



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 304 242**

51 Int. Cl.:
G21C 7/113 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02736416 .5**

86 Fecha de presentación : **07.06.2002**

87 Número de publicación de la solicitud: **1395994**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **10.03.2004**

54 Título: **Barra de control y lámina de barra de control para un reactor de agua en ebullición.**

30 Prioridad: **08.06.2001 SE 0102033**

73 Titular/es: **Westinghouse Electric Sweden AB.
721 63 Västerås, SE**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.10.2008

72 Inventor/es: **Lunden, Anders**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.10.2008

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

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

Barra de control y lámina de barra de control para un reactor de agua en ebullición.

La presente invención se refiere a una barra de control y a una lámina de barra de control para un reactor de agua en ebullición, en el que la lámina de barra de control comprende una parte del borde libre con un rebaje que comprende un orificio, una superficie del fondo y una pluralidad de salidas, dispuestas en una fila, para canales, los cuales están dispuestos para recibir un material absorbente y un elemento de recubrimiento dispuesto para ser unido a lo largo de por lo menos una sección de la parte del borde, elemento de recubrimiento el cual comprende una parte de cubierta dispuesta para cerrar herméticamente el orificio del rebaje y una parte de soporte dispuesta para, en estado montado, apoyarse contra una superficie de la pared en el rebaje y permitir la formación de, por lo menos, un paso entre las salidas de los canales en el rebaje.

Normalmente, las barras de control para reactores de agua en ebullición (BWR) comprenden una parte central y cuatro láminas de barra de control que sobresalen de la parte central, cada una de las cuales está provista formando un ángulo recto con relación a las láminas de barra de control adyacentes. Normalmente, las láminas de las barras de control convencionales están fabricadas de una chapa de un material de acero. Las láminas de las barras de control están provistas en una parte del borde libre con un rebaje fresado longitudinalmente a. Una pluralidad de canales están taladrados en el rebaje en una fila uno por encima de otro. Los canales tienen un diámetro, el cual es menor que el espesor de la chapa de metal de tal modo que se obtenga un espesor satisfactorio de la pared. Los canales se extienden desde la parte del borde libre de la lámina de barra de control hacia la parte central de las barras de control. Un material absorbente adecuado está dispuesto en los canales. Después de esto, el material absorbente se encierra enrollando juntas las patas del rebaje. Después de esto, las superficies extremas de las patas se sueldan juntas con una junta de soldadura longitudinal de tal modo que se obtenga una junta hermética y resistente a la presión del rebaje. Un rebaje relativamente profundo se debe proporcionar en la presente memoria en la parte del borde de la lámina de barra de control de tal modo que las patas tengan una longitud de tal modo que puedan ser enrolladas juntas. En estado soldado, la parte del borde libre de la lámina de barra de control en la presente memoria obtiene una forma redondeada y, por consiguiente, el material absorbente tiene que estar dispuesto a una distancia que no sea completamente despreciable de la superficie extrema de la lámina de barra de control. A fin de incrementar el efecto de la reactividad de la lámina de barra de control, será deseable que el material absorbente pueda estar dispuesto cerca de la superficie extrema.

Mediante una profilaxis publicada en "Research Disclosure" 33925/92 se muestra una lámina de barra de control la cual está provista de un rebaje cóncavo en una parte del extremo libre. A fin de cerrar herméticamente el rebaje, un elemento de recubrimiento, el cual tiene sustancialmente una forma correspondiente, se aplica en la presente memoria en el rebaje. El elemento de recubrimiento comprende una parte de cubierta, la cual cierra herméticamente el orificio del

rebaje, y una parte de soporte, la cual comprende una superficie convexa de contacto dispuesta para apoyarse en la correspondiente superficie de la pared cóncava del rebaje. El elemento de recubrimiento está fijado por medio de dos juntas soldadas longitudinales a las patas del rebaje. La parte de soporte comprende una parte achaflanada de tal modo que se forma un paso entre la superficie de la pared achaflanada de la parte de soporte y la superficie de la pared cóncava del rebaje, paso el cual conecta entre sí las salidas de los canales en el espacio. Los canales contienen un material absorbente en polvo. El paso permite un flujo de los gases de fisión, los cuales son creados durante el funcionamiento, entre los canales de tal modo que se obtiene una igualación de la presión. El elemento de recubrimiento tiene una forma que permite la disposición de dos pasos adicionales. Estos pasos adicionales están dispuestos sustancialmente inmediatamente en el interior de las juntas soldadas. Los pasos permiten la distribución de un gas protector al lado de la raíz de las juntas soldadas durante la operación de soldadura. El elemento de recubrimiento tiene en este caso una construcción relativamente complicada al mismo tiempo que un rebaje en forma cóncava resulta en que las salidas de los canales, por lo menos localmente, están colocadas relativamente a una distancia relativamente grande de la superficie extrema de la lámina de barra de control. La posibilidad de disponer el material absorbente en la proximidad de la superficie extrema de la lámina de barra de control es, por lo tanto, reducida.

Sumario de la invención

El objetivo de la presente invención es proporcionar una lámina de barra de control que presente una parte del borde libre que sea de una construcción relativamente simple de tal modo que la lámina de barra de control pueda ser fabricada a un coste bajo al mismo tiempo que la construcción de la parte del borde resulta en que la lámina de barra de control obtenga un elevado efecto de reactividad durante el funcionamiento.

Los objetivos anteriormente mencionados se alcanzan con la lámina de barra de control de la clase inicialmente mencionada, la cual está caracterizada por las características de la parte caracterizadora de la reivindicación 1. Puesto que la parte de soporte tiene un ancho que es menor que el ancho del rebaje, por lo menos en un lado de la parte de soporte, pero preferentemente en ambos lados de la parte de soporte, se obtiene un paso entre una superficie de la pared lateral de la parte de soporte y la superficie de la pared lateral en el rebaje. Un paso de este tipo permite un flujo de los gases de fisión durante el funcionamiento de tal modo que la presión entre los canales, que conducen al rebaje, se iguala. A un elemento de recubrimiento de este tipo se le puede proporcionar una forma relativamente poco complicada y por ese medio puede ser fabricado con un coste bajo. Mediante unos pasos colaterales de este tipo, el rebaje se puede hacer estrecho y las salidas de los canales se obtienen por lo tanto a una distancia relativamente corta de la superficie extrema de la lámina de barra de control. De ese modo, el material absorbente también se puede disponer a una distancia relativamente corta de la superficie extrema de la lámina de barra de control de tal modo que la lámina de barra de control consiga un elevado efecto de reactividad durante el funcionamiento.

Según la invención, la parte de soporte tiene un ancho que es menor que el ancho de las salidas de los canales. De ese modo, la parte de soporte cubre sólo parcialmente las salidas de los canales y los gases de la fisión creados pueden fluir pasando por la parte de soporte y a través del paso a canales adyacentes. De forma ventajosa, la parte de soporte tiene una extensión continua a lo largo de la longitud completa del elemento de recubrimiento. Un elemento de fijación, el cual comprende una parte de soporte con una extensión continua, tiene un perfil de la sección transversal sustancialmente constante a lo largo de su extensión, lo cual permite una fabricación simple a un coste bajo. Un elemento de fijación de este tipo proporciona también un montaje simple puesto que no se necesita hacer una adaptación particular de la parte de soporte en relación con las salidas de los canales para obtener una función satisfactoria. El elemento de recubrimiento tiene un perfil de la sección transversal sustancialmente en forma de T. De forma ventajosa, un elemento de recubrimiento en forma de T comprende una parte superior de la cubierta con un perfil de la sección transversal sustancialmente rectangular con un ancho, el cual cubre sustancialmente el orificio del rebaje y un espesor, que permite un cierre hermético resistente a la presión del rebaje. De forma ventajosa, la parte de soporte también tiene un perfil de la sección transversal sustancialmente rectangular con una extensión que se extiende perpendicularmente hacia abajo en el rebaje desde una parte central de la parte de cubierta. Un elemento de recubrimiento en forma de T de este tipo es simple de fabricar.

Según la invención, la parte de soporte presenta una superficie de contacto sustancialmente plana dispuesta para apoyarse en la correspondiente superficie del fondo plana del rebaje. Con una superficie de contacto plana, no se obtienen cavidades del espacio en el área de contacto. Las cavidades locales de este tipo incrementan la distancia desde las salidas de los canales hasta la superficie extrema de la lámina de barra de control y por lo tanto la distancia del material absorbente a la superficie extrema. La superficie del fondo del rebaje puede estar formada como una muesca en las áreas, las cuales se extienden entre las salidas de los canales. Preferentemente, dicha muesca tiene en la presente memoria un ancho que corresponde al ancho de la parte de soporte. De ese modo, la parte de soporte del elemento de recubrimiento obtiene de un modo simple una colocación correcta y estable en el rebaje durante el montaje. Por consiguiente, la parte de la cubierta del elemento de recubrimiento cubre sustancialmente un orificio del rebaje en dicha posición. Sin embargo, con una colocación de este tipo, se pueden obtener hendiduras estrechas entre los bordes del elemento de recubrimiento y las patas del rebaje. Dichas hendiduras facilitan una soldadura de los bordes del elemento de recubrimiento a las superficies interiores de las patas cuando las hendiduras permiten la distribución de un gas protector al paso de tal modo que el gas protector puede actuar contra el lado inferior de la soldadura formada.

Según otra forma de realización preferida de la invención, el elemento de recubrimiento está fijado a la parte del borde de la lámina de barra de control mediante dos juntas soldadas longitudinales. De forma ventajosa, tales juntas soldadas se pueden conseguir mediante un quemador de gas inerte de tungsteno TIG. Por consiguiente, un elemento de recubrimiento

en forma de T proporciona un paso a cada lado de la parte de soporte. De ese modo, los pasos permiten además la igualación de la presión durante el funcionamiento una distribución también del gas inerte al lado inferior de la soldadura durante la operación de soldadura. Mediante un suministro de este tipo de un gas inerte, se asegura que las juntas de soldadura se forman con una elevada calidad.

Según otra forma de realización preferida de la presente invención, dicho material absorbente consta de cuerpos sólidos absorbentes. De forma ventajosa, los cuerpos sólidos absorbentes tienen forma de varilla y tienen un perfil circular de la sección transversal. Dichos cuerpos sólidos absorbentes tienen la ventaja en relación con el material absorbente en polvo de que el material absorbente en la presente invención no corre el riesgo de ensortijarse hacia arriba durante la operación de soldadura y de que se mezclen en la junta soldada. De forma ventajosa, dichos cuerpos sólidos absorbentes comprenden carburo de boro. El carburo de boro es el material absorbente más frecuente y puede ser presionado para formar varillas sólidas absorbentes por medio de un proceso de prensadura isostática en caliente (HIP). Alternativamente, pueden ser utilizadas varillas absorbentes de hafnio. Una o varias varillas absorbentes pueden estar dispuestas en cada uno de los canales. Cuando las varillas absorbentes de carburo de boro absorben la radiación de neutrones, se dilatan. A fin de permitir una dilatación de la varilla absorbente en una dirección axial en el canal, puede estar dispuesto un resorte lo más alejado posible en la parte posterior del canal. De ese modo, el extremo exterior de la varilla absorbente puede estar provisto relativamente en la proximidad del elemento de recubrimiento sin que la varilla absorbente corra el riesgo de deformar el elemento de recubrimiento durante una dilatación axial.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, se describe un ejemplo de una forma de realización preferida de la invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1 muestra una vista esquemática en perspectiva de una barra de control para un reactor de agua en ebullición,

la figura 2 muestra una parte del borde de una lámina de barra de control y un elemento de recubrimiento según la presente invención,

la figura 3 muestra una vista en sección a lo largo de la línea A-A de la figura 2, y

la figura 4 muestra una vista en sección de una parte del borde de una lámina de barra de control provista de un elemento de recubrimiento montado.

Descripción detallada de una forma de realización de la invención

La figura 1 muestra una barra de control 1 para controlar un flujo de neutrones en un reactor de agua en ebullición (BWR). La barra de control 1 comprende cuatro láminas de barra de control 2, las cuales están dirigidas en ángulo recto con relación a las láminas adyacentes de barra de control 2. Las láminas de barra de control 2 comprenden una pluralidad de canales taladrados 3 uno encima de otro, en fila, los cuales se extienden entre una parte del borde libre de las láminas de barra de control 2 y un centro, en donde se encuentran las láminas de barra de control 2. Las láminas de barra de control 2 están fabricadas de un material de plancha, el cual preferentemente es acero y tiene un espesor de 7-8 mm. Los canales 3, los

cuales están taladrados en las láminas en la barra de control 2 pueden tener un diámetro de 5-6 mm.

La figura 2 muestra tanto una parte del borde de una lámina de barra de control 2 antes de que quede encerrada como un elemento de recubrimiento 4 para cerrar herméticamente la parte del borde. Por consiguiente, la lámina de barra de control comprende un material de chapa, la superficie extrema libre del cual está provista de un primer carril en forma de U 5 por medio de una operación de fresado. El primer carril 5 tiene un ancho constante durante su extensión sustancialmente a lo largo de la superficie extrema libre completa del material de chapa. A continuación, un segundo carril en forma de U más estrecho 6 ha sido fresado centralmente en el primer carril en forma de U 5. El segundo carril 6 tiene también un ancho constante durante su extensión a lo largo sustancialmente de la superficie extrema libre completa del material de chapa. Los carriles en forma de U primero 5 y segundo 6 forman juntos un rebaje 7 en la parte del extremo libre de la lámina de barra de control 2. El rebaje 7 está limitado lateralmente por las patas 8 que tienen un espesor adecuado de la pared. Después o antes de la fabricación del rebaje 7, un gran número de canales rectos 3 con una sección transversal circular han sido taladrados en la lámina de barra de control 2. Por consiguiente, los canales 3 se extienden entre la parte del borde libre de la lámina de barra de control 2 y un centro, en donde las láminas de barra de control 2 se encuentran. Los canales 3 tienen un diámetro, el cual es menor que el ancho del primer carril en forma de U 5 pero el cual es mayor que el ancho del segundo carril en forma de U 6. El segundo carril en forma de U 6 dispuesto centralmente por lo tanto obtiene únicamente una extensión en las áreas de la superficie 9 las cuales están formadas entre las salidas de los canales 3 y el rebaje 7. La figura 2 muestra las salidas de seis canales taladrados 3. Los tres canales colocados más bajos 3 han sido provistos de material absorbente en forma de varillas sólidas absorbentes 10, las cuales, con ventaja, están fabricadas de carburo de boro. Las varillas absorbentes 10 tienen un diámetro menor que los canales 3 de tal modo que se permite que se dilaten radialmente cuando están sometidas a radiación durante el funcionamiento. Un resorte, el cual no está representado en las figuras, está dispuesto lo más alejado posible en la parte posterior de los canales 3 de tal modo que las varillas absorbentes 10, con una presión elástica, son mantenidas en la dirección hacia las salidas de los canales. Se permite que las varillas absorbentes 10 se dilaten axialmente en los canales 3 contra la acción del resorte. Las varillas absorbentes 10 comprenden un achaflanado 11 de tal modo que su espesor disminuye en el extremo exterior. Puesto que la superficie extrema de las varillas absorbentes 10 está también sometida a radiación, las varillas absorbentes están sometidas a la mayor dosis de radiación en el extremo exterior. Mediante un achaflanado de este tipo 11, se asegura que la varilla absorbente 10 en esta área no obtenga una extensión radial de tal modo que la varilla absorbente 10 se apoye contra la pared que rodea al canal.

Por lo tanto, la figura 2 muestra también el elemento de recubrimiento 4 el cual está dispuesto para cerrar herméticamente el rebaje 7 de tal modo que la lámina de barra de control 2 obtenga una superficie extrema exterior uniforme. El elemento de recubrimiento 4 comprende una longitud, la cual corres-

ponde a la longitud del rebaje 7 y tiene una parte de la cubierta 12, la cual tiene un ancho que corresponde al ancho del primer carril en forma de U 5. La superficie superior de la parte de cubierta 12 está dispuesta para formar sustancialmente la superficie extrema de la lámina de barra de control en un estado montado. Una parte de soporte 13 del elemento de recubrimiento 4 está marcado en la figura 2 mediante líneas discontinuas. La parte de soporte 13 tiene una extensión continua a lo largo de la longitud completa del elemento de recubrimiento 4 y tiene un ancho el cual sustancialmente corresponde al ancho del segundo carril 6.

La figura 3 muestra una vista en sección a lo largo de la línea A-A de la figura 2. En la presente memoria, el primer carril en forma de U 5 y el diseño y la profundidad de segundo carril en forma de U 6 son más evidentes que en la figura 2. El elemento de recubrimiento 4 tiene un perfil de la sección transversal sustancialmente en forma de T. La parte de cubierta 12 del elemento de recubrimiento 4 comprende un área de la sección transversal superior sustancialmente rectangular con un espesor de la pared dimensionado para encerrar los gases de fisión con una presión específica y con un ancho el cual sustancialmente corresponde al ancho del orificio del rebaje 7. La parte de soporte 13 del elemento de recubrimiento 4 comprende un área de la sección transversal inferior sustancialmente rectangular, la cual tiene un ancho que sustancialmente corresponde con el ancho del segundo carril en forma de U 6. La parte de soporte 13 tiene una altura de tal modo que una superficie plana de contacto inferior 14 se apoya en una superficie plana inferior correspondiente 15 del segundo carril en forma de U 6 cuando la superficie superior de la parte de cubierta 12 está a nivel con la superficie extrema de las patas 8. Una varilla absorbente 10 provista de un achaflanado 11 en el extremo está dispuesta en el canal 3.

La figura 4 muestra una vista en sección transversal de una parte del borde de una lámina de barra de control 2 con un elemento de recubrimiento 4 montado. Puesto que la parte de soporte 13 tiene un ancho el cual es menor que el ancho del rebaje 7, se obtienen pasos 16 a ambos lados de la parte de soporte 13, los cuales se extienden a lo largo del rebaje 7. Los pasos 16 conectan las salidas de los canales 3 entre sí y de ese modo permiten el flujo de los gases de fisión entre los canales 3 durante el funcionamiento. La sobre presión, que es creada por los gases de fisión durante el funcionamiento, puede ser distribuida de ese modo de forma sustancialmente uniforme entre todos los canales 3, lo cual conduce al espacio 7 de la lámina de barra de control 2.

El segundo carril en forma de U 6 por lo tanto tiene un ancho, el cual sustancialmente corresponde al ancho de la parte de soporte 13. De ese modo, el elemento de recubrimiento 4, durante el montaje, obtiene una colocación estable en el rebaje 7 de tal modo que se forman hendiduras uniformes estrechas a ambos lados del elemento de recubrimiento 4 entre los bordes de la parte de cubierta 12 y las patas 8 del rebaje 7. Tales hendiduras permiten la distribución de un gas protector en los pasos 16 durante una operación de soldadura de los bordes de la parte de cubierta 12 a las superficies interiores de las patas 8. El elemento de recubrimiento 4 está fijado en la presente memoria en los rebajes 7 por medio de dos juntas soldadas longitudinales 17. De forma ventajosa, tales juntas sol-

dadas 17 pueden estar provistas con un quemador de gas inerte de tungsteno TIG. Por consiguiente, un elemento de recubrimiento en forma de T 4 proporciona un paso 16 a ambos lados de la parte de soporte 13. Los pasos 16 permiten, además de la igualación de la presión anteriormente mencionada durante el funcionamiento, también de ese modo una distribución de un gas inerte al lado de la raíz de la junta soldada durante la operación de soldadura. Mediante un sumi-

nistro de un gas inerte de este tipo, se asegura que las juntas soldadas 17 se obtengan con una gran calidad.

La presente invención no está limitada en modo alguno a la forma de realización representada en los dibujos sino que se puede modificar libremente dentro del alcance de las reivindicaciones. El rebaje no tiene que consistir necesariamente en dos carriles en forma de U sino que puede tener una forma sustancialmente arbitraria pero funcional.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Lámina de barra de control para un reactor de agua en ebullición, en el que la lámina de barra de control (2) comprende una parte del extremo libre con un rebaje (7) que comprende un orificio, una superficie del fondo (15) y una pluralidad de salidas, dispuestas en una fila, para unos canales (3), los cuales están dispuestos para recibir un material absorbente (10) y un elemento de recubrimiento (4) dispuesto para ser unido a lo largo de por lo menos una sección de la parte del borde, cuyo elemento de recubrimiento (4) comprende una parte de cubierta (12) dispuesta para cerrar herméticamente el orificio del rebaje (7) y una parte de soporte (13) dispuesta para que, en un estado montado, se apoye contra una superficie de la pared en el rebaje (7) y que permita la formación de por lo menos un paso (16) entre las salidas de los canales (3) en el rebaje (7), **caracterizada** porque la parte de soporte (13) tiene un ancho inferior al ancho del rebaje (7) y una superficie de contacto sustancialmente plana (14) la cual está dispuesta para apoyarse contra la correspondiente superficie plana del fondo (15) del rebaje (7), en el que el ancho de la parte de soporte (13) es inferior al ancho de las salidas de los canales (3) y en el que el elemento de recubrimiento (4) presenta un perfil de la sección transversal sustancialmente en forma de T.

2. Lámina de barra de control según la reivindica-

ción 1, **caracterizada** porque la parte de soporte (13) presenta una extensión continua a lo largo de la longitud completa del elemento de recubrimiento (4).

3. Lámina de barra de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la superficie del fondo (15) está conformada como una muesca (6) en las áreas (9) que se extienden entre las salidas del canal (3).

4. Lámina de barra de control según la reivindicación 3, **caracterizada** porque la muesca (6) tiene un ancho el cual corresponde sustancialmente al ancho de la parte de soporte (13).

5. Lámina de barra de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque el elemento de recubrimiento (4) está unido a la parte del borde de la lámina de la barra de control (2) mediante dos juntas soldadas longitudinales (17).

6. Lámina de barra de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque dicho material absorbente consiste en cuerpos sólidos absorbentes (10).

7. Lámina de barra de control según la reivindicación 6, **caracterizada** porque dichos cuerpos sólidos absorbentes (10) comprenden carburo de bordo.

8. Barra de control para un reactor de agua en ebullición que comprende por lo menos una lámina de barra de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

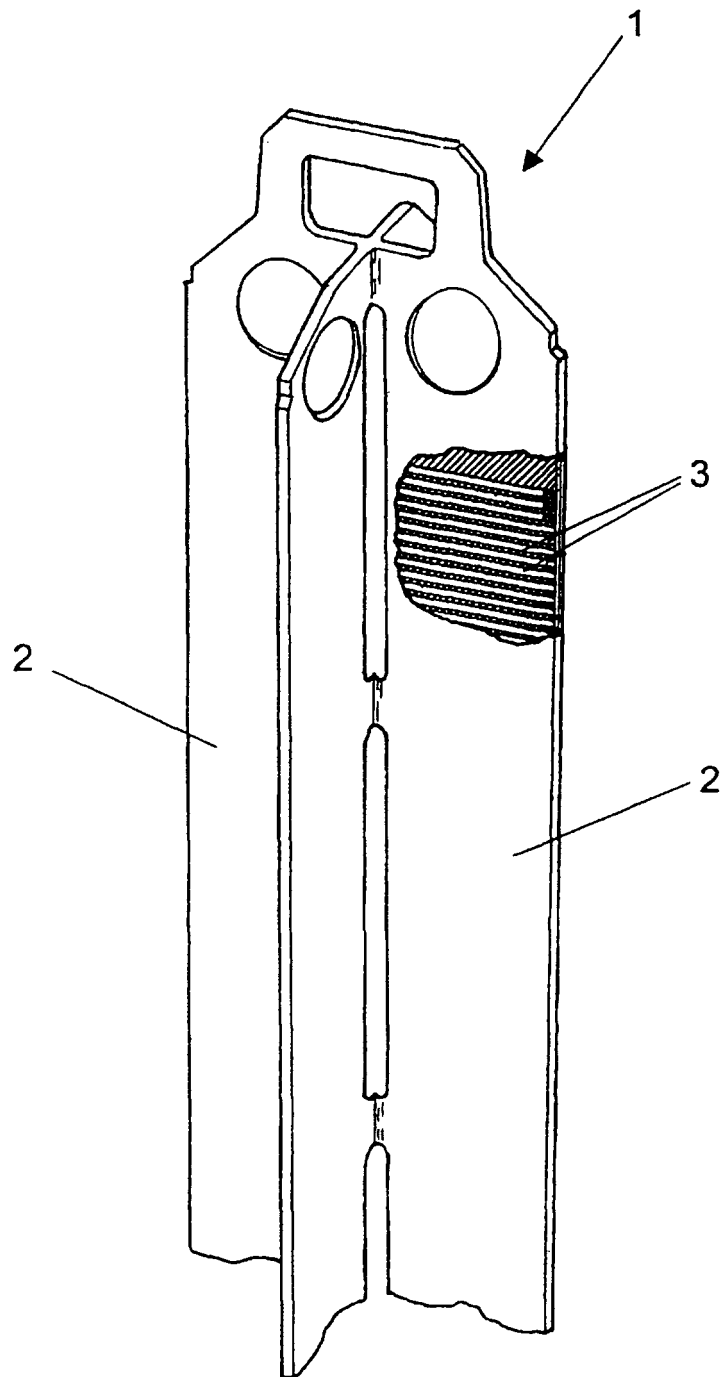


Fig 1

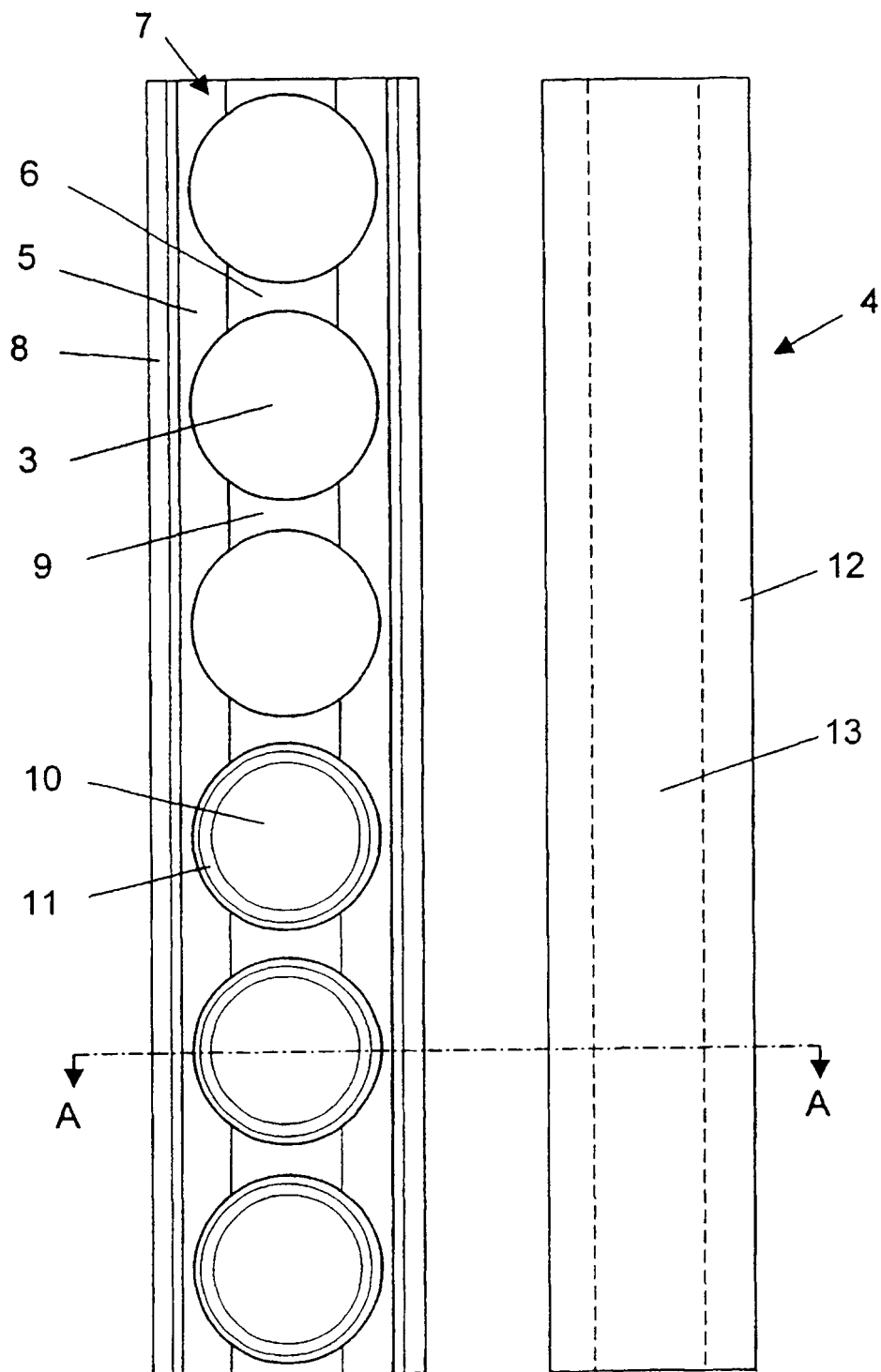


Fig 2

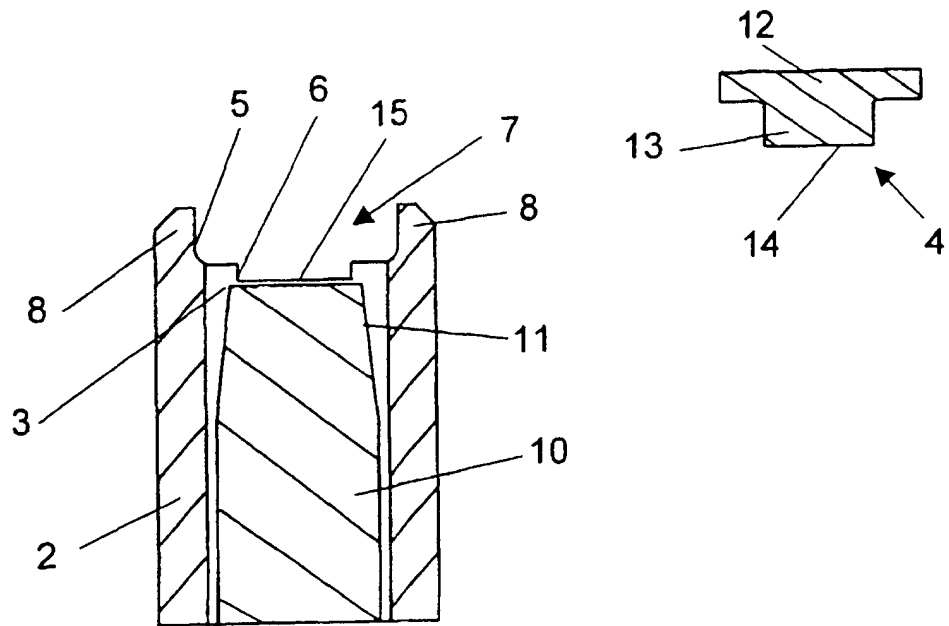


Fig 3

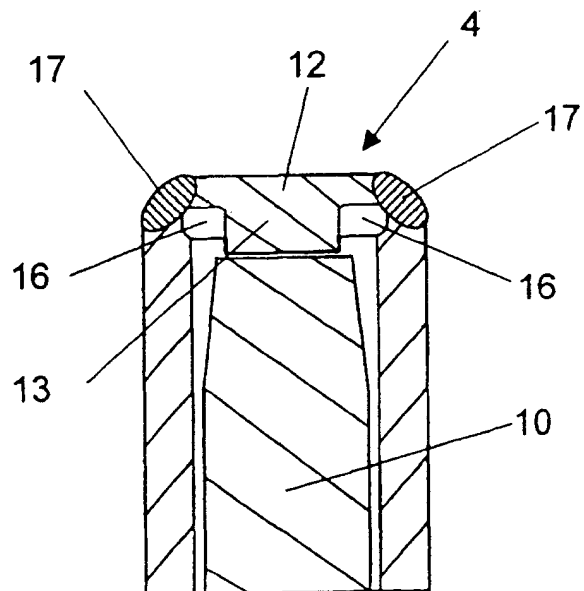


Fig 4