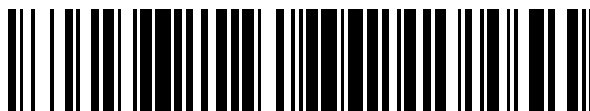


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 374 993**

51 Int. Cl.:  
**G21C 3/322** (2006.01)  
**G21C 3/356** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07793996 .5**  
96 Fecha de presentación: **12.04.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1978528**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.10.2008**

54 Título: **CONJUNTO DE COMBUSTIBLE Y SEPARADOR ENTRE ELEMENTOS INSERTABLE.**

30 Prioridad:  
**22.12.2006 RU 2006145699**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**23.02.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**23.02.2012**

73 Titular/es:  
**OPEN JOINT-STOCK COMPANY 'TVEL'**  
**UL. BOLSHAYA ORDYNKA, 24/26**  
**MOSCOW, 119017, RU y**  
**OTKRYTOE AKTSIONERNOE OBSHCHESTVO**  
**'NOVOSIBIRSKY ZAVOD**  
**KHIMKONTSENTRATOV'**

72 Inventor/es:  
**ROZHKOV, Vladimir Vladimirovich;**  
**LAVRENYUK, Petr Ivanovich;**  
**KISLITSKY, Aleksandr Antonovich;**  
**TROYANOV, Vladimir Mikhailovich;**  
**ENIN, Anatoly Alekseevich;**  
**SHUSTOV, Mstislav Aleksandrovich;**  
**USTIMENKO, Aleksandr Pavlovich;**  
**NEKHODA, Mikhail Mikhailovich;**  
**SAMOILOV, Oleg Borisovich y**  
**DOLGOV, Aleksey Borisovich**

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).

ES 2 374 993 T3

**DESCRIPCIÓN**

Conjunto de combustible y separador entre elementos insertable

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a ingeniería nuclear y se puede utilizar en estructuras de conjuntos de combustible nuclear formados de un haz de barras de combustible que están separadas y fijadas en rejillas de separación, en particular en conjuntos de combustible para reactores PWR y BWR, en el que las barras de combustible están dispuestas de acuerdo a un patrón cuadrado.

**Estado de la técnica**

10 Para garantizar una separación requerida entre las barras de combustible durante toda la vida de un conjunto de combustible, se utilizan rejillas de separación elementos que también fijan las barras de combustible en posiciones presionadas con el propósito de excluir el desgaste por ajuste de los materiales de revestimiento de las barras de combustible. Se pueden formar células de rejillas de separación, en particular, mediante placas ortogonales cruzadas o presionando a partir de piezas de tubo y conectándolas entre las mismas y con un reborde circundante mediante soldadura.

15 Para eliminar los desbordamientos cruzados entre conjuntos de combustible, sus rejillas de separación deben tener características hidráulicas próximas y situarse en niveles similares.

Para evitar que las rejillas de separación de conjuntos de combustible que topan se conecten con sobrecargas, sus rebordes están provistos de bordes de entrada.

La rigidez torsional de los tubos de guía depende de la configuración de las células en las rejillas de separación.

20 Los requisitos de ensamblado de barras de combustible, así como para facilitar la extracción de las barras de combustible durante reparaciones de un conjunto de barras de combustible es necesario usar células compatibles. Al mismo tiempo, para asegurar una rigidez torsional preestablecida, se requieren células rígidas.

Además, deben proporcionarse elementos que realizan la función de mezcla de un refrigerante en los diseños de la rejilla de separación.

25 Un conjunto de combustible que comprende rejillas de separación es conocido, en el que las rejillas de separación comprenden células formadas por tiras que cruzan de manera ortogonal, así como dispositivos remolino de flujo de refrigeración (USP 5.365.557, G 21 3/322, 15.11.1994). Las tiras de ese diseño tienen recortes conformados que están girados de manera diferente.

30 En cuanto a la esencia técnica y a los resultados obtenidos, el más cercano a esta invención es un conjunto combustible que comprende rejillas de separación dispuestas longitudinalmente a lo largo del flujo de refrigerante y que comprende células formadas por placas cruzadas ortogonales, en el que un elemento separador insertable se instala en cada célula a través de la que pasa una barra de combustible, encerrando dicho elemento separador insertable dicha barra de combustible y que está diseñando para la fijación de dicha barra de combustible que pasa a través de dicha célula (EP 01925346, G 21 C 3/34, 31.1.1986).

35 Además, en cuanto a la esencia técnica y los resultados obtenidos, el más cercano a esta invención es un elemento separador insertable que comprende una carcasa que tiene una sección transversal de octágono formada por cuatro caras que son redondeadas y convexas en la dirección desde el centro de dicho elemento y mediante cuatro caras situadas entre las mismas que tienen forma cóncava hacia el centro de dicho elemento, en el que las caras convexas están diseñadas para conectarse a una célula de la rejilla de separación y las cóncavas para la fijación a una barra de combustible (EP 1679722, G 21 C 3/344, 12.7.2006).

40 El documento EP-A1-0192534 divulga un conjunto de combustible que comprende rejillas de separación dispuestas a lo largo del conjunto a lo largo del flujo de refrigerante y que comprende células formadas por placas cruzadas ortogonales, estando dispuesto un elemento separador insertable en cada célula, a través del cual pasa una barra de combustible, abrazando dicho elemento separador la barra de combustible respectiva y fijando la barra de combustible que pasa a través de la célula.

El documento US-A-4061536 divulga un conjunto de combustible que comprende rejillas de separación, en el que la primera y la última rejillas de separación comprenden menos deflectores que las rejillas de separación entre las mismas. Además, estos deflectores están dispuestos en posiciones particulares.

En uno de los conjuntos de combustible conocidos, el elemento de separación insertable está hecho en forma de una

carcasa que sujeta de manera más fiable una barra de combustible.

Sin embargo, las superficies convexas del elemento insertable conocido son, en la práctica, nervios de refuerzo que no permiten reunir un haz de barras de combustible para asegurar la estanqueidad entre un elemento insertable y una barra de combustible, lo cual es necesario para garantizar un contacto entre una barra de combustible y un elemento de separación insertable (para evitar vibraciones).

A diferencia de una superficie convexa, una superficie plana de un elemento insertable proporciona propiedades elásticas a un elemento insertable que permiten compensar las diferencias en la geometría, desalineación de los ejes de una barra de combustible y un elemento insertable y mantener fuerzas aceptables al pasar una barra de combustible a través de una rejilla de separación y asegurar la estanqueidad del conjunto.

La presencia de placas que conecta un elemento de separación insertable con las esquinas de las células aumenta, por un lado, la rigidez de la célula en conjunto, y aumenta, por otro lado, la resistencia hidráulica de la célula debido a la formación de vórtices de flujo de refrigerante aguas abajo de la placa de unión inferior y luego en la placa de unión superior.

La separación de una barra de combustible haciendo ranuras o recortes en una carcasa resulta en la formación de elementos elásticos que no tienen la suficiente rigidez, y esto permite que el eje longitudinal de una barra de combustible se mueva, durante la operación, en relación al eje longitudinal de la célula respectiva y, en consecuencia, resulta en la flexión de esa barra de combustible.

La presencia de turbulenciadores de flujo de refrigerante "indirectos" fabricados en forma de placas de conexión y elementos elásticos, que fijan una barra de combustible, provoca una mezcla insignificante de flujo de refrigerante sólo a lo largo de esta barra de combustible, mientras que prácticamente excluye la transferencia de masa de un flujo de refrigerante entre las células adyacentes.

### **Sumario de la invención**

El objetivo de la presente invención es desarrollar y proporcionar un conjunto de combustible y un elemento de separación insertable (inserto) que tiene características mejoradas.

El logro de este objetivo permite obtener efectos técnicos en la mejora general de la rigidez de la célula y, al mismo tiempo, se reduce la flexión de las barras de combustible a lo largo de un conjunto de combustible, así como disminuye la resistencia hidráulica a un flujo de refrigerante y, al mismo tiempo, se incrementa el grado de mezcla de un flujo de refrigerante entre células adyacentes en un conjunto de combustible; la presión de contacto sobre la superficie de la barra de combustible se reduce, lo que significa menor desgaste de rozamiento de las barras de combustible.

Dichos efectos técnicos se consiguen proporcionando un conjunto de combustible de acuerdo con la reivindicación 1.

La característica distintiva de esta invención es que sólo en las rejillas de separación que están dispuestas entre la primera y la última aguas abajo del flujo de refrigerante, al menos algunas de las células, a través de las cuales pasan las barras de combustible, están provistas de deflectores diseñados para mezclar el flujo de refrigerante. En consecuencia, el grado de mezcla de un flujo de refrigerante a lo largo de la longitud de un conjunto de combustible se incrementa con la disminución de la resistencia hidráulica. La resistencia hidráulica de un conjunto de combustible se reduce debido al hecho de que los deflectores, los cuales están diseñados para mezclar un flujo de refrigerante, no se están instalados en todas las rejillas de separación, sino sólo en aquellas que están colocadas entre las rejillas de separación de extremo, es decir, en las rejillas que se colocan entre la primera y la última aguas abajo del flujo de refrigerante. De hecho, un perfil (distribución) de liberación de energía aguas debajo de un flujo de refrigerante (es decir, a lo largo de la altura del núcleo) es tal que los valores de la liberación de energía son mínimos en las secciones inferior y superior del núcleo del reactor, lo que garantiza, naturalmente, el mínimo calentamiento de un refrigerante en esas secciones. Por lo tanto, de acuerdo con esta invención, es necesario proporcionar deflectores sólo en dichas rejillas de separación.

Además, dichos deflectores están preferiblemente hechos en forma de aletas dobladas en placas cruzadas.

Preferiblemente, una longitud de las células a lo largo de su eje longitudinal se selecciona en el intervalo de 15 mm a 60 mm.

Además, un tamaño de un elemento de separación insertable dispuesto longitudinalmente en una célula se selecciona preferentemente en el intervalo de 5 mm a 20 mm.

Además, dicho elemento de separación insertable está preferentemente hecho con el contorno cerrado, en particular,

presionando desde una preforma de tubo.

5 Dichos efectos técnicos positivos también se consiguen por el hecho de que se proporciona un elemento de separación insertable, que comprende una carcasa que tiene una sección transversal de octágono formada por cuatro caras que son redondeadas y convexas en la dirección del centro de dicho elemento y por cuatro caras situadas entre las mismas que tienen la forma cóncava hacia el centro de dicho elemento, estando dichas caras convexas diseñadas para fijarse a una célula de la rejilla de separación y estando dichas caras cóncavas diseñadas para la fijación de una barra de combustible, en el que dichas caras cóncavas tienen una sección recta en sus partes centrales.

La característica distintiva de esta invención en relación con el elemento de separación insertable (inserto) es que las caras cóncavas tienen una sección recta en sus partes centrales.

10 En el resultado, el elemento de separación según la presente invención tiene las siguientes ventajas sobre el elemento insertable conocido:

15 - en comparación con las superficies que son convexas hacia el eje de la barra de combustible, las caras planas del elemento insertable de la invención crean una presión de contacto que es varias veces menor, lo que reduce el riesgo de un daño excesivo a la superficie de la barra de combustible y disminuye la posibilidad y el índice de desgaste de rozamiento en operación;

- a diferencia de una superficie convexa, la superficie plana del elemento insertable de la invención garantiza sus propiedades elásticas, permitiendo compensar las diferencias en la geometría, la desalineación de los ejes de la barra de combustible y el elemento insertable y manteniendo las fuerzas aceptables creadas al pasar la barra de combustible a través de una rejilla de separación cuando montan de manera ajustada.

20 Además, el radio de redondeo de las caras convexas está en el intervalo de 8,5 mm a 11 mm.

La sección recta está preferentemente hecha en una longitud de 0,5 mm a 1,1 mm.

### **Breve descripción de los dibujos**

25 La figura 1 muestra un conjunto de combustible; la figura 2 muestra un fragmento de una rejilla de separación, que comprende 9 células; la figura 3 muestra una célula (vista ampliada); la figura 4 muestra una sección transversal de un elemento de separación insertable (vista ampliada); la figura 5 muestra un fragmento de una placa (banda) que tiene recortes; la figura 6 muestra un fragmento de una placa (banda), que es ortogonal a la banda que se muestra en la figura 5; la figura 7 muestra un nodo de cruce mutuo de los recortes de las placas que forman células (bandas).

### **Mejor manera de realizar la invención**

30 Un conjunto de combustible 1 comprende rejillas de separación 2 que están dispuestas a lo largo de la longitud del conjunto 1 aguas debajo de un flujo de refrigerante. Las rejillas de separación 2 comprenden células 3 formadas por placas de cruce ortogonales 4. Cada célula 3, a través del cual pasa una barra de combustible 5, tiene un elemento de separación insertable 6 que abraza la barra de combustible 5 y está diseñado para la fijación de la barra de combustible 5 que pasa a través de la célula 3. Sólo en las rejillas de separación que están dispuestas entre la primera rejilla de separación 7 y la última rejilla de separación 8 aguas abajo del flujo de refrigerante, al menos algunas de las células 3, a través del cual pasan las barras de combustible 5, están provistas de deflectores 9 diseñados para mezclar el flujo de refrigerante. Los deflectores 9 están hechos de placas cruzadas 4 en forma de aletas dobladas 10. La longitud L de una célula 3 en la dirección de su eje longitudinal se selecciona en el intervalo de 15 mm a 60 mm. Un tamaño del elemento de separación insertable 6 a lo largo de la longitud L de una célula está en el intervalo de 5 mm a 20 mm. El elemento de separación insertable 6 tiene un contorno cerrado y se puede presionando una preforma de tubo. El elemento de separación insertable 6 comprende una carcasa 11, que tiene una sección transversal en forma de un octágono formado por cuatro caras 12 que son redondeadas y convexas en la dirección del centro de dicho elemento y por cuatro caras 13 situadas entre las mismas que tienen forma cóncava hacia el centro de dicho elemento. Las caras convexas 12 están diseñadas para conectarse a una célula de la rejilla de separación, y las caras cóncavas 13 están diseñadas para la fijación de una barra de combustible. El radio R de la cara convexa redondeada es de 8,5 mm a 11 mm. Las caras cóncavas 13 tienen una sección recta 14, cuya longitud h es de 0,5 mm a 1,1 mm en sus partes centrales. Las células 3 están formadas mediante la colocación mutua de las placas (bandas) 4 en las ranuras 15. Para ello, la longitud de la banda debe ser al menos la mitad de la anchura de la banda. Las ranuras 15 de las placas (bandas) 4 situadas ortogonalmente están orientadas hacia direcciones opuestas. El conjunto de combustible también comprende la boquilla superior 16, la tobera inferior 17, el tubo central 18 y los tubos de guía 19.

50 El conjunto de combustible de acuerdo con la presente invención funciona de la siguiente manera. Un refrigerante pasa a través de las células 3 y lava las superficies de las barras de combustible 5 situadas en las células. A la salida de la célula 3 el refrigerante interactúa con las aletas 10, lo que resulta en su mezcla y, en consecuencia, en la igualación de

la temperatura sobre la sección transversal del elemento de combustible.

El conjunto de combustible y el elemento de separación insertable (inserto) de acuerdo con esta invención pueden realizarse mediante cualquier procedimiento conocido con el uso de tecnologías y equipos estándar y no requieren la creación, en principio, de nuevas herramientas.

## REIVINDICACIONES

1. Conjunto de combustible (1) que comprende rejillas de separación (2, 7, 8) dispuestas a lo largo del conjunto (1) a lo largo del flujo de refrigerante y que comprende células (3) formadas por placas ortogonales cruzadas (4), en el que dichas células (3) están formadas mediante la colocación mutua de las placas cruzadas (4) en ranuras (15) que están orientadas hacia direcciones opuestas en las placas cruzadas (4) situadas ortogonalmente, y deflectores (9) diseñados para mezclar el flujo de refrigerante están dispuestos en el reborde superior de las placas cruzadas (4), estando dispuesto un elemento de separación insertable (6) en cada célula (3), a través del cual pasa una barra de combustible (5), en el que dicho elemento (6) abraza la respectiva barra de combustible (5) y está diseñado para la fijación de dicha barra de combustible (5) que pasa a través de dicha célula (3), **caracterizado porque** no en todas las rejillas de separación (2, 7, 8), sino sólo en las rejillas de separación (2) que están dispuestas entre la primera (7) y la última (8) aguas abajo del flujo de refrigerante, algunas de las células (3), a través de las cuales pasan las barras de combustible (5), están provistas de deflectores (9).
2. Conjunto de combustible (1) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho deflectores (9) están fabricados en forma de aletas dobladas (10).
3. Conjunto de combustible (1) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la longitud de la célula (3) a lo largo de su eje longitudinal se selecciona en el intervalo de 15 mm a 60 mm.
4. Conjunto de combustible (1) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la longitud de dicho elemento de separación insertable (6) a lo largo de su eje longitudinal es de 5 mm a 20 mm.
5. Conjunto de combustible (1) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho elemento de separación insertable (6) tiene un contorno cerrado.
6. Conjunto de combustible (1) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho elemento de separación insertable (6) está fabricado presionando una preforma de tubo.
7. Conjunto de combustible (1) según la reivindicación 1, en el que dicho elemento de separación insertable (6) comprende una carcasa que tiene una sección transversal de octágono formada por cuatro caras (12) que son redondeadas y convexas en la dirección desde el centro de dicho elemento (6) y por cuatro caras (13) situadas entre las mismas de forma cóncava hacia el centro de dicho elemento, estando dichas caras convexas (12) diseñadas para conectarse a una célula de la rejilla de separación (3) y estando diseñadas dichas caras cóncavas (13) para la fijación de una barra de combustible (5), **caracterizado porque** dichas caras cóncavas (13) tiene una porción recta (14) en su parte central.
8. Conjunto de combustible (1), que comprende un elemento de separación insertable (6) según la reivindicación 7, **caracterizado porque** el radio redondeado de dichas caras convexas (12) es de 8,5 mm a 11 mm.
9. Conjunto de combustible (1), que comprende un elemento de separación insertable (6) según la reivindicación 7, **caracterizado porque** la longitud de dicha porción recta (14) es de 0,5 a 1,1 mm.
10. Conjunto de combustible (1), que comprende un elemento de separación insertable (6) según la reivindicación 7, **caracterizado porque** su longitud a lo largo del eje longitudinal es de 5 mm a 20 mm .
11. Conjunto de combustible (1), que comprende un elemento de separación insertable (6) según la reivindicación 7, **caracterizado porque** tiene un contorno cerrado.
12. Conjunto de combustible (1) que comprende un elemento de separación insertable (6) según la reivindicación 7, **caracterizado porque** dicho elemento de separación insertable (6) está fabricado presionando una preforma de tubo.

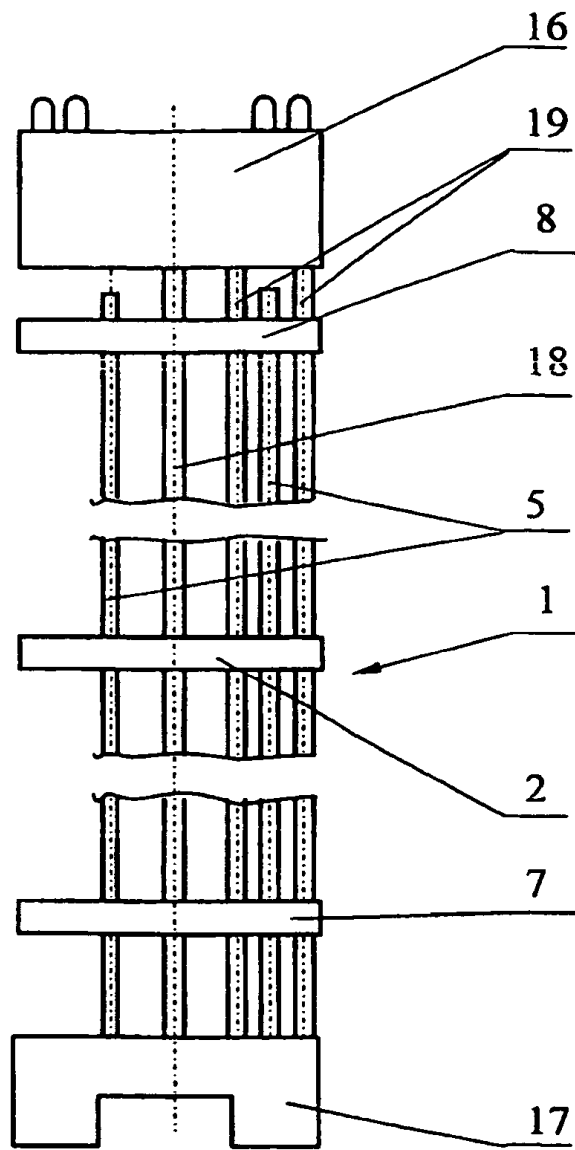


FIG.1

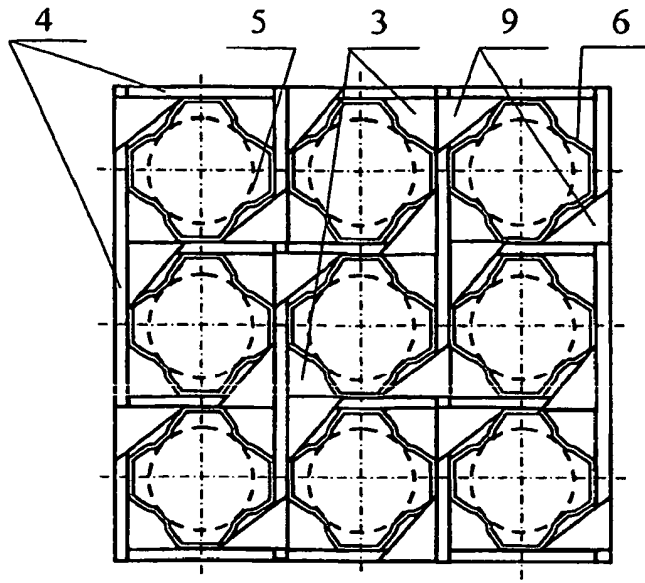


FIG. 2

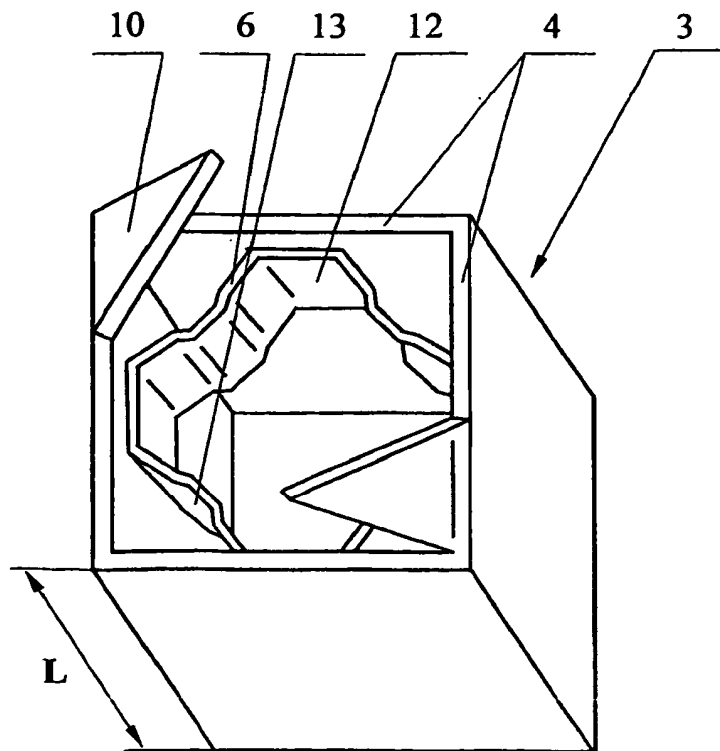


FIG. 3



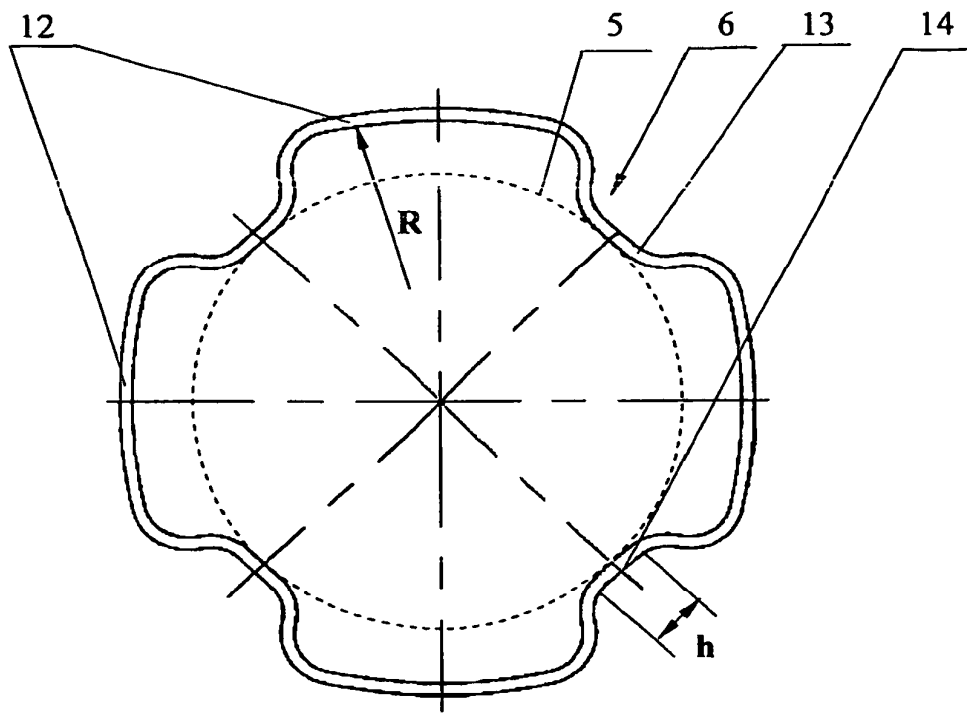


FIG.4

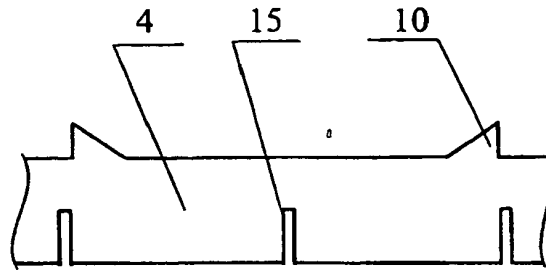


FIG. 5

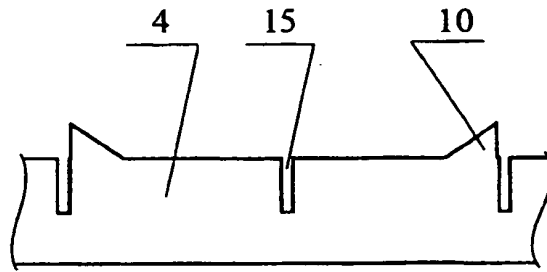


FIG. 6

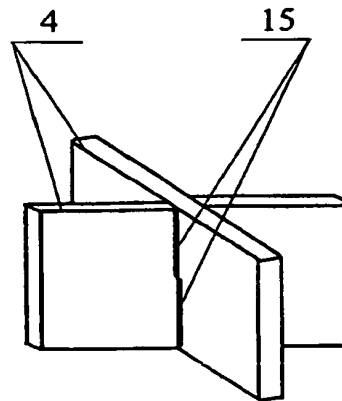


FIG. 7