



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 308 406**

(51) Int. Cl.:

G21C 3/32 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **05257988 .5**

(96) Fecha de presentación : **22.12.2005**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1677313**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **05.07.2006**

(54) Título: **Filtro de desechos.**

(30) Prioridad: **30.12.2004 US 24953**

(73) Titular/es: **Global Nuclear Fuel-Americas, L.L.C.**
3901 Castle Hayne Road
Wilmington, North Carolina 28401, US

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.12.2008

(72) Inventor/es: **Elkins, Robert Bruce y**
Longren, Richard Carl

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.12.2008

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

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

Filtro de desechos.

5 La presente invención se refiere al núcleo de un reactor nuclear y más concretamente a un filtro de desechos para el refrigerante que entra en el núcleo de un reactor nuclear.

10 En un reactor nuclear, un refrigerante o moderador líquido fluye hasta el núcleo del reactor desde el fondo y sale del núcleo como una mezcla de agua/vapor desde la parte superior. El núcleo incluye una pluralidad de haces de combustible dispuestos en relación vertical lado con lado, conteniendo cada uno una pluralidad de varillas de combustible. Los haces de combustible están cada uno soportados entre una placa de anclaje superior y una placa de anclaje inferior. La placa de anclaje inferior típicamente incluye una rejilla superior, una tobera de admisión inferior y una zona de transición entre la tobera de admisión y la rejilla por medio de lo cual el agua del refrigerante que entra en la tobera de admisión fluye a través de la zona de transmisión y a través de la rejilla genéricamente hacia arriba y 15 alrededor de las varillas de combustible individuales del haz de combustible soportado por la placa de anclaje inferior.

20 Con el tiempo, los desechos se acumulan en el reactor y pueden producir fallos de los haces de combustible en el campo por la corrosión de los desechos a través del encamisado de las varillas de combustible. Dichos desechos pueden incluir, por ejemplo, materiales extraños abandonados en la construcción del reactor y otros diversos materiales empleados durante las paralizaciones y reparaciones. El sistema de circulación del moderador del refrigerante de un reactor nuclear se cierra y los desechos se acumulan a lo largo del tiempo con el envejecimiento y el uso del reactor. Se han propuesto y utilizado en el pasado muchos y variados tipos de filtros o captadores de desechos. Uno de dichos sistemas emplea una serie de placas curvadas que se extienden sustancialmente en paralelo respecto de la dirección del flujo del refrigerante intercaladas con las bandas y las prominencias de la rejilla de la placa de anclaje inferior para 25 filtrar los desechos. Aunque determinadas ventajas hablan en favor de este tipo de captador de desechos, las diversas piezas son difíciles de fabricar y requieren un montaje complejo. Otro tipo de filtro de desechos utiliza un concepto de alambres apilados perpendiculares al flujo del refrigerante. Aunque esto es efectivo en el filtrado de los desechos, los alambres mismos del filtro de desechos se ha sabido que generan desechos, lo que se traduce en fallos de los haces de combustible.

30 En otros casos los filtros de desechos del reactor son fundidos de manera integral con la placa de anclaje inferior. El tamaño de los orificios y la pequeña banda de conexión entre los orificios, sin embargo, se aproximan mucho a los límites de manufacturabilidad de la fusión a la cera perdida y a menudo requieren una reinstalación manual para fabricar el filtro. Particularmente, una placa fundida integral que contenga múltiples orificios que se extiendan en 35 paralelo a la dirección de flujo del refrigerante en el fondo de la estructura de prominencias/ bandas de la rejilla de la placa de anclaje inferior que soporta las varillas de combustible ha sido empleada como filtro de desechos. Aunque este diseño es sencillo y robusto y no requiere partes de piezas adicionales a la placa de anclaje inferior, cualquier reducción del tamaño de los orificios del filtro de desechos haría que la placa de anclaje inferior fuera muy difícil de fundir.

40 Un filtro de desechos de múltiples etapas que tiene unos primero y segundo filtros que comprenden unos canales de flujo en ángulo conformados mediante una pluralidad de placas adyacentes se divulga en el documento EP 1 278 206.

45 Las diversas formas de realización de la invención proporcionan un filtro de desechos para filtrar el refrigerante de filtrado que entra en el núcleo de un reactor nuclear. Sus inventores han diseñado un filtro de desechos que proporciona, en diversas formas de realización, una eficacia mejorada del filtrado de los desechos, con una mejora simultánea de su manufacturabilidad y montaje. Adicionalmente, en algunas formas de realización de la invención, el filtro de desechos mejora la eficacia del filtrado sin aumentar sustancialmente la caída de presión y/o reducir la caída de presión del flujo 50 de fluido del montaje de placa de anclaje inferior para permitir la flexibilidad de la puesta a punto precisa global del diseño hidráulico térmico de los haces.

55 De acuerdo con un aspecto de la invención, un filtro de desechos para el refrigerante de un reactor incluye una pluralidad de placas adyacentes que definen una pluralidad de canales entre ellas, estando situados cada uno de dichos canales en ángulo con respecto a una vía de flujo del refrigerante hasta el interior del filtro.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, un filtro de múltiples etapas para el refrigerante de un reactor incluye un primer filtro con una pluralidad de placas adyacentes que definen una pluralidad de primeros canales entre ellas. Cada uno de dichos primeros canales están en ángulo con respecto a una vía de flujo del refrigerante hasta el interior 60 del primer filtro. Un segundo filtro incluye una pluralidad de placas adyacentes que definen una pluralidad de segundos canales entre ellas. Cada uno de los segundos canales está en ángulo con respecto al flujo del refrigerante procedente del primer filtro.

65 De acuerdo con otro aspecto adicional de la invención, un filtro de múltiples etapas para el refrigerante de un reactor incluye un primer filtro con una pluralidad de placas adyacentes que definen una pluralidad de primeros canales entre ellas. Un segundo filtro incluye una pluralidad de segundas placas adyacentes que definen una pluralidad de segundos canales entre ellas. Cada segundo canal del segundo filtro está alineada con los múltiples primeros canales del primer filtro.

ES 2 308 406 T3

Determinados aspectos adicionales de la presente invención se pondrán de manifiesto a partir de la descripción detallada ofrecida a continuación. Debe entenderse que la descripción detallada y los ejemplos específicos, aunque indicativos de la forma de realización preferente de la invención, están previstos con fines únicamente ilustrativos y no pretenden limitar el alcance de la invención.

5 Las formas de realización exemplares de la presente invención se comprenderán de una forma más completa mediante la descripción detallada ofrecida más adelante en la presente memoria y mediante los dibujos que se acompañan, en los que las mismas partes correspondientes están representadas mediante las mismas referencias numerales a lo largo de las distintas vistas de los dibujos, y en los cuales:

10 La Fig. 1A es una vista en perspectiva de un filtro de desechos de acuerdo con una forma de realización exemplar de la invención.

15 La Fig. 1B es una vista lateral de una placa para un filtro de desechos de acuerdo con otra forma de realización exemplar de la invención.

La Fig. 1C es una vista de un primer plano de un filtro de desechos que ilustra la placa que define una pluralidad de canales de flujo de acuerdo con otra forma de realización exemplar de la invención.

20 La Fig. 2A es una vista en perspectiva lateral de un filtro de desechos que tiene un filtro de múltiples etapas de acuerdo con otra forma de realización exemplar de la invención.

25 La Fig. 2B es una vista en perspectiva de un filtro de desechos de múltiples etapas que tiene unos primero y segundo filtros de acuerdo con otra forma de realización exemplar de la invención.

La Fig. 2C es una vista en perspectiva en primer plano de un filtro de desechos de múltiples etapas que tiene unos primero y segundo filtros de acuerdo con una forma de realización de la invención.

30 La Fig. 3 es una vista en sección transversal de unos primero y segundo canales de flujo para un filtro de desechos de acuerdo con otra forma de realización exemplar de la invención.

La Fig. 4 es una vista en sección transversal de cómo una placa de anclaje inferior es montada con un filtro de desechos separado y una placa de cubierta de acuerdo con otra forma ejemplar de la invención.

35 La Fig. 5 es una ilustración de una vista en perspectiva de un montaje de placa de anclaje inferior de acuerdo con otra forma de realización exemplar de la invención.

La Fig. 6 es una vista en sección transversal de un montaje de combustible para un reactor de acuerdo con otra forma de realización exemplar de la invención.

40 La descripción que sigue es de naturaleza meramente ejemplar y no pretende limitar la invención, sus aplicaciones o usos.

45 En algunas formas de realización de la invención, un filtro de desechos para el refrigerante de un reactor incluye una pluralidad de placas adyacentes que definen una pluralidad de canales entre ellas, estando cada uno de dichos canales en ángulo con respecto a una vía de flujo del refrigerante que penetra en el interior del filtro. Una forma de realización exemplar de este tipo se ilustra en las Figs. 1A, 2B y 1C.

50 Con referencia a la Fig. 1A, un filtro 100 incluye una pluralidad de placas 102 que definen una pluralidad de canales de flujo 104 entre ellas. En esta forma de realización ilustrada, el filtro 100 tiene forma rectangular; sin embargo, el filtro 100 puede estar conformado con cualquier configuración o tamaño adaptable para su uso dentro de un reactor nuclear. Una placa única 102 tiene una pluralidad de picos 106 y valles 108 alternantes separados a intervalos predeterminados entre sí. Los picos 106 y los valles 108 están configurados de tal forma que cuando están

55 separados lado con lado, en una disposición de pico con valle, el canal de flujo 104 se define entre ellos. Los picos 106 y los valles 108 pueden presentar cualquier diseño incluyendo un motivo triangular u ondulado y en algunas formas de realización, las placas 102 son placas corrugadas. En algunas formas de realización, los picos 106 y los valles 108 forman el canal 104 con un área en sección transversal sustancialmente cuadrada, en algunas formas de realización, el área en sección transversal es menor de o igual a aproximadamente 1 mm, y en otras formas de realización, el área en sección trasversal es mayor de o igual a aproximadamente 0,64 mm.

60 Los picos 106 y los valles 108 están conformados en un ángulo 112 a partir de una trayectoria perpendicular 110 con respecto a la superficie lateral 114 de la placa corrugada 102. El ángulo 112 puede ser cualquier ángulo, y en una forma de realización preferente, el ángulo 112 es mayor de o igual a aproximadamente 15 grados. En otra forma de realización, el ángulo 112 es menor de o igual a aproximadamente 60 grados. En su funcionamiento típico, el refrigerante (no mostrado) de un reactor fluye con respecto a la superficie lateral 114 de las placas 102 y en un plano genéricamente paralelo a la trayectoria perpendicular 110. Cuando los picos 106 y los valles 108 están en un ángulo 112 con respecto a la trayectoria perpendicular 110, el refrigerante que fluye por dentro de los canales 104

ES 2 308 406 T3

definidos por los picos 106 y los valles 108 es forzado a modificar la dirección de flujo para que sea congruente con el ángulo 112.

5 Esto se muestra con mayor detalle en la Fig. 1C que ofrece una vista en perspectiva en primer plano de la placa de filtro 100 que ilustra la pluralidad de placas corrugadas 102 (véase las referencias numerales 102 A-D, a modo de ejemplo) que están dispuestas lado con lado. Cada placa 102 está alineada con sus picos 106 con los valles 108 de las placas adyacentes 102 (por ejemplo, la placa 102A y la placa 102B) para formar entre ellas los canales 104. Como se muestra, los picos 106A y 106B de la placa 102A están alineados con los valles 108A y 108B, respectivamente, de la placa 102B para formar el canal 104N. En algunas formas de realización, cada placa 102 puede estar fijada a algunos de estos picos 106 y valles 108 en uno o más puntos de conexión 116. Estas fijaciones de puntos de conexión pueden ser una soldadura, una estafiosoldadura, o cualquier otro medio apropiado de sujeción incluyendo un material de carga de fijación o un adhesivo añadido a modo de pulverización o inmersión. Como puede apreciarse en la Fig. 1C, una pluralidad de canales de flujo 104 sustancialmente rectangulares o cuadrados están constituidos por los picos 106 y los valles 108 de las placas corrugadas adyacentes y conectadas 102. Adicionalmente, como cada placa 102 tiene los picos 106 y los valles 108 constituidos en un ángulo 112, los canales 104 están situados en un ángulo 112 con respecto a la trayectoria perpendicular 110 con respecto a la cara lateral 114 del filtro 100. Como se indicó, la trayectoria perpendicular 110 es la dirección general del refrigerante o del flujo de fluido dentro del filtro 100 en la cara lateral 114. En cuanto tal, cualquier refrigerante que entre en los canales 104 por la superficie de filtro 114 fluirá a través del canal 104 en un flujo angular del ángulo 112 con respecto al del flujo 110 del refrigerante que penetra dentro del filtro 100.

20 En otras formas de realización de la invención, un filtro de múltiples etapas para el refrigerante de un reactor incluye un primer filtro con una pluralidad de placas adyacentes que definen una pluralidad de primeros canales entre ellas. Cada uno de dichos primeros canales está en ángulo con respecto a la vía de flujo del refrigerante que penetra 25 dentro del primer filtro. Un segundo filtro incluye una pluralidad de segundas placas adyacentes y que definen una pluralidad de segundos canales entre ellas. Cada uno de los segundos canales están en ángulo con respecto al flujo del refrigerante procedente del primer filtro.

30 Algunas formas de realización ejemplares se ilustran en las Figs. 2A, 2B, y 2C de un filtro 200 para el refrigerante de un reactor que tiene una disposición de filtro multietapa con al menos un primer filtro 202 y un segundo filtro 204. En la Fig. 1A, el segundo filtro 204 está situado adyacente al primer filtro 202. En otras formas de realización también pueden incluirse filtros adicionales en dicho filtro de múltiples etapas. Tanto el primer filtro 202 como el segundo filtro 204 pueden tener una pluralidad de canales de flujo 216 y 220 definidos entre una pluralidad de placas, 203 y 205, respectivamente. Como se muestra, el primer filtro 202 incluye una pluralidad de primeras placas 203 que definen una pluralidad de primeros canales 216. El segundo filtro 204 tiene una pluralidad de segundas placas 205 que definen una pluralidad de segundos canales 220. Una forma de realización del tipo indicado para cada uno de los filtros 202 y 204 se describió anteriormente con referencia a las Figs. 1A, 1B, y 1C. Sin embargo, otras formas de realización también se incluyen en el alcance de la invención.

40 El segundo filtro 204 está separado por una determinada distancia del primer filtro 202 definiendo con ello una zona intermedia o espacio libre entre ellos. La Fig. 2B ilustra una vista lateral ejemplar de dos filtros lado con lado. Como se muestra, el primer filtro 202 incluye una superficie 211 para recibir un flujo de refrigerante (no mostrado). El primer filtro 202 incluye una pluralidad de picos 106 y valles 108 alternados que están conformados en un ángulo 218 con respecto a la trayectoria perpendicular 212 a la superficie 211.

45 El segundo filtro 204 del filtro de múltiples etapas 200 incluye también una pluralidad de picos 106 y valles 108 alternados. El segundo filtro 204 está situado en posición adyacente o lado con lado con el primer filtro 202 y puede estar separado por la zona intermedia 206. En dicha forma de realización, una pluralidad de miembros de conexión 208 puede estar acoplada al primer filtro 202 y al segundo filtro 204 y pueden acoplar de manera fija los dos filtros 202 y 204 conjuntamente definiendo con ello la zona intermedia que presenta un espacio libre o separación 210. Los picos 106 y valles 108 del segundo filtro 204 están situados en un segundo ángulo 224 respecto del primer ángulo 218. El segundo ángulo 224 puede ser, en algunas formas de realización, menor de o igual a 150 grados. En otra forma de realización, los picos 106 y los valles 108 del segundo filtro 204 pueden tener un tercer ángulo 222 que se define también a partir de la trayectoria perpendicular 212. En dichas formas de realización, el tercer ángulo 222 puede ser un ángulo que esté en dirección opuesta a la trayectoria perpendicular 212 respecto del primer ángulo 218 de los picos 106 y los valles 108 del primer filtro. En una forma de realización, el tercer ángulo 222 es igual en magnitud pero opuesto en signo con respecto a la trayectoria perpendicular 212 como el primer ángulo 218 del primer filtro 202.

60 Como se muestra en una vista en perspectiva en un primer plano de la Fig. 2C, el primer filtro 202 y el segundo filtro 204 están situados lado con lado de tal forma que el flujo a través de los canales 216 del primer filtro 202 fluye dentro de los segundos canales 220 del segundo filtro 204. Como se describió anteriormente, al ser el segundo ángulo 224 menor que o igual a 150 grados respecto del primer ángulo 218, el refrigerante que fluye hasta el interior del primer filtro 202 fluye en el primer ángulo 218 desde el flujo perpendicular 212 de refrigerante hasta el interior del primer filtro 202. El refrigerante a continuación cambia entonces la dirección cuando el refrigerante fluye desde los primeros canales de flujo 216 penetrando hasta los segundos canales 220, esto es, cambia la dirección de forma igual al segundo ángulo 224.

ES 2 308 406 T3

En la Fig. 2C, puede también apreciarse que en algunas formas de realización, los primeros canales de flujo 216 del primer filtro 202 pueden interconectar con los segundos canales de flujo 220 del segundo filtro 204 sobre una base de uno con uno. En otras formas de realización, los picos 106 del primer filtro 202 pueden estar alineados con los valles 108 del segundo filtro 204. En algunas formas de realización de este tipo, los primeros canales 216 proporcionan un

- 5 flujo de refrigerante a una pluralidad de segundos canales 220. En otras formas de realización, los segundos canales de flujo 220 están alineados con los primeros canales de flujo 216 de tal forma que cada segundo canal 220 está alineado con cuatro o más primeros canales 216. En dichas formas de realización, el flujo de refrigerante de los segundos canales 220 incluye el refrigerante recibido desde cuatro o más primeros canales 216. En algunas formas de realización, aproximadamente cada $\frac{1}{4}$ de cada segundo canal 220 está alineado con un primer canal diferente 216.

10

Como se mencionó, los miembros de conexión 208 pueden acoplar entre sí el primer filtro 202 y el segundo filtro 204 y pueden definir la zona intermedia 206 entre los dos filtros 202 y 204. La zona intermedia 206 puede definir la separación 210 entre los dos filtros 202 y 204, y en algunas formas de realización, la separación es aproximadamente de 1 mm. En otras formas de realización, la separación 210 es menor de o igual a 1,25 mm. En formas de realización 15 con la zona intermedia 206, la zona intermedia 206 proporciona una mezcla de flujo desde una pluralidad de primeros canales 216 que se suministran a cada segundo canal 220. Ello también provee al filtro de múltiples etapas 200 de características de filtro mejoradas. Diversas formas de realización pueden incluir una o más entre las funciones de: a) la captación de desechos con el filtro de múltiples etapas 200, b) la captación de desechos dentro de la zona intermedia 206 y c) la provisión de un flujo de fluido alrededor de cualquier desecho captado. Por supuesto, otras peculiaridades 20 y características del filtro también están presentes aunque no se describan o se indiquen concretamente en la presente memoria.

25

Como se expuso anteriormente, la alineación del segundo filtro 204 con el primer filtro 202 alinea los primeros canales 216 con uno o más segundos canales 220. A modo de ejemplo, algunas formas de realización de un filtro de múltiples etapas para el refrigerante de un reactor incluye un filtro 202 con la pluralidad de placas adyacentes 203 que definen la pluralidad de primeros canales 216 entre ellas. El segundo filtro 204 incluye la pluralidad de segundas capas 205 que definen una pluralidad de segundos canales 220 entre ellas. Cada segundo canal 220 del segundo filtro 204 está alineado con los múltiples primeros canales 216 del primer filtro 202. Una forma de realización de este tipo se muestra en una perspectiva de primer plano de la Fig. 3.

30

En el ejemplo ilustrado de la Fig. 3 están un primer filtro 202 con unas primeras placas 203 y un segundo filtro 204 con unas segundas placas 205. Como puede apreciarse, cada pico de las primeras placas 203 está alineado con un valle de una placa adyacente conformando entre ellas el primer canal 216. Por ejemplo, una placa 203A está alineada con una placa 203B y un primer canal 216A está definido entre ellas. De modo similar, una placa 205A del segundo filtro 204 define una pluralidad de segundos canales 220 con una segunda placa adyacente 205B. Por ejemplo, en la Fig. 3 la segunda placa 205A y la segunda placa 205B forman los segundos canales 220A y 220B, la segunda placa 205A y la segunda placa 205C forman otro segundo canal 220D, y la segunda placa 205B y la segunda placa 205D forman otro segundo canal 220C.

40

El primer filtro 202 compuesto por las primeras placas 203 que definen los primeros canales 216 está alineado con el segundo filtro 204 compuesto por las segundas placas 205 que definen los segundos canales 220, en esta forma de realización ejemplar, de forma que múltiples segundos canales 220 están alineados con cada primer canal 216. Como se muestra, el primer canal 216A está alineado con cada uno de los segundos canales 220A, 220B, 220C y 220D. En dicha disposición, el refrigerante fluye a través de cada uno de los primeros canales 216 y es distribuido y suministro a múltiples segundos canales 220, y en este ejemplo, a cuatro segundos canales 220. En otras formas de realización, cada primer canal 216 puede estar alineado con dos o más segundos canales 220. Así mismo, en otras formas de realización y tal y como se expuso anteriormente una zona intermedia 206 puede proporcionar una mezcla adicional de flujo de refrigerante desde los primeros canales 216 hasta los segundos canales 220.

50

En funcionamiento los filtros de desechos de acuerdo con las diversas formas de realización descritas en la presente memoria están adaptados para filtrar desechos del refrigerante que circula por el interior de un reactor nuclear. En cuanto tales, otras formas de realización de la invención incluyen un montaje de placa de anclaje inferior para un reactor nuclear que incluye una cubierta que tiene una abertura de entrada para conducir el refrigerante hasta el interior de la placa de anclaje inferior. Un miembro de soporte de varillas está configurado para recibir una pluralidad de varillas de combustible. Un filtro de desechos está situado en posición adyacente al miembro de soporte de las varillas. Diversas formas de realización de filtro de desechos, de acuerdo con lo expuesto anteriormente y por medio de los ejemplos anteriores, pueden ser utilizadas en dicho montaje de placa de anclaje inferior. Por ejemplo, en algunas formas de realización, el filtro de desechos puede incluir al menos un primer filtro y un segundo filtro. El primer filtro puede tener una pluralidad de placas adyacentes que definen una pluralidad de primeros canales entre ellas. Cada uno de los primeros canales está en ángulo con respecto a la vía de flujo del refrigerante que penetra dentro del primer filtro. El segundo filtro puede tener una pluralidad de placas adyacentes que definen una pluralidad de segundos canales entre ellas. Cada uno de los segundos canales está en ángulo con respecto al flujo de refrigerante del primer filtro. Los segundos canales del segundo filtro pueden estar separados de los primeros canales del primer filtro de tal forma que el flujo del refrigerante por el interior de cada segundo canal incluye un flujo de refrigerante desde múltiples primeros canales. Cada uno de los primeros canales y los segundos canales pueden tener una sección transversal menor de o igual a aproximadamente $25,8 \text{ mm}^2$ en algunas formas de realización preferentes. Dichas secciones transversales de los canales de flujo pueden presentar cualquier forma y en una forma de realización la forma es sustancialmente cuadrada.

ES 2 308 406 T3

En algunas formas de realización existe una pluralidad de miembros de conexión que acoplan el segundo filtro al primer filtro para crear una zona intermedia sustancialmente desobstruida entre el primer filtro y el segundo filtro. En otra forma de realización, un ángulo de los primeros canales es mayor de o igual a aproximadamente 15 grados desde un flujo de refrigerante que entra en el primer filtro. Así mismo, el ángulo del segundo canal es menor de o igual a aproximadamente 150 grados a partir del flujo del refrigerante procedente del primer filtro.

La carcasa puede tener el tamaño preciso para proporcionar un caudal más elevado en una porción central del primer filtro que un caudal apropiado a lo largo de una porción del perímetro del filtro. En dichos casos, la disposición de caudal proporciona un lavado de los desechos filtrados desde el centro del filtro de múltiples etapas hasta el interior 10 de las esquinas de la carcasa entre la carcasa y el filtro de múltiples etapas. La carcasa puede estar también configurada para incluir una abertura de emplazamiento del filtro que esté adaptada para la inserción del filtro de múltiples etapas dentro de la carcasa adyacente al miembro de soporte de las varillas y una placa de cierre. El filtro de múltiples etapas puede genéricamente estar diseñado con el tamaño preciso para llenar sustancialmente la carcasa de tal forma que 15 sustancialmente todo el refrigerante fluya a través tanto del primer filtro como del segundo filtro.

Dos formas de realización ejemplares de este tipo se ilustran en las Figs. 4 y 5. Con referencia en primer lugar a la Fig. 4, se ilustra un montaje de placa de anclaje inferior 400 para un reactor nuclear con una pluralidad de varillas de combustible 408 acopladas a aquél. El montaje de placa de anclaje inferior 400 incluye una carcasa 402 de la placa de anclaje inferior que define una abertura de entrada 404 y una cámara de flujo 420. El refrigerante fluye tal y como 20 se muestra en la referencia numeral 414 hasta el interior del núcleo del reactor a través de esta entrada 404 y de la cámara 420. Un miembro de soporte 406 de las varillas incluye unos orificios 412 de las varillas para recibir y soportar la pluralidad de varillas de combustible 408, las cuales pueden incluir varillas sin combustible, como por ejemplo varillas de agua. Algunas de las varillas de combustible 408 pueden tener unos capuchones terminales 410 para fijar las varillas de combustible al miembro de soporte 406 de las varillas. El miembro de soporte 406 de las varillas 25 puede también incluir una abertura 407 para posibilitar el paso de refrigerante desde la parte de abajo del miembro de soporte 406 de las varillas hasta y alrededor de las varillas de combustible 408. Una placa de cubierta 418 del filtro puede proporcionar acceso al filtro 200 y puede estar situada en posición adyacente al miembro de soporte 406 de las varillas. En algunas formas de realización, la placa de cubierta 418 del filtro y/o la carcasa 402 de la placa terminal 30 inferior puede estar adaptada para soportar o acoplar de manera fija el filtro 200 dentro de una posición adyacente al miembro de soporte 406 de las varillas.

Tal y como se ilustra el filtro 200 recibe el flujo de refrigerante 414 desde la entrada 404 a través de la cámara 420. El refrigerante que entra en el filtro 200 puede ser sustancialmente paralelo a la trayectoria perpendicular 212. El refrigerante fluye a través del filtro 200 y directamente hasta el interior de la porción inferior del miembro de soporte 406 de las varillas y hacia arriba y a través del miembro de soporte 406 de las varillas hasta las varillas de combustible 408.

La cubierta 404 de la placa de anclaje inferior puede estar configurada para proporcionar un caudal más alto de refrigerante cerca de la porción central del filtro 200 y un caudal más bajo en o cerca del perímetro del filtro 200. En 40 cuanto tal, al menos una porción de los desechos del refrigerante filtrado por el filtro 200 puede ser forzada por la diferencia de caudales y de las presiones asociadas con una o más de las esquinas 416 de la cámara 420.

Con referencia ahora a la Fig. 5, en ella se muestra una vista en despiece ordenado de un montaje de placa de anclaje inferior 500 para ilustrar las piezas separadas de acuerdo con una forma de realización de la invención. En 45 esta forma de realización ejemplar, la carcasa 402 define una abertura de acceso 502 del filtro para recibir el filtro 200 dentro de la carcasa 402. Despues de que el filtro 200 es insertado dentro de la abertura de acceso 502 del filtro de la carcasa 402, la placa 418 de cubierta del filtro cierra la abertura 502. Típicamente la placa 418 de cubierta del filtro está soldada o de cualquier otra forma fijada firmemente para sellar la carcasa 402 de la placa de anclaje inferior.

En otra forma de realización, un montaje de combustible para un reactor de refrigerante hirviendo incluye una 50 placa de anclaje inferior con un miembro de soporte de las varillas y una placa de anclaje superior. Una pluralidad de varillas de combustible se extiende entre la placa de anclaje superior y la placa de anclaje inferior. Una carcasa rodea la placa de anclaje inferior y la placa de anclaje superior y las varillas de combustible y define una abertura de entrada a través del montaje de placa de anclaje inferior para dirigir el refrigerante hasta el interior del núcleo de un reactor. Un filtro de desechos está situado en posición adyacente al miembro de soporte de las varillas.

En algunas formas de realización, el filtro de desechos es uno de dos filtros de desechos anteriormente descritos, a modo de ejemplo. En una forma de realización, el filtro incluye un primer filtro, un segundo filtro y una pluralidad de miembros de conexión. El primer filtro tiene una pluralidad de unas placas que definen una pluralidad de primeros 60 canales de flujo. Cada uno de los primeros canales de flujo está en un primer ángulo con respecto a la vía de flujo del refrigerante que penetra dentro del primer filtro. El segundo filtro tiene una pluralidad de segundas placas que definen una pluralidad de segundos canales de flujo. Cada uno de los segundos canales de flujo está en un segundo ángulo con respecto al flujo del refrigerante que penetra dentro del primer filtro. El segundo ángulo está en dirección 65 opuesta al primer ángulo. Cada uno de los segundos canales de flujo puede estar separado de cada uno de los primeros canales de flujo. Los miembros de conexión pueden conectar de manera fija el segundo filtro al primer filtro y pueden crear una zona intermedia entre ellos. En una forma de realización, la zona intermedia está sustancialmente desobstruida.

ES 2 308 406 T3

Un ejemplo de dicha porción de un montaje de combustible de reactor nuclear se muestra en la Fig. 6. En este ejemplo, un montaje de combustible parcial 600 incluye una carcasa de unión inferior 402 que incluye una entrada de refrigerante 404 y un miembro de soporte 406 de las varillas. El miembro de soporte 406 de las varillas incluye unos orificios 412 de las varillas para recibir una pluralidad de varillas de combustible 408. Un filtro 200 está situado 5 en posición adyacente al miembro de soporte 406 de las varillas y a una placa 418 de cubierta del filtro. El filtro 200 puede ser cualquier forma de realización del filtro anteriormente descrito en la presente memoria.

Uno o más separadores 604 soportan y separan las porciones superiores de las varillas de combustible 408. Una carcasa 602 del montaje de combustible puede rodear las varillas de combustible, los separadores 604, el miembro de 10 soporte 406 de las varillas, la carcasa 402 de la placa de anclaje inferior, y una placa de anclaje superior (no mostrada).

Al introducir aspectos de la invención o sus formas de realización, los artículos “un”, “uno”, “una”, “el”, “la”, “los”, “las”, y las expresiones “dicho”, “dicha”, “dichos”, “dichas” pretenden significar que hay uno o más de los 15 elementos expresados. Los términos “que comprende(n)”, “que incluye(n)” y “que tiene(n)” pretenden ser inclusivos y significa que puede haber elementos adicionales distintos de los elementos enumerados.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 308 406 T3

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un filtro (200) de múltiples etapas para el refrigerante de un reactor que comprende un primer filtro (202) que tiene una pluralidad de placas adyacentes (203) que definen una pluralidad de primeros canales (216) entre ellas, estando cada uno de dichos primeros canales (202) formando un ángulo (218) con respecto a una vía de flujo (212) del refrigerante que penetra dentro del primer filtro (202); y un segundo filtro (204) que tiene una pluralidad de segundas placas adyacentes (205) que definen una pluralidad de segundos canales (220) entre ellas, estando cada uno de los segundos canales (220) formando un ángulo (222) con respecto al flujo (212) del refrigerante a partir del primer filtro (202); **caracterizado** porque el segundo filtro (204) está separado por una cierta distancia del primer filtro (202) para definir un espacio libre (210) entre ellos.
- 10 2. El filtro de múltiples etapas de la reivindicación 1 en el que los segundos canales (220) del segundo filtro (204) están separados de los primeros canales (216) del primer filtro (202) de forma que el flujo del refrigerante en cada segundo canal (220) incluye el refrigerante que procede de los múltiples primeros canales (202).
- 15 3. El filtro de múltiples etapas de la reivindicación 2 en el que cada primer canal (202) está alineado con cuatro o más segundos canales (220) de forma que aproximadamente cada $\frac{1}{4}$ de cada área en sección transversal de un segundo canal (220) está alineado con cuatro primeros canales diferentes (202).
- 20 4. El filtro (200) de múltiples etapas de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende también una pluralidad de miembros de conexión (208) para conectar de manera fija el segundo filtro (204) con el primer filtro (202) para crear el espacio libre (210) entre ellos.
- 25 5. El filtro (200) de múltiples etapas de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el segundo filtro (204) está separado del primer filtro (202) por una distancia de aproximadamente 1 mm.
- 30 6. El filtro (200) de múltiples etapas de acuerdo con la reivindicación 1 en el que cada una de las primeras placas (203) del primer filtro (202) y cada una de las segundas placas (205) del segundo filtro (204) incluye una pluralidad de picos (106) y valles (108), definiendo conjuntamente dichos picos (106) y valles (108) de placas adyacentes (102) los canales (104).
- 35 7. El filtro (200) de múltiples etapas de acuerdo con la reivindicación 6 en el que un pico (106) de una primera placa (203) del primer filtro (202) está alineado con un valle (108) de una segunda placa (205) del segundo filtro (204).
- 40 8. El filtro (200) de múltiples etapas de acuerdo con la reivindicación 1 en el que el primer ángulo (218) de los primeros canales (216) es mayor de o igual a aproximadamente 15 grados respecto de un flujo (212) del refrigerante que entra en el primer filtro (202) y el segundo ángulo (222) de los segundos canales (220) es mayor de o igual a aproximadamente 150 grados respecto del flujo (212) del refrigerante que entra desde el primer filtro (202), siendo dicho primer ángulo (218) y dicho segundo ángulo (222) de signo opuesto.
- 45 9. El filtro (200) de múltiples etapas de acuerdo con la reivindicación 1 en el que dicho ángulo (218) de los primeros canales (216) y dicho ángulo (222) de los segundos canales (224) forman un ángulo de interconexión igual a o mayor de aproximadamente 150 grados.
- 50 10. El filtro (200) de múltiples etapas de acuerdo con la reivindicación 1 en el que cada primer canal (216) y cada segundo canal (220) tiene una sección transversal menor de o igual a aproximadamente $25,8 \text{ mm}^2$.

50

55

60

65

ES 2 308 406 T3

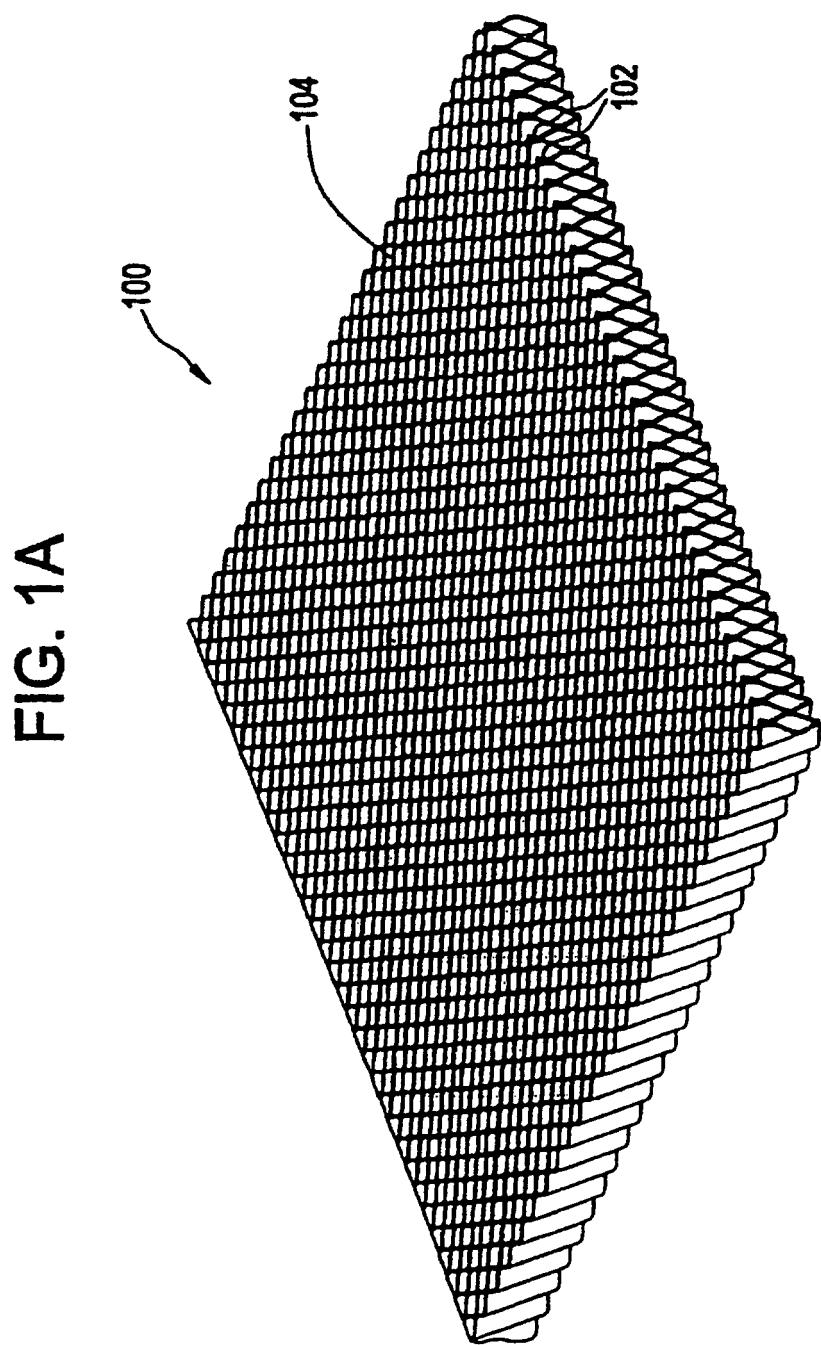


FIG. 1B

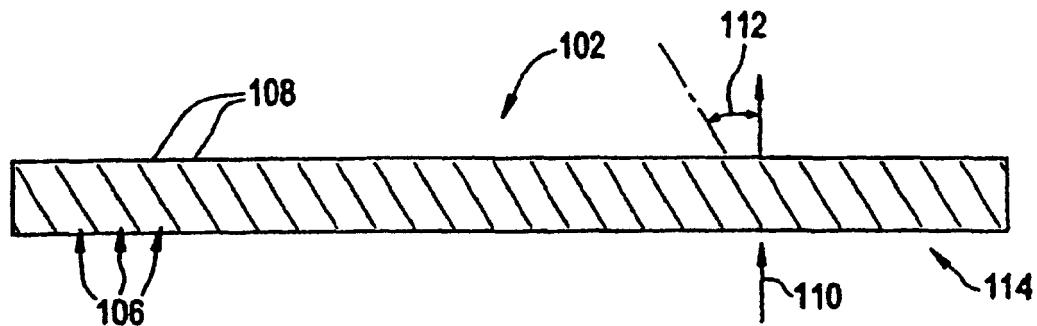


FIG. 1C

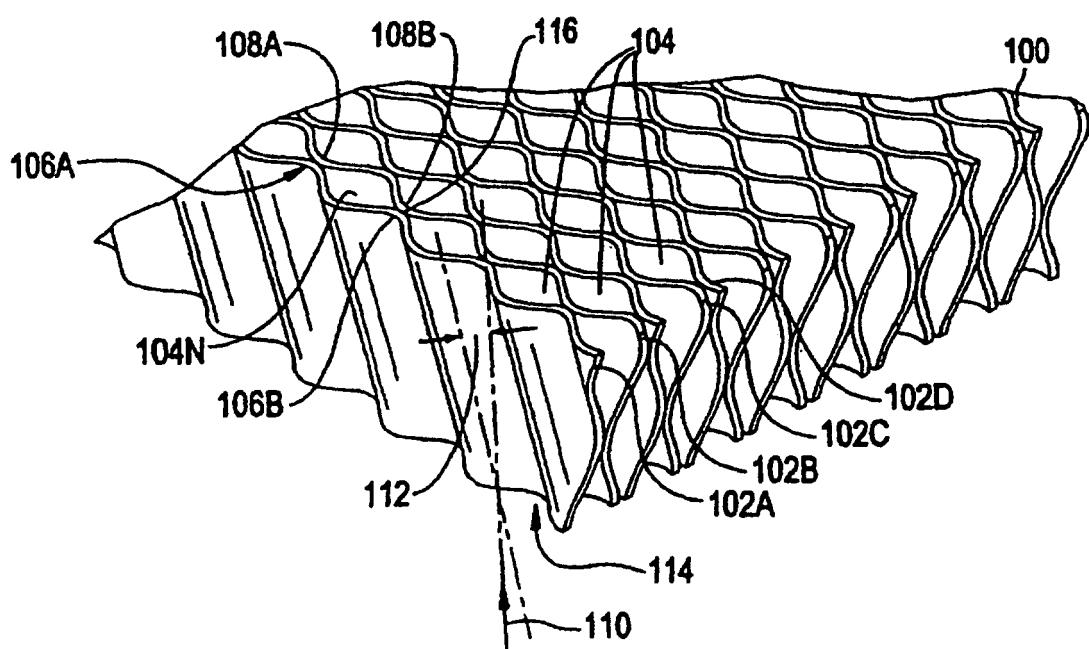


FIG. 2A

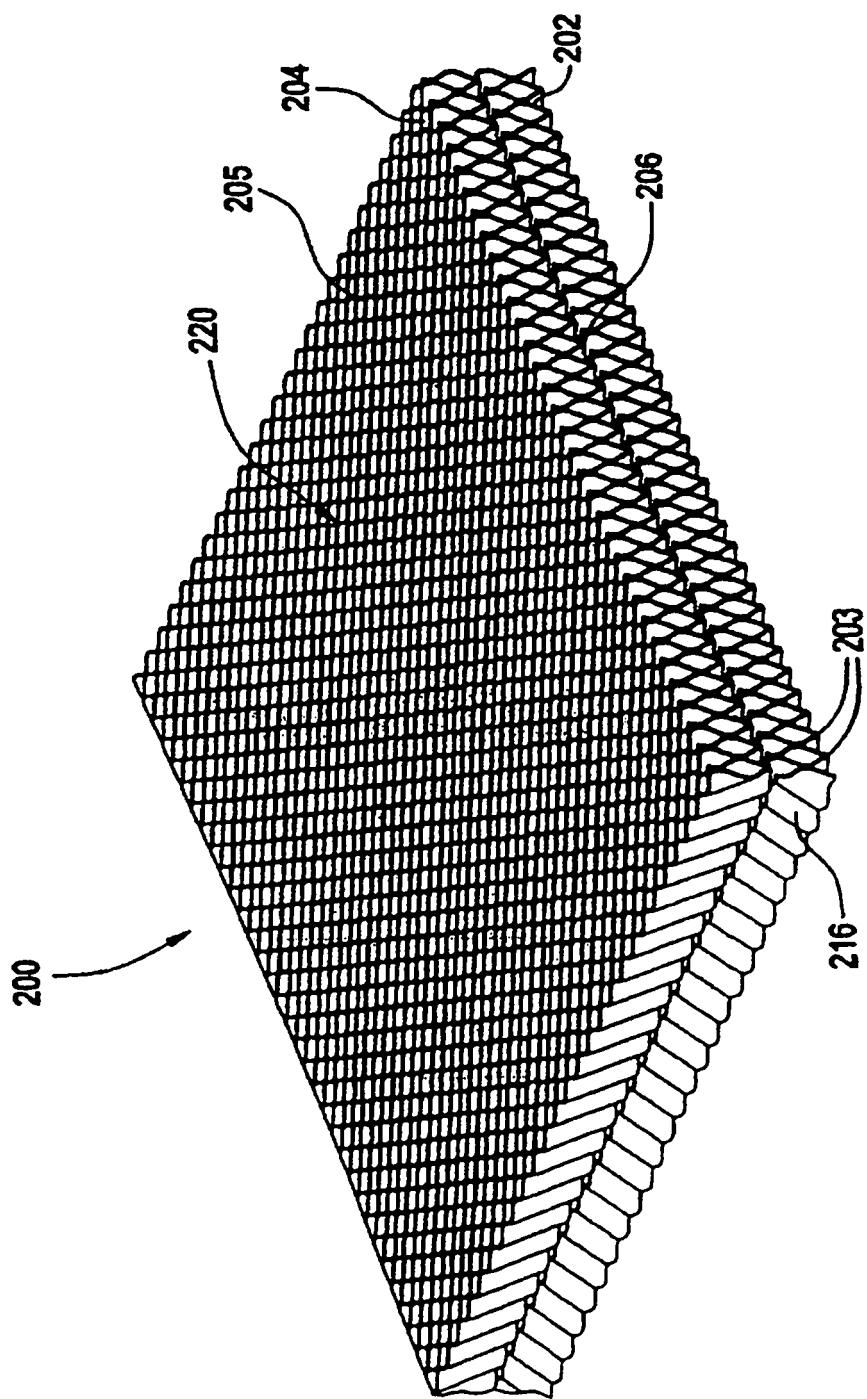


FIG. 2B

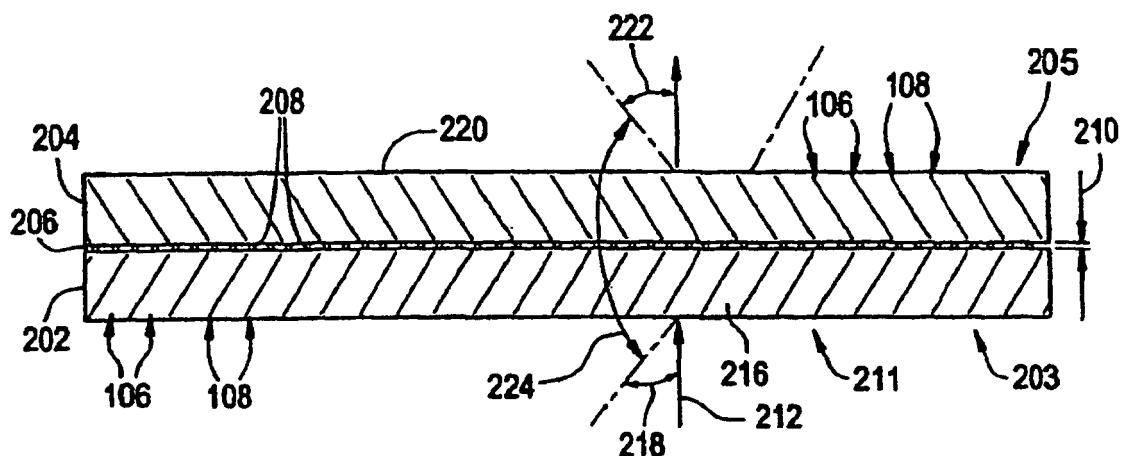


FIG. 2C

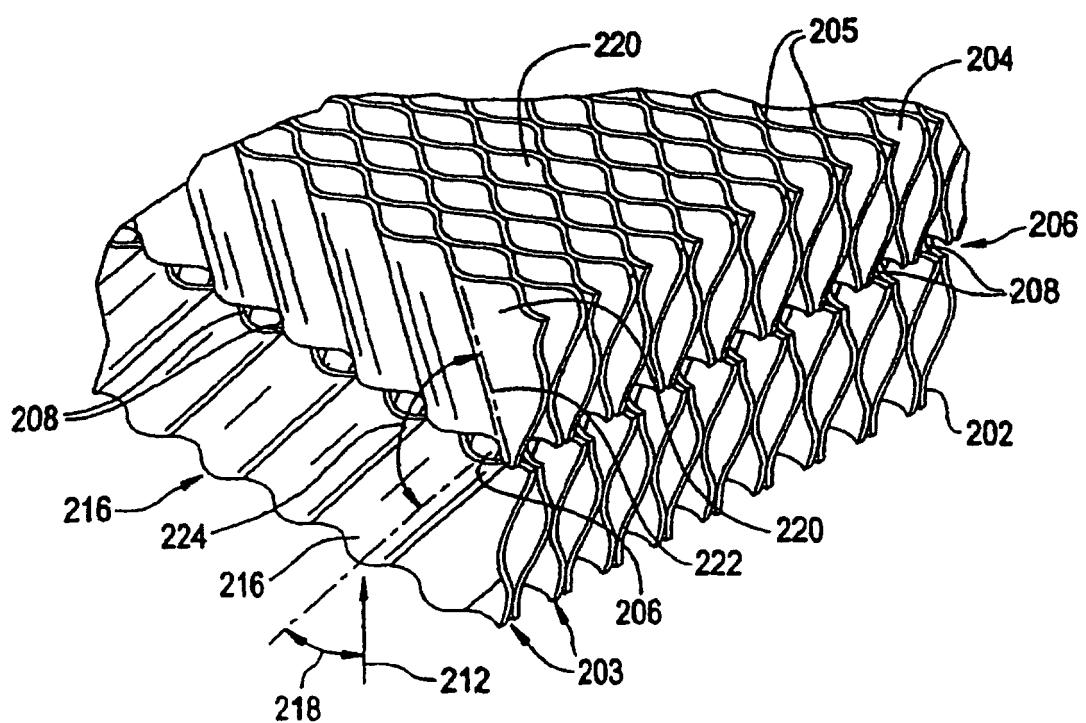


FIG. 3

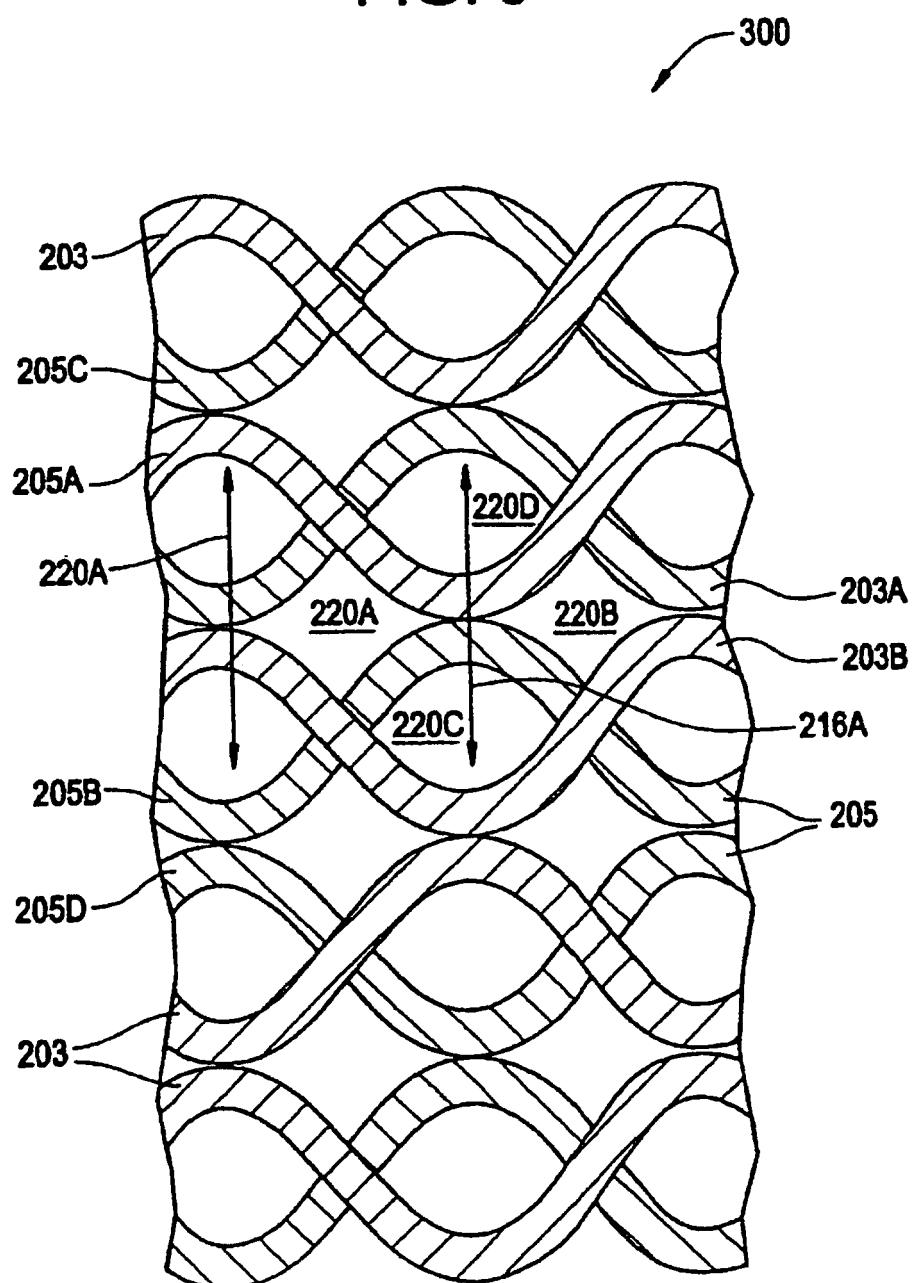


FIG. 4

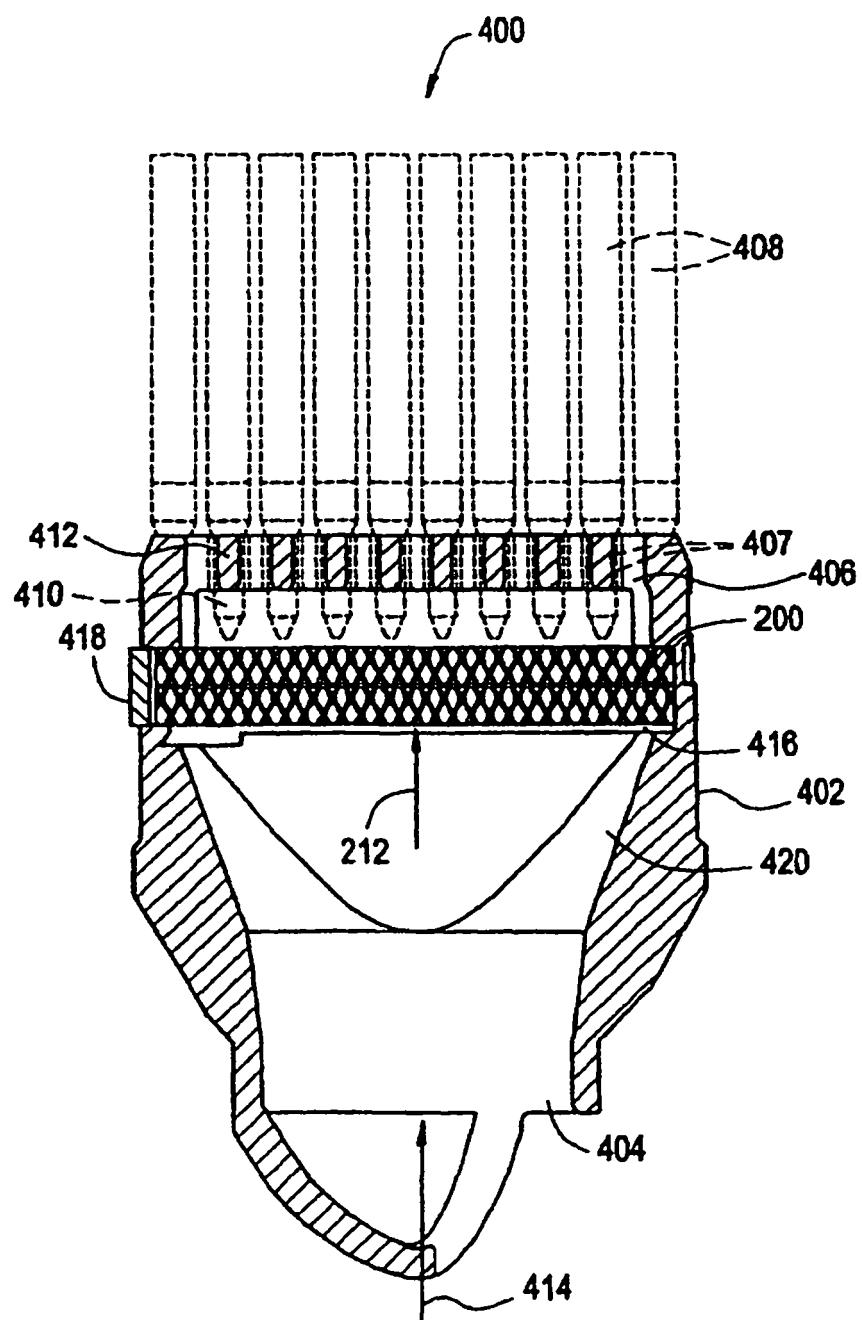


FIG. 5

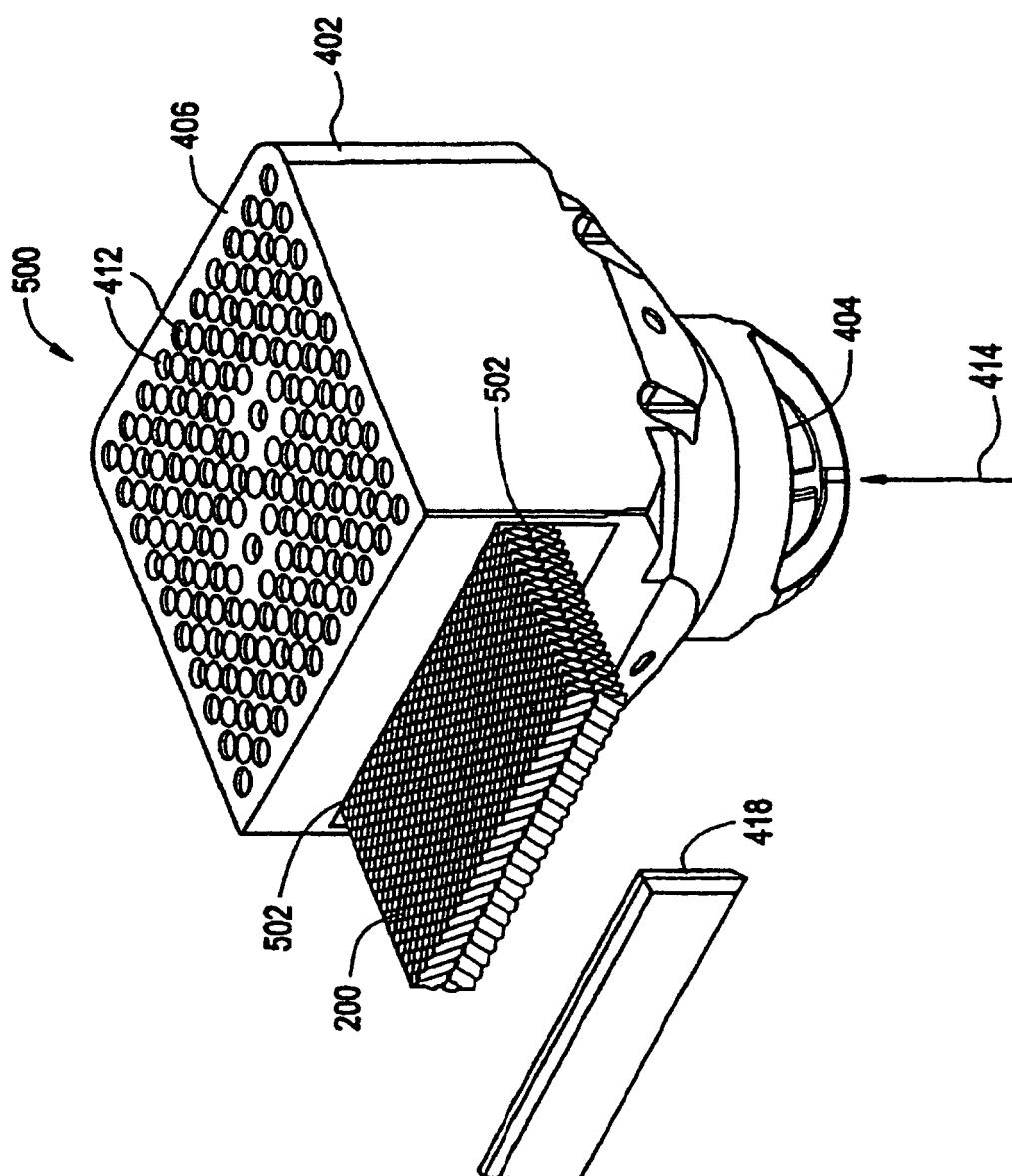


FIG. 6

