



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 290 307**

(51) Int. Cl.:
G21C 3/18 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **02736415 .7**

(86) Fecha de presentación : **07.06.2002**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1395993**

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

(54) Título: **Varilla de combustible para una central nuclear y un muelle de espaciamento para estar previsto en dicha varilla de combustible.**

(30) Prioridad: **08.06.2001 SE 0102034**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.02.2008

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.02.2008

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

(72) Inventor/es: **Helmersson, Sture**

(74) Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 290 307 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

Varilla de combustible para una central nuclear y un muelle de espaciamiento para estar previsto en dicha varilla de combustible.

Antecedentes de la invención y técnicas conocidas

La presente invención se refiere a una varilla de combustible para una central nuclear y un muelle de espaciamiento dispuesto para proporcionarse en una varilla de combustible. La varilla de combustible comprende un tubo de recubrimiento sellado mediante un primer tapón terminal en un primer extremo y un segundo tapón terminal en un segundo extremo, una pluralidad de pastillas de combustible agrupadas entre sí en el interior del tubo de recubrimiento de tal modo que configuran una columna de pastillas y un muelle de espaciamiento dispuesto en un espacio de la varilla de combustible a fin de, por lo menos durante el transporte, sujetar la columna de pastillas con la fuerza del muelle hacia el segundo extremo del tubo de recubrimiento y en la que el muelle de espaciamiento comprende una primera parte de longitud variable dispuesta para venir a tope contra la pastilla de combustible dispuesta en la parte superior de la columna de pastillas con una sección terminal y una segunda parte dispuesta para permitir el acoplamiento del muelle de espaciamiento contra una superficie interior del tubo de recubrimiento mediante una presión orientada radialmente hacia el exterior.

Los muelles de espaciamiento se disponen en varillas de combustible a fin de sujetar las pastillas de combustible, que se disponen en el interior del tubo de recubrimiento, en su lugar durante el transporte, que se produce antes de que las varillas de combustible se dispongan en un recipiente de un reactor nuclear. Durante el transporte, las varillas de combustible se disponen por lo menos parcialmente en una posición horizontal y la función del muelle de espaciamiento es evitar que la columna de pastillas se desplace completa o parcialmente en el interior del tubo de recubrimiento. Si se produce dicho desplazamiento de la columna de pastillas, existe el riesgo que una o diversas pastillas de combustible se inclinen en el interior del tubo de recubrimiento y cuando se dispongan las varillas de combustible en una posición vertical en el interior del recipiente del reactor nuclear dichas pastillas de combustible inclinadas impidan que la columna de pastillas se desplace hasta una posición correcta para el funcionamiento. Por consiguiente, la función del muelle de espaciamiento es evitar que se produzca dicho desplazamiento o una fragmentación de la columna de pastillas durante el transporte.

Durante el funcionamiento de una central nuclear, los gases de fisión se acumulan en el espacio que se encuentra por encima de las pastillas de combustible en el tubo de recubrimiento. Por lo tanto, el muelle de espaciamiento, que se dispone en dicho espacio debe utilizar un volumen tan reducido como resulte posible a fin de no limitar el espacio de los gases de fisión. Otra ventaja de utilizar un muelle de espaciamiento es que se puede disponer a una distancia del extremo superior del tubo de recubrimiento en la que se suelda normalmente un tapón terminal para sellar el tubo de recubrimiento. Por este motivo, no se han de tomar medidas especiales destinadas a evitar que el material del muelle se funda y se mezcle con el material del tubo de recubrimiento en la junta de soldadura realizada. Ello aumenta asimismo el espacio destinado a los gases de fisión aparte de reducir los costes.

Se han desarrollado muelles de espaciamiento que permiten el acoplamiento del muelle de espaciamiento con el interior del tubo de recubrimiento a una distancia apropiada por encima de la columna de pastillas de tal modo que la parte elástica del muelle pueda actuar contra la pastilla superior de la columna de pastillas a fin de sujetar la columna de pastillas en su lugar en la varilla de combustible durante el transporte. El documento JP 10020061 da a conocer un ejemplo de dicho muelle de espaciamiento. Durante el funcionamiento de una central nuclear, se calientan las pastillas de combustible y la columna de pastillas se alarga. La parte de longitud variable del muelle de espaciamiento se comprime de este modo y la presión del muelle de espaciamiento contra el interior del tubo de recubrimiento aumenta hasta que la fricción de la superficie de contacto entre el muelle de espaciamiento y el interior del tubo de recubrimiento se supera de tal modo que se libera el muelle de espaciamiento. Si el muelle de espaciamiento no pierde su sujeción en el interior del tubo de recubrimiento antes de que la presión resulte demasiado elevada, existe el riesgo de que se deforme el tubo de recubrimiento.

Sumario de la invención

El objetivo de la presente invención es proporcionar una varilla de combustible para una central nuclear que presente un muelle de espaciamiento, al mismo tiempo con una construcción relativamente simple, con un volumen reducido y que realice una función de garantice que afloje su presión contra el interior del tubo de recubrimiento antes de que se produzca una presión en el contacto superficial que signifique un riesgo de deformar el tubo de recubrimiento.

Dicho objetivo se alcanza mediante el muelle de espaciamiento del tipo definido inicialmente, que se caracteriza porque el muelle de espaciamiento comprende una tercera parte que permite liberar el acoplamiento de la segunda parte del muelle de espaciamiento durante el funcionamiento de la central nuclear. Debido a que el muelle de espaciamiento no desempeña función alguna durante el funcionamiento, resulta importante evitar que la presión del muelle de espaciamiento contra el tubo de recubrimiento por lo menos no supere un nivel de presión en el que exista el riesgo de deformación del tubo de recubrimiento. Dicha tercera parte del muelle de espaciamiento, que permite liberar el acoplamiento de la segunda parte del muelle de espaciamiento en el tubo de recubrimiento, se activará apropiadamente mediante un parámetro relacionado con el funcionamiento. Dicho parámetro relacionado con el funcionamiento puede ser la longitud de la columna de pastilla, que aumenta consecuentemente a causa del incremento de temperatura.

Debido a que una columna de pastillas comprende habitualmente relativamente muchas pastillas de combustible (del orden de 300 a 400 pastillas de combustible con una altura de aproximadamente 1 cm), la variación de la longitud de la columna de pastillas puede resultar relativamente grande durante el funcionamiento.

5 Según una forma de realización preferida de la presente invención, dicha tercera parte permite dicha liberación cuando la primera parte de longitud variable del muelle de espaciamiento se comprime hasta que se encuentra por debajo de una longitud específica. Por consiguiente, debido a que la primera parte del muelle de espaciamiento presenta una parte terminal, que se acopla con la pastilla de combustible superior de la columna de pastillas, se comprime la primera parte cuando se calienta y se alarga la columna de pastillas durante el funcionamiento. La compresión de la primera parte del muelle de espaciamiento durante el funcionamiento proporciona una presión incrementada en la superficie de contacto entre la segunda parte del muelle de espaciamiento y el tubo de recubrimiento. Al iniciarse dicha liberación cuando la primera parte se encuentra por debajo de una longitud específica, se limita la presión, que el muelle de espaciamiento ejercerá asimismo contra la superficie de contacto en el tubo de recubrimiento. Al elegir apropiadamente dicha longitud específica se garantiza que la presión de la superficie de acoplamiento no supere el nivel de presión en el que existe el riesgo de que se deforme el tubo de recubrimiento. La liberación del acoplamiento de la segunda parte del muelle de espaciamiento provoca un desplazamiento en dirección ascendente del muelle de espaciamiento en el tubo de recubrimiento. Preferentemente, dicha tercera parte comprende una sección de retención dispuesta para que se realice el contacto con la pastilla dispuesta en la zona superior de la columna de pastillas cuando se comprime dicha primera parte hasta dicha longitud específica. Si la columna de pastillas se alarga de tal modo que la primera parte se comprime hasta que se encuentra por debajo de dicha longitud específica, la columna de pastillas desplaza la sección de retención en dirección ascendente. De este modo, se obtiene el desplazamiento de la tercera parte, que se puede utilizar para liberar el acoplamiento de la segunda parte del muelle de espaciamiento. La presión de la segunda parte contra el interior del tubo de recubrimiento disminuye de este modo tanto que se puede superar la fricción en la superficie de contacto y liberarse el muelle de espaciamiento y desplazarse en dirección ascendente en el tubo de recubrimiento.

Según otra forma de realización preferida de la presente invención, la segunda parte comprende un elemento de alambre que presenta una extensión helicoidal con un diámetro exterior de tal tamaño que se proporciona dicha presión orientada radialmente hacia el exterior contra la superficie interior del tubo de recubrimiento. Por consiguiente, la segunda parte presenta, cuando se encuentra sin cargar, un diámetro exterior que supera el diámetro interior del tubo de recubrimiento. Por lo tanto, para instalar el muelle de espaciamiento en el tubo de recubrimiento, el diámetro de la segunda parte se ha de reducir mediante una herramienta apropiada. Alternativamente, el tubo de recubrimiento ha de realizar dicha compresión y el muelle de espaciamiento se ha de instalar oponiéndose a la resistencia de fricción. Evidentemente, se puede disminuir la resistencia de fricción girando el muelle en la dirección ascendente del muelle de tal modo que durante la instalación “se atornilla” el muelle hacia el interior. Se deja expandir la segunda parte de tal modo que el muelle de espaciamiento se fija mediante una presión orientada hacia el exterior contra la superficie interior del tubo de recubrimiento en un nivel apropiado del tubo de recubrimiento. Ventajosamente, dicha tercera parte comprende un elemento de alambre, que constituye una extensión del elemento de alambre helicoidal de la segunda parte. Dicha extensión del elemento de alambre de la segunda parte constituye una estructura que de un modo simple permite la transmisión del movimiento desde la sección de retención de la tercera parte al elemento de alambre de la segunda parte. Ventajosamente, el movimiento de desplazamiento de la tercera parte puede extender la segunda parte helicoidal en una dirección axial que provoca la reducción del diámetro exterior de la segunda parte y se puede liberar el muelle de espaciamiento de su acoplamiento con el tubo de recubrimiento. Preferentemente, la tercera parte comprende una extensión principalmente axial en el interior del tubo de recubrimiento en una dirección orientada hacia la sección de retención terminal. Por lo tanto, la tercera parte constituye una estructura simple pero funcional destinada a transmitir el movimiento de desplazamiento que libera la segunda parte. Ventajosamente, la extensión axial de la tercera parte se realiza sustancialmente en una posición central en el tubo de recubrimiento. De este modo, el muelle de espaciamiento constituye una estructura simétrica y la tercera parte se puede extender a través de la cavidad, que se define mediante la estructura helicoidal de la segunda parte.

Según otra forma de realización preferida de la presente invención, la primera parte comprende un elemento de alambre que presenta una extensión helicoidal con un diámetro exterior inferior al diámetro interior de los tubos de recubrimiento. Dicha primera parte en forma de muelle helicoidal proporciona de un modo eficaz la presión del muelle contra la columna de pastillas de tal modo que se evita el desplazamiento de las pastillas de combustible durante el transporte. Ventajosamente, el muelle de espaciamiento se realiza mediante un elemento de alambre de una pieza. De este modo, se obtiene un muelle de espaciamiento que al mismo tiempo presenta un volumen reducido y resulta simple de fabricar. Dicho muelle de espaciamiento se puede realizar de acero inoxidable. El acero inoxidable es un material que presenta unas propiedades como material que de un modo relativamente sencillo se puede utilizar para realizar un muelle de espaciamiento de una pieza. Asimismo, el acero inoxidable resulta relativamente económico, presenta una buena resistencia a la corrosión y unas buenas propiedades de solidez y elasticidad. Debido a que el muelle de espaciamiento ocupa un volumen relativamente reducido, la absorción de neutrones resulta también relativamente reducida. Alternativamente, el muelle de espaciamiento se puede realizar de un material más costoso tal como una aleación basada en el circonio, que presenta una absorción de neutrones inferior a la del acero inoxidable, pero también una propiedades inferiores de elasticidad.

Breve descripción de los dibujos

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

la figura 1 ilustra una varilla de combustible según la presente invención, y

la figura 2 ilustra un muelle de espaciamiento según la presente invención.

Descripción detallada de una forma de realización de la presente invención

La figura 1 ilustra la parte superior y la parte inferior de una varilla de combustible 1. La varilla de combustible 1 comprende un tubo de recubrimiento 2 que se sella mediante un primer tapón terminal 3 en un primer extremo superior y un segundo tapón terminal 4 en un segundo extremo inferior. Por superior e inferior se entiende la posición de las partes cuando la varilla de combustible 1 se encuentra instalada en el interior del recipiente del reactor. Una pluralidad de pastillas de combustible 5 se agrupa entre sí en el interior del tubo de recubrimiento 2 de tal modo que configuran una columna de pastillas. Se dispone un muelle de espaciamiento 6 en un espacio 7 en el tubo de recubrimiento 2 que se encuentra limitado en la dirección descendente por la pastilla de combustible 5 dispuesta en la parte superior de la columna de pastillas y en la dirección ascendente por el primer tapón terminal 3 del tubo de recubrimiento. El espacio 7 tiene la función de recibir los gases de fisión que se crean con la radiación del combustible durante el funcionamiento de una central nuclear. El muelle de espaciamiento 6 se dispone para que ejerza presión contra la pastilla de combustible 5 dispuesta en la parte superior y de este modo sujetar la columna de pastillas contra el segundo extremo del tubo de recubrimiento 2. Cuando se instala la varilla de combustible en el recipiente del reactor, presenta una extensión vertical y la columna de pastillas se sujeta por la fuerza de la gravedad en una posición correcta contra el segundo tapón terminal inferior 4. Antes de que se instale la varilla de combustible 1 en un recipiente de un reactor, se somete a un transporte en el que, por lo menos parcialmente, se dispone en una posición horizontal. La función del muelle de espaciamiento 6 es evitar que la columna de pastillas se desplace o se fragmente en la varilla de combustible 1 durante dicho transporte.

La figura 2 ilustra el muelle de espaciamiento de la figura 1 con mayor detalle. El muelle de espaciamiento 6 comprende una primera parte 8 que comprende un elemento de alambre que presenta una extensión helicoidal con un diámetro exterior inferior al diámetro interior del tubo de recubrimiento 2. De este modo, se puede variar sin impedimento alguno la longitud de la primera parte 8 en el tubo de recubrimiento 2. La primera parte 8 comprende una sección terminal 9, que se dispone para venir a tope contra la pastilla de combustible 5 dispuesta en la parte superior de la columna de pastillas. El muelle de espaciamiento comprende una segunda parte 10 que comprende un elemento de alambre, que constituye una continuación del elemento de alambre de la primera parte 8. El elemento de alambre de la segunda parte 10 presenta también una extensión helicoidal pero con un diámetro superior al de la primera parte 8. El diámetro exterior de la segunda parte 10 se comprime cuando se encuentra instalado de tal modo que la segunda parte 10 ejerce una presión orientada radialmente hacia el exterior contra la superficie interior del tubo de recubrimiento 2. Mediante la presión de la segunda parte 10 contra la superficie interior del tubo de recubrimiento 2 el muelle de espaciamiento 6 se puede fijar en la posición pretendida en el espacio 7. Por último, el muelle de espaciamiento 6 comprende una tercera parte 11 que comprende un elemento de alambre, que constituye una continuación del elemento de alambre de la segunda parte 10. La tercera parte 11 comprende una sección curvada 11a que presenta una flexión sustancialmente de 180° además de una sección recta 11b. La sección curvada 11a une la segunda parte 10 del muelle de espaciamiento 6 con la sección recta 11b y presenta una configuración apropiada para sujetar el muelle de espaciamiento durante la instalación. La sección recta 11b presenta una extensión sustancialmente axial en posición central en el interior del tubo de recubrimiento 2 en una dirección orientada hacia la sección de retención terminal 12. La sección recta 11b se extiende en este caso a través de la primera parte helicoidal 8 y de la segunda parte helicoidal 10 del muelle de espaciamiento 6. Por consiguiente, el muelle de espaciamiento 6 se realiza mediante un elemento de alambre de una pieza. Un muelle de espaciamiento 6 del tipo mencionado anteriormente se puede realizar mediante un alambre grueso o una varilla fina que se flexiona de tal modo que se extiende a lo largo de las trayectorias helicoidales de la primera parte 8 y la segunda parte 10 antes el muelle de espaciamiento se disponga con la tercera parte terminal 11. Preferentemente, el alambre o variable presenta una sección transversal sustancialmente circular y se realiza ventajosamente de acero inoxidable. El acero inoxidable resulta relativamente económico, presenta una buena resistencia a la corrosión y unas buenas propiedades de solidez. Debido a que el muelle de espaciamiento ocupa un volumen tan reducido, la absorción de neutrones resulta en este caso relativamente reducida. Alternativamente, el muelle de espaciamiento se puede realizar de un material mas costoso tal como una aleación basada en el circonio, que presenta una baja absorción de neutrones, una buena resistencia a la corrosión y unas buenas propiedades de solidez.

El muelle de espaciamiento 6 se puede instalar en la varilla de combustible mediante una herramienta especial que pueda reducir el diámetro de la segunda parte 10 del muelle de espaciamiento 6 a fin de que el muelle de espaciamiento 6 se pueda desplazar en sentido descendente en el interior del tubo de recubrimiento 2. Cuando el muelle de espaciamiento 6 se ha desplazado en dirección descendente hasta una posición pretendida en el tubo de recubrimiento 2, la segunda parte 10 se puede expandir radialmente de tal modo que, con la presión del muelle, encaja con la superficie interior del tubo de recubrimiento 2. Alternativamente, el tubo de recubrimiento ha de realizar dicha compresión y se instala el muelle de espaciamiento 6 contra la resistencia de la fricción. La resistencia de la fricción se disminuye evidentemente al girar el muelle de espaciamiento 6 de tal modo que se atornilla en el tubo de recubrimiento 2. La

presión del muelle de la segunda parte 10 que actúa radialmente hacia el exterior provoca que el muelle de espaciamento 6 se fije en el tubo de recubrimiento 2. En la posición de sujeción del muelle de espaciamento 6, la sección terminal 9 de la primera parte 8 se dispone con el muelle presionando contra la pastilla de combustible 5 dispuesta en la parte superior de la columna de pastillas. La sección terminal 12 de la tercera parte 11 en este caso se dispone a una

5 cierta distancia de la pastilla de combustible 5 dispuesta en la parte superior de la columna de pastillas. Una vez que se ha instalado el muelle de espaciamento 6 en el tubo de recubrimiento 2, se suelda el tapón terminal superior 3 al extremo superior del tubo de recubrimiento 2. Debido a que el muelle de espaciamento 6 se fija en el interior del tubo de recubrimiento 2 a una distancia apropiada del tapón terminal superior 3, no existe riesgo alguno de que el material del muelle se funda y se mezcle con el material de recubrimiento de la junta de soldadura.

10 Durante el transporte de la varilla de combustible 1 instalada finalmente, la segunda parte del muelle de espaciamento 6 se fija a la superficie interior del tubo de recubrimiento 2 y la primera parte 8 de longitud variable se acopla con la columna de pastillas con la presión del muelle. Si la variable de combustible 1 se dispone en una posición horizontal o se somete a los movimientos de transporte que inician un movimiento de desplazamiento de la columna de pastillas, dicho movimiento se reduce sustancialmente inmediatamente mediante la primera parte elástica 8 de longitud variable. Por lo tanto, la primera parte 8 desplaza la columna de pastillas de vuelta a la posición correcta original.

20 Una vez se ha realizado el transporte, la varilla de combustible 1 se dispone en un recipiente de un reactor de una central nuclear. Las varillas de combustible 1 se disponen en posición vertical en el recipiente del reactor 5 y en este caso las pastillas de combustible 5 se mantienen en la posición pretendida en la varilla de combustible 1 por su propio peso. El muelle de espaciamento 6 ya no presenta función alguna a realizar. Durante el funcionamiento de la central nuclear, se calientan las pastillas de combustible 5. Las pastillas de combustible 5 se dilatan y la columna de pastillas, que comprende una pluralidad de pastillas de combustible 5, de este modo alcanza una extensión significativa. Cuando

25 se alarga la columna de pastillas, la primera parte 8 del muelle de inmediatamente se comprime. Cuando la presión de la compresión de la primera parte 8 del muelle de espaciamento aumenta, la presión de la segunda parte aumenta en la superficie interior del tubo de recubrimiento 2. Cuando la presión de la compresión alcanza un valor suficientemente elevado, se ha de superar la fricción entre la segunda parte 10 y la superficie interior del tubo de recubrimiento de tal modo que la segunda parte 10 se libere y el muelle de espaciamento 6 se desplace en dirección ascendente. La

30 función de la tercera parte 11 del muelle de espaciamento es la de permitir dicha liberación de tal modo que no se produzca riesgo alguno de que el tubo de recubrimiento 2 se deforme. Cuando la primera parte 8 de longitud variable se comprime hasta una longitud específica, la sección de retención 12 de la tercera parte 11 entra en contacto con la pastilla de combustible 5 superior. Si la columna de pastillas se extiende aún más de tal modo que la primera parte se comprime hasta que se encuentra por debajo de dicha longitud específica, la columna de pastillas desplaza la sección

35 recta 11b de la tercera parte 11 en dirección ascendente por medio de la sección de retención 12. De este modo, la sección curvada 11a de la tercera parte transforma el movimiento en dirección ascendente de la segunda parte 10. Por lo tanto, la segunda parte 10 se desplaza en dirección ascendente y alcanza una extensión en una dirección axial. Dicha extensión provoca que se reduzca el diámetro exterior de la segunda parte y que la presión contra la superficie interior de los tubos de recubrimiento 2 descienda de tal modo que el muelle de espaciamento se pueda liberar y desplazar en

40 dirección ascendente. Por consiguiente, la sección de retención 12 de la tercera parte entra en contacto con la pastilla de combustible 5 superior cuando la primera parte se comprime hasta una longitud específica. Al escoger apropiadamente dicha longitud específica, se garantiza que la presión de la segunda parte 10 contra la superficie interior del tubo de recubrimiento no supere un nivel de presión en el que existe el riesgo de que el tubo de recubrimiento se deforme.

45 La presente invención no se encuentra limitada en modo alguna a la forma de realización descrita en los dibujos sino que se puede modificar libremente dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Varilla de combustible nuclear destinada a una central nuclear, en la que la varilla de combustible (1) comprende un tubo de recubrimiento (2) que se sella mediante un primer tapón terminal (3) en un primer extremo y un segundo tapón terminal (4) en un segundo extremo, una pluralidad de pastillas de combustible (5) que se agrupan entre sí en el interior del tubo de recubrimiento (2) de tal modo que configuran una columna de pastillas y un muelle de espaciamiento (6) dispuesto en un espacio (7) en la varilla de combustible (1) a fin de, por lo menos durante el transporte, sujetar la columna de pastillas con la fuerza del muelle hacia el segundo extremo del tubo de recubrimiento (2) y en la que el muelle de espaciamiento (6) comprende una primera parte (8) de longitud variable dispuesta para venir a tope contra la pastilla de combustible (5) dispuesta en la parte superior de la columna de pastillas con una sección terminal (9) y una segunda parte (10) dispuesta para permitir el acoplamiento del muelle de espaciamiento (6) contra una superficie interior del tubo de recubrimiento (2) mediante una presión orientada radialmente hacia el exterior, **caracterizada** porque el muelle de espaciamiento (6) comprende una tercera parte (11) dispuesta para permitir la liberación del acoplamiento de la segunda parte (10) del muelle de espaciamiento (6) en el tubo de recubrimiento (2) durante el funcionamiento de la central nuclear.

2. Varilla de combustible según la reivindicación 1, **caracterizada** porque dicha tercera parte (11) permite dicha liberación cuando la primera parte (8) de longitud variable del muelle de espaciamiento (6) se comprime hasta que se encuentra por debajo de una longitud específica.

3. Varilla de combustible según la reivindicación 2, **caracterizada** porque dicha tercera parte (11) comprende una sección de retención (12) dispuesta para entrar en contacto con la pastilla de combustible (5) que se encuentra en la parte superior de la columna de pastillas cuando se comprime la primera parte (8) hasta dicha longitud específica.

4. Varilla de combustible según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque dicha segunda parte (10) comprende un elemento de alambre que presenta una extensión helicoidal con un diámetro exterior de un tamaño tal que se proporciona dicha presión orientada radialmente hacia el exterior contra la superficie interior del tubo de recubrimiento (2).

5. Varilla de combustible según la reivindicación 4, **caracterizada** porque dicha tercera parte comprende un elemento de alambre (11) que comprende una extensión del elemento de alambre helicoidal de la segunda parte (10).

6. Varilla de combustible según las reivindicaciones 3 y 5, **caracterizada** porque dicha tercera parte comprende una extensión principalmente axial (11b) en el interior del tubo de recubrimiento en una dirección orientada hacia la sección de retención terminal (12).

7. Varilla de combustible según la reivindicación 6, **caracterizada** porque la extensión axial de dicha tercera parte (11b) se realiza sustancialmente en una posición central del tubo de recubrimiento (2).

8. Varilla de combustible según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque dicha primera parte (8) comprende un elemento de alambre que presenta una extensión helicoidal con un diámetro exterior inferior al diámetro interior del tubo de recubrimiento (2).

9. Varilla de combustible según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque el muelle de espaciamiento (6) se realiza mediante un elemento de alambre de una pieza.

10. Varilla de combustible según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque el muelle de espaciamiento (6) se realiza a partir de acero inoxidable.

11. Muelle de espaciamiento dispuesto para estar previsto en una varilla de combustible destinada a una central nuclear, en el que la varilla de combustible (1) comprende un tubo de recubrimiento (2) que se sella mediante un primer tapón terminal (3) en un primer extremo y un segundo tapón terminal (4) en un segundo extremo, una pluralidad de pastillas de combustible (5) que se agrupan entre sí en el interior del tubo de recubrimiento (2) de tal modo que configuran una columna de pastillas, en el que dicho muelle de espaciamiento (6) se dispone en un espacio (7) en la varilla de combustible (1) a fin de, por lo menos durante el transporte, sujetar la columna de pastillas con la fuerza del muelle hacia el segundo extremo del tubo de recubrimiento (2) y en el que el muelle de espaciamiento (6) comprende una primera parte (8) de longitud variable dispuesta para venir a tope contra la pastilla de combustible (5) dispuesta en la parte superior de la columna de pastillas con una sección terminal (9) y una segunda parte (10) dispuesta para permitir el acoplamiento del muelle de espaciamiento (6) hacia una superficie interior del tubo de recubrimiento (2) mediante una presión orientada radialmente hacia el exterior, **caracterizada** porque el muelle de espaciamiento (6) comprende una tercera parte (11) dispuesta para permitir la liberación del acoplamiento de la segunda parte (10) del muelle de espaciamiento (6) en el tubo de recubrimiento (2) durante el funcionamiento de la central nuclear.

12. Muelle de espaciamiento según la reivindicación 11, **caracterizada** porque dicha tercera parte (11) permite dicha liberación cuando la primera parte (8) de longitud variable del muelle de espaciamiento (6) se comprime hasta que se encuentra por debajo de una longitud específica.

ES 2 290 307 T3

13. Muelle de espaciamiento según la reivindicación 12, **caracterizada** porque dicha tercera parte (11) comprende una sección de retención (12) dispuesta para entrar en contacto con la pastilla de combustible (5) que se encuentra en la parte superior de la columna de pastillas cuando se comprime la primera parte (8) hasta dicha longitud específica.

5 14. Muelle de espaciamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 11 a 13, **caracterizada** porque dicha segunda parte (10) comprende un elemento de alambre que presenta una extensión helicoidal con un diámetro exterior de un tamaño tal que se proporciona dicha presión orientada radialmente hacia el exterior contra la superficie interior del tubo de recubrimiento (2).

10 15. Muelle de espaciamiento según la reivindicación 14, **caracterizada** porque dicha tercera parte comprende un elemento de alambre (11) que comprende una extensión del elemento de alambre helicoidal de la segunda parte (10).

15 16. Muelle de espaciamiento según las reivindicaciones 13 y 15, **caracterizada** porque dicha tercera parte comprende una extensión principalmente axial (11b) en el interior del tubo de recubrimiento en una dirección orientada hacia la sección de retención terminal (12).

17. Muelle de espaciamiento según la reivindicación 16, **caracterizada** porque la extensión axial de dicha tercera parte (11b) se realiza sustancialmente en una posición central del tubo de recubrimiento (2).

20 18. Muelle de espaciamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 11 a 17, **caracterizada** porque dicha primera parte (8) comprende un elemento de alambre que presenta una extensión helicoidal con un diámetro exterior inferior al diámetro interior del tubo de recubrimiento (2).

25 19. Muelle de espaciamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 11 a 18, **caracterizada** porque el muelle de espaciamiento (6) se realiza mediante un elemento de alambre de una pieza.

20. Muelle de espaciamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 11 a 19, **caracterizada** porque el muelle de espaciamiento (6) se realiza a partir de acero inoxidable.

30

35

40

45

50

55

60

65

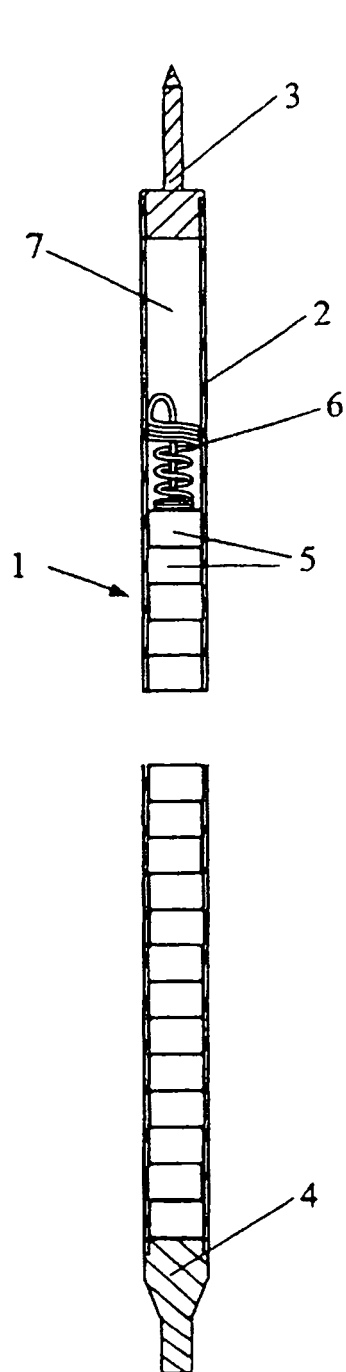


Fig 1

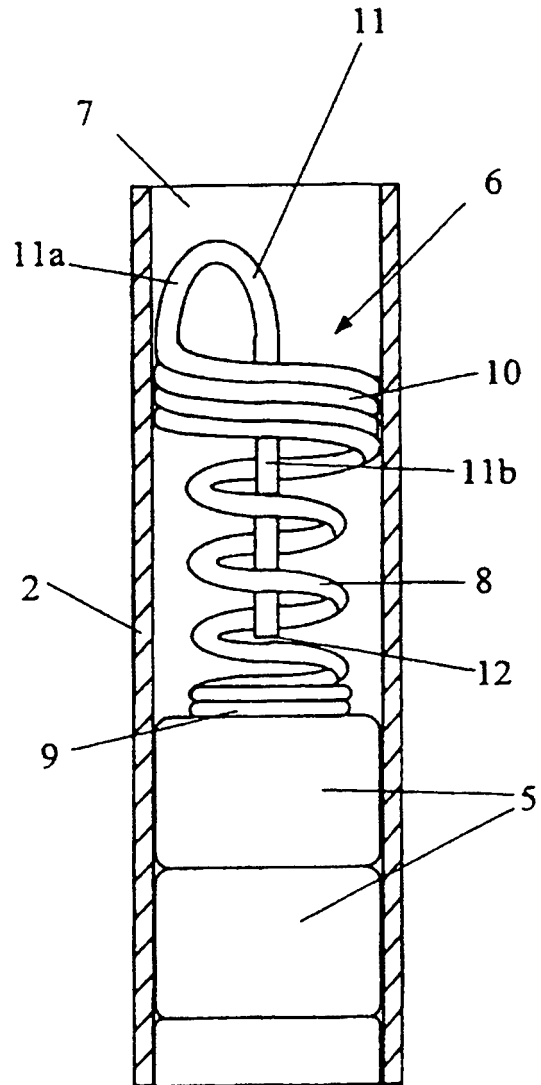


Fig 2