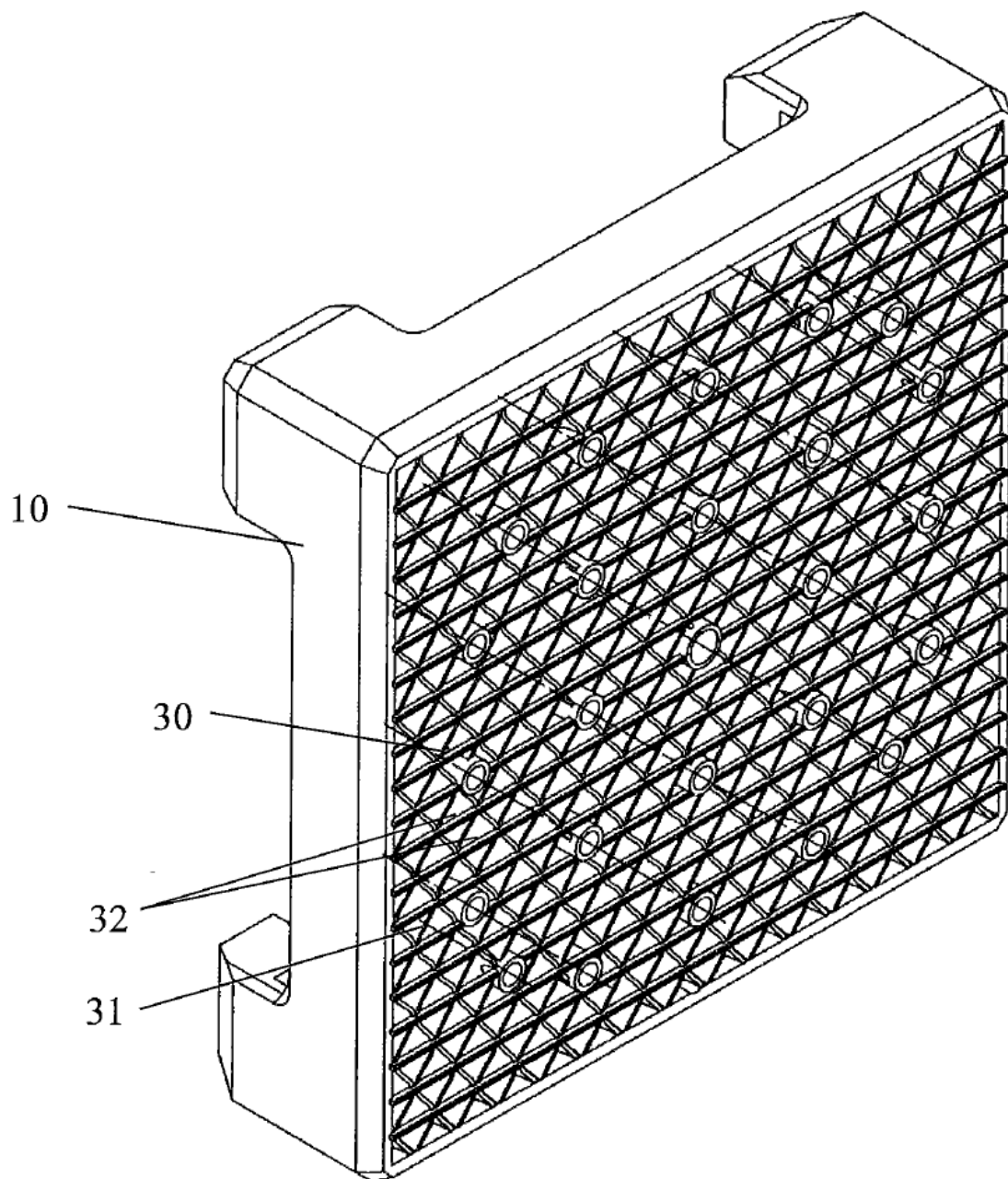


Fig. 14